

**Environment Canada**

**Departamento de asuntos atmosféricos transfronterizos**

## **Situación del mercurio en Canadá**

### **Informe # 2**

**Informe de referencia para la Comisión para la Cooperación Ambiental**

**Equipo de Tarea de América del Norte sobre Mercurio**

**Mayo de 2000**



Este es el segundo informe sobre la situación del mercurio en Canadá y constituye el aporte de Canadá a la Fase II del Plan de Acción Regional de América del Norte sobre Mercurio. Los informes de situación de Canadá, Estados Unidos y México son parte integral del compromiso de las tres Partes con el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte y en particular con los Planes de Acción sobre Mercurio elaborados para el Grupo de Trabajo sobre el Manejo Adecuado de Sustancias Químicas de la Comisión para la Cooperación Ambiental. Los informes de situación para la Fase I del Plan de Acción sobre Mercurio sirven como un punto de comparación e indicadores del avance logrado de 1997 a 1999.

Los principales editores de esta revisión son:

L. Trip, Environment Canada, 351 St. Joseph Blvd. Hull, QB, K0A 1H3

P. Chevalier, Natural Resources Canada, 580 Booth St., Ottawa, ON, K1A 0E4

J. Smith, Environment Canada, 4905 Dufferin St, Downsview, ON, M3H 5T4

Nuestro reconocimiento a los muchos participantes y revisores de este documento y del Informe de situación correspondiente a la Fase I.

## Índice

<b>1 SITUACIÓN Y TENDENCIAS.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Inventarios de emisiones.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Fuentes antropogénicas (debidas a la actividad humana).....	1
1.1.2 Fuentes naturales .....	7
<b>1.2 Monitoreo ambiental .....</b>	<b>9</b>
1.2.1 Monitoreo ambiental general.....	9
1.2.2. – Monitoreo ambiental específico.....	11
<b>1.3 Datos sobre tendencias.....</b>	<b>17</b>
1.3.1 Consumo interno.....	17
1.3.2 Patrones de uso.....	19
1.3.3 Patrones de producción.....	29
<b>2. GESTIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN .....</b>	<b>30</b>
<b>2.1 Políticas nacionales.....</b>	<b>30</b>
2.1.1 Política del gobierno federal.....	30
2.1.2. Iniciativas internas de Canadá.....	31
<b>2.2 Protocolos internacionales.....</b>	<b>41</b>
2.2.1 Iniciativas internacionales .....	41
2.2.2 Iniciativas continentales.....	43
<b>2.3 Legislación, reglamentos y directrices nacionales.....</b>	<b>44</b>
2.3.1 Aire.....	45
2.3.2 Agua.....	45
2.3.3 Suelo .....	46
2.3.4 General .....	48
<b>2.4 Legislación, normatividad y directrices provinciales.....</b>	<b>49</b>
<b>2.5 Iniciativas de asociación voluntaria .....</b>	<b>57</b>
2.5.1 Iniciativas por sector .....	57
2.5.2 Iniciativas por producto.....	59
<b>3 ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN.....</b>	<b>61</b>
<b>3.1 Gestión de retiro de las reservas.....</b>	<b>61</b>
<b>3.2 Sitios contaminados.....</b>	<b>61</b>
3.2.1 Principales sitios contaminados con mercurio.....	61
3.2.2 Programa nacional para la rehabilitación de sitios contaminados (National Contaminated Sites Remediation Program, NCSRP).....	61
3.2.3 Gestión de los sitios contaminados del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá.....	62
<b>3.3 Desarrollo de tecnologías.....</b>	<b>63</b>
<b>4. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE POLÍTICAS .....</b>	<b>64</b>
<b>5 ORIENTACIONES FUTURAS DEL PROGRAMA.....</b>	<b>70</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>72</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: EMISIONES DE EMPRESAS FUNDIDORAS, 1997.....	6
CUADRO 2: PRESENCIA NATURAL DEL MERCURIO.....	7
CUADRO 3: ESTIMACIONES DE DEPOSICIÓN DE MERCURIO EN DIFERENTES REGIONES DE CANADÁ Y EN LOS OCÉANOS A PARTIR DE MEDICIONES DISPERSAS EN TIERRA.....	11
CUADRO 4: COMPARACIÓN ENTRE EL TERMOSTATO CON INTERRUPTOR DE MERCURIO Y ALTERNATIVAS .....	21
CUADRO 5: TIPOS DE LÁMPARAS QUE CONTIENEN MERCURIO .....	27
CUADRO 6: CONTENIDO DE MERCURIO EN LÁMPARAS FLUORESCENTES.....	27
CUADRO 7: PROPUESTAS DE ACCIÓN.....	33
CUADRO 8: CRITERIOS PARA LOS VALORES MÁXIMOS DE EXPOSICIÓN AL MERCURIO EN EL LUGAR DE TRABAJO.....	45
CUADRO 9: DIRECTRICES DE CALIDAD DEL AGUA EN RELACIÓN CON EL MERCURIO.....	46
CUADRO 10: CRITERIOS PARA EL MERCURIO EN SUELOS.....	47
CUADRO 11: CRITERIOS PARA EL MERCURIO EN MATERIAL DE COMPOSTA.....	47
CUADRO 12: LÍMITES NUMÉRICOS PARA MERCURIO EN SUELOS.....	48
CUADRO 13: NORMATIVAS Y DIRECTRICES PROVINCIALES PROMULGADAS PARA EL HG.....	50
CUADRO 14: EMISIONES EN AGUA POR OPERACIONES DE LOS MIEMBROS DE LA CCPA .....	58

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>GRÁFICA 1: EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE MERCURIO EN CANADÁ POR SECTOR INDUSTRIAL EN 1990, 1995, 1998 .....</b>	<b>2</b>
<b>GRÁFICA 2: EMISIONES DE MERCURIO POR PROVINCIA Y TERRITORIO.....</b>	<b>3</b>
<b>GRÁFICA 3: 1995: EMISIONES POR INCINERACIÓN DE DESECHOS (POR SECTOR) .....</b>	<b>4</b>
<b>GRÁFICA 4: EMISIONES DE INCINERADORES DE DESECHOS EN 1990 Y 1995.....</b>	<b>5</b>
<b>GRÁFICA 5: NIVEL PROMEDIO DE MERCURIO EN SANGRE DE COLIMBOS .....</b>	<b>15</b>
<b>GRÁFICA 6: MERCURIO EN BELUGAS DEL ÁRTICO ORIENTAL Y OCCIDENTAL, 1993-1994.....</b>	<b>16</b>
<b>GRÁFICA 7: COMERCIO DE MERCURIO EN CANADÁ: IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES .....</b>	<b>18</b>
<b>GRÁFICA 8: COMERCIO DE BATERÍAS Y ACUMULADORES PRIMARIOS DE ÓXIDO DE MERCURIO.....</b>	<b>18</b>
<b>GRÁFICA 9: IMPORTACIONES DE ÓXIDOS DE MERCURIO EN CANADÁ .....</b>	<b>19</b>
<b>GRÁFICA 10: USO DE MERCURIO EN PRODUCTOS CANADIENSES, 1994.....</b>	<b>20</b>
<b>GRÁFICA 11: EQUILIBRIO DE MASA ESTIMADO DE LOS DESECHOS DE MERCURIO DEL SECTOR ODONTOLÓGICO EN CANADÁ, 1999.....</b>	<b>24</b>
<b>GRÁFICA 12: DESECHOS SÓLIDOS CON CONTENIDO DE MERCURIO Y PRODUCCIÓN DE CLORO .....</b>	<b>25</b>
<b>GRÁFICA 13: EMISIONES EN AGUA Y AIRE DE MERCURIO DE LA PLANTRA DE CLORO Y SOSA CÁUSTICA EN DALHOUSIE, NUEVA BRUNSWICK, 1987 - 1996 .....</b>	<b>25</b>

# 1 Situación y tendencias

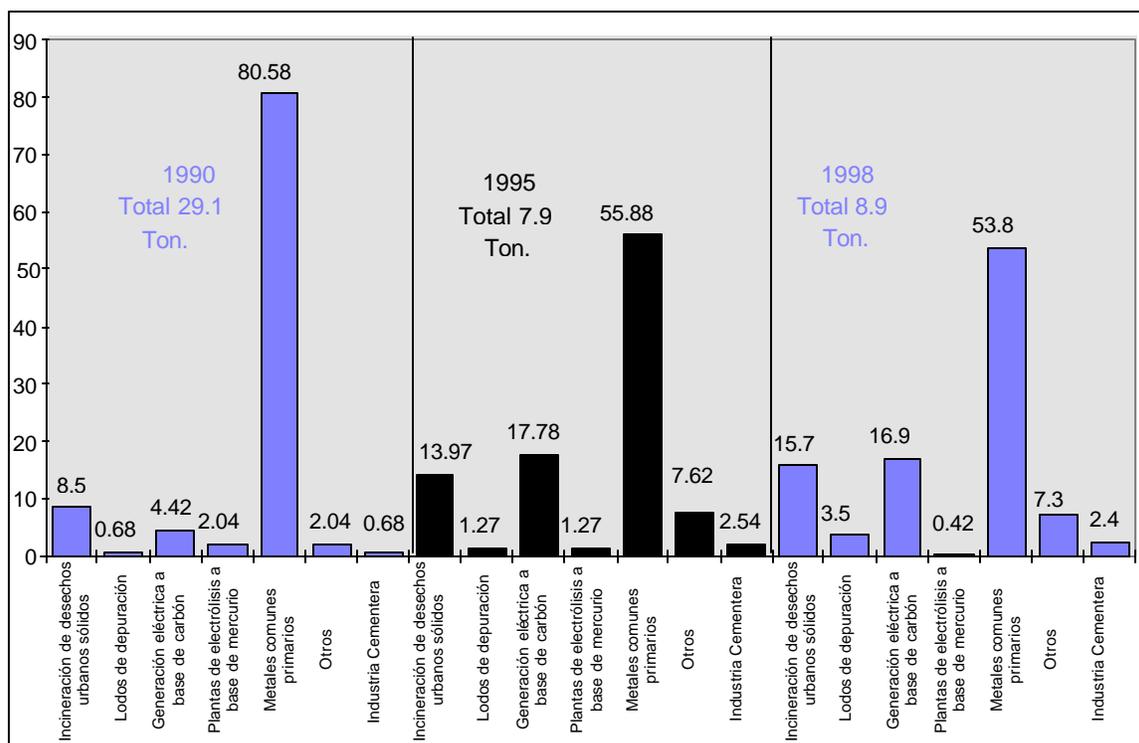
## 1.1 Inventarios de emisiones

### 1.1.1 Fuentes antropogénicas (debidas a la actividad humana)

El Comité de expertos en procesos atmosféricos del mercurio (Expert Panel on Mercury Atmospheric Processes) publicó recientemente un informe que analiza el trabajo realizado en materia de mercurio en Canadá y en otros países. En él se señala que los niveles de mercurio en el aire siguen en ascenso y que de 50% a 75% de este incremento se debe a fuentes antropogénicas (Expert Panel on Mercury Atmospheric Processes 1994). También se sugiere que desde la era preindustrial las emisiones atmosféricas antropogénicas de mercurio han triplicado la concentración de éste en el aire y las aguas marinas superficiales (Allan 1996).

Las principales fuentes antropogénicas de mercurio en Canadá son la fundición, la incineración de desechos urbanos, de lodos de depuradoras y de desechos hospitalarios, combustión de carbón y fabricación de cemento (Informe de la Fase I de la CCA). Los datos preliminares sobre emisiones de 1994, 1995 y 1998 recopilados por expertos federales de la División de datos sobre contaminación (Pollution Data Branch) del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá (Environment Canada) y del Grupo de Trabajo sobre Normas pan-canadienses (Canada-wide Standards Working Group), indican que la principal fuente industrial de emisiones de mercurio en Canadá es la de metales no ferrosos (metales comunes primarios), que en 1995 generó casi la mitad de un total de 11 toneladas de mercurio emitido a la atmósfera por determinadas fuentes industriales. Las plantas generadoras de electricidad a base de carbón son la segunda fuente industrial, que se estima aporta 13% del total de emisiones, seguida de la incineración de desechos urbanos sólidos, que representa 10% (Neimi, 1998).

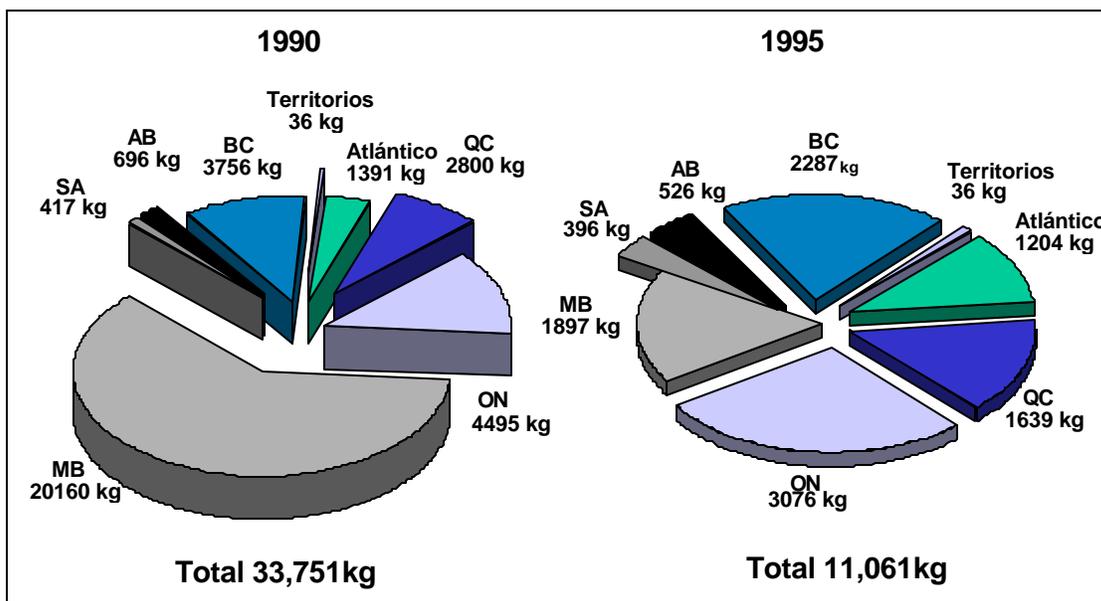
**Gráfica 1: Emisiones atmosféricas de mercurio en Canadá por sector industrial en 1990, 1995 y 1998**



Fuente: Neimi, 1998

Hasta 1994, las emisiones antropogénicas de mercurio en Canadá provenían principalmente de una planta fundidora de cinc/cobre en Manitoba que generaba más de 20 toneladas de las emisiones de mercurio (Environment Canada, 1996). A partir de 1990, al perfeccionarse los procesos se han logrado mejoras importantes. En el caso de Manitoba, gracias a la sustitución del método de tostación a alta temperatura por el de extracción húmeda del mineral a presión las emisiones de mercurio en Canadá descendieron de 32.7 toneladas en 1990 a 11.1 toneladas en 1995, como se muestra a continuación.

Gráfica 2: Emisiones de mercurio por provincia y territorio

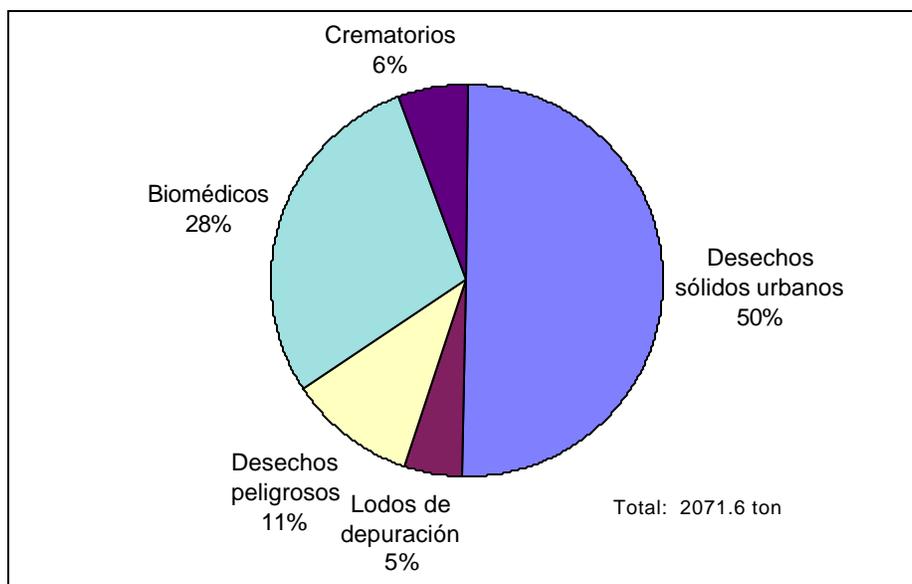


Datos de un primer borrador del Inventario de emisiones de mercurio de Canadá (1990 y 1995) elaborado por el Departamento de Datos sobre Contaminación (*Pollution Data Branch*) del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá.

### 1.1.1.1 Incineración de desechos

En Canadá existen diversos tipos de incineración de desechos que pueden contribuir a las emisiones de mercurio, por ejemplo incineración de desechos sólidos urbanos, de lodos de depuración, desechos peligrosos, desechos industriales y federales, biomédicos, de crematorios y de madera. La gráfica 3 muestra la contribución de cada uno de los principales sectores de incineración al total de las emisiones por incineración. La incineración de desechos sólidos urbanos, desechos peligrosos y desechos biomédicos es la fuente de las principales emisiones de mercurio.

**Gráfica 3: 1995: Emisiones por incineración de desechos (por sector)**



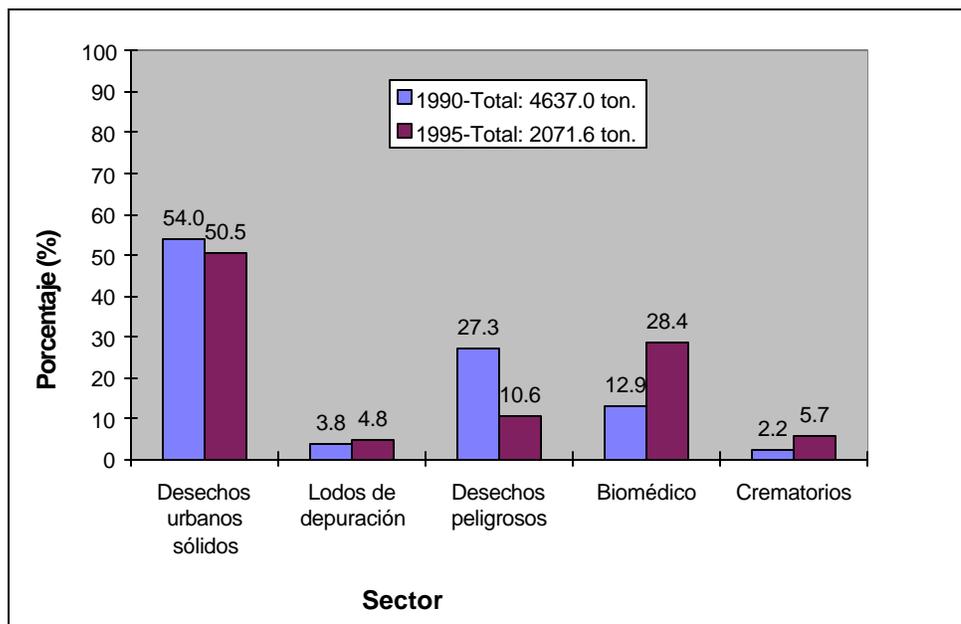
Datos de un primer borrador del Inventario de emisiones de mercurio de Canadá (1990 y 1995) elaborado por el Departamento de Datos sobre Contaminación (*Pollution Data Branch*) del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá.

En 1990 la incineración de desechos urbanos sólidos (DUS) emitió a la atmósfera 2,502 kg de mercurio, y 1,047 kg en 1995. Ontario fue el emisor más grande de mercurio por incineración de DUS, con 730 kg, que equivalen a 29% del total nacional en 1990, y 419 kg, es decir, 40% en 1995 (Environment Canada, 1999).

En 1990 había en Canadá 268 incineradoras de desechos biomédicos, 201 en 1995 y 160 en 1997, y de 30% a 40% de éstas se encontraban en Ontario (Environment Canada, 1999). Las emisiones provienen de la incineración de desechos que contienen mercurio, como termómetros, agentes esterilizadores, algunos antisépticos, y material utilizado para limpiar mercurio derramado. Ahora hay más hospitales que se encargan de la gestión del mercurio que utilizan, y son cada vez más comunes las alternativas para el mercurio.

En 1995, nueve incineradoras de lodos de depuración generaron 100 kg de emisiones, es decir, 9% de las emisiones totales de mercurio de incineradores en Canadá, en comparación con la cifra de 174 kg en 1990. Las emisiones de crematorios constituyeron 6% de las emisiones de 1995. Gran parte de estas emisiones provienen de las amalgamas dentales. De 1990 a 1995 las emisiones por incineración de desechos peligrosos descendieron a una cifra casi seis veces menor. En 1990 los residuos de madera incinerados emitieron 17.8 kg de mercurio, y 5 kg en 1995 (Environment Canada, 1999).

Es difícil calcular las emisiones de incineradores industriales y federales por la gran variedad de pequeños incineradores en funcionamiento, por lo que las estimaciones no son muy exactas; no obstante, las emisiones son bastante reducidas y cualquier error no alteraría significativamente la cifra de emisiones totales de Canadá.



**Gráfica 4: Emisiones de incineradores de desechos en 1990 y 1995**

Datos de un primer borrador del Inventario de emisiones de mercurio de Canadá (1990 y 1995) elaborado por la División de datos sobre contaminación (*Pollution Data Branch*) del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá.

### 1.1.1.2 Consumo de aceites combustibles fuera del sector eléctrico

El consumo de aceites combustibles fuera del sector eléctrico abarca el uso de combustibles para motores de vehículos, calderas de uso doméstico, comercial e industrial, y los sistemas de calentamiento para procesos industriales. No existen estimaciones de las emisiones de mercurio de los tubos de escape de vehículos. Tomando los factores de emisión del sistema de base de datos FIRE (Factor Information Retrieval System) de la EPA, Doiron and Associates (1997) estimaron que se emitían 133.4 kg/año de mercurio por el uso de combustibles pesados y ligeros.

### 1.1.1.3 Producción de cal

Existen plantas productoras de cal en Columbia Británica, Alberta, Manitoba, Ontario, Quebec y Nueva Brunswick. Las emisiones se generan por la quema de combustibles y la calcinación de materia prima y provienen de los hornos rotativos y hornos verticales. La capacidad de producción es de aproximadamente 3.5 millones de ton/año. Según cálculos, las emisiones anuales de mercurio fueron de 128 kg en 1990, y de 135 kg en 1995.

### 1.1.1.4 Producción de cemento

Partiendo de pruebas de emisión realizadas en 15 plantas de cemento Portland en 1993, la EPA estableció un factor de emisión de 0.87 g/ton de escoria producida. En 1996 Canadá produjo un total de 8, 570, 000 toneladas de escoria de cemento, lo que arroja un estimado de 745 kg de mercurio emitido.

### 1.1.1.5 Vertederos

Son todavía muy inciertas las estimaciones de las emisiones de mercurio provenientes de vertederos. Una gran cantidad de productos que contienen mercurio, incluso lodos de depuración terminan en los vertederos. En 1997, Sang y Lourie calcularon que los vertederos de Ontario emitían a la atmósfera 1,000 kg de mercurio por año, cifra equivalente a 24% de las emisiones atmosféricas en dicha provincia. En Ontario, las concentraciones atmosféricas de mercurio medidas en tres vertederos eran de 360-4.470 hg/m<sup>3</sup>, mientras que las concentraciones de mercurio ambiental en todo Canadá eran de 1.5-2.0 hg/m<sup>3</sup> (Pilgrim, 1998). Un estudio más reciente del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá indicó una concentración de aproximadamente 10hg/m<sup>3</sup> de gases de vertedero. El Ministerio de Medio Ambiente de Canadá trabaja actualmente en un programa para determinar con mayor precisión los índices de emisión de mercurio de los vertederos del país.

### 1.1.1.6 Fundidoras

Las empresas fundidoras fabrican piezas metálicas por enfriamiento de metal fundido en un molde. Durante el proceso de fundición pueden emitirse en la atmósfera microconcentraciones del mercurio presente en los materiales de alimentación. Según la Asociación de fundidoras (*Canadian Foundries Association*), el volumen anual de productos de fundición en Canadá es de 708, 700 toneladas.

**Cuadro 1: Emisiones de empresas fundidoras, 1997**

Sector	Producción por fundidora	Factor de emisión de Hg	Cantidad de mercurio emitido
Fundición	<b>708,700 ton/año</b>	<b>0.174 g/ton de producción</b>	<b>123.3 kg</b>

Fuente: Smith, 1997

### 1.1.1.7 Aguas residuales

Las estimaciones de emisión se basan en estudios de las poblaciones actuales, población con servicio de agua, población con servicio de tratamiento de aguas de drenaje, medición de flujos de agua y tipo de tratamiento de aguas residuales, como se detalla en la Base de Datos sobre uso urbano del agua (*Municipal Water Use Database, MUD*) del Ministerio de Medio Ambiente. Este estudio asignó factores de emisión de 0.24 µg/L para las corrientes de aguas residuales sin tratar, o sujetas sólo a tratamiento primario, y 0.05 µg/L para las aguas residuales sujetas a tratamiento secundario o terciario. Según estos factores de emisión se descargaron en los acuíferos unos 1,200 kg de mercurio proveniente de fuentes de aguas residuales.

### 1.1.2 Fuentes naturales

Los exhaustivos estudios geoquímicos realizados en áreas remotas de Canadá han demostrado que el mercurio es un componente natural importante y sumamente variable del sustrato rocoso, suelo, sedimentos de aguas dulces, agua, biota y atmósfera. Las principales fuentes naturales de las emisiones atmosféricas de mercurio son las superficies del suelo, aguas dulces y marinas, y los incendios de vegetación, bosques y matorrales. En general, las cuatro principales fuentes naturales de mercurio en el aire son la desgasificación de fuentes geológicas, entre ellas los yacimientos de minerales, y las emisiones originadas por actividades volcánicas y sísmicas, suelos, fotorreducción de mercurio bivalente en aguas naturales y formación biológica por metilación de mercurio elemental o dimetilmercurio (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos, 1994). Aún no se ha cuantificado la influencia del vulcanismo submarino, pero podría ser importante (ver a continuación).

#### Cuadro 2: Presencia natural del mercurio

Fuente	Concentración (ppm)
Ígnea ultramáfica	0.004-0.5
Ígnea basáltica	0.002-0.5
Ígnea granítica	0.005-0.4
Esquistos y arcillas	0.005-0.51
Esquisto negro	0.03-2.8
Caliza	0.01-0.22
Arenisca	0.001-0.3
Suelos ricos en metales	1-7
Índice común en el suelo	0.008-0.19

Fuente: Thornton, 1995

Hay condiciones y factores geológicos que afectan las concentraciones de base naturales del mercurio en los materiales ambientales. La abundancia de minerales sulfurosos en las rocas incide en la concentración de mercurio ya que, además de ser un componente importante del cinabrio, está muy difundido en sulfuros como la pirita, pirrotita, calcopirita y esfalerita. En particular, el esquisto negro y algunas rocas volcánicas presentan concentraciones elevadas de mercurio.

Cada vez se descubren más elementos que inciden en las estimaciones de las emisiones naturales. Por ejemplo, los geólogos canadienses que realizan investigaciones marinas han encontrado mercurio nativo y sulfuros en los fondos marinos del Pacífico occidental (Stoffers y col., 1999). Se estima que cada manantial de aguas termales en el fondo marino emite aproximadamente 1 kg de mercurio al año. No se sabe cuántos manantiales hay en el fondo marino, pero seguramente son miles o decenas de miles. Estas contribuciones al medio ambiente submarino y superficial pueden ser significativas a nivel local, pero no se ha determinado todavía el destino de este mercurio. Hacen falta datos sobre la cantidad de mercurio que se incorpora a los patrones de circulación oceánica y que de ahí se transfiere al aire. Asimismo, con las nuevas investigaciones en torno a las emisiones naturales que van directamente a la atmósfera surgen interrogantes sobre el modelo actual mundial y de América del Norte (Levin y col., 1999). Estos nuevos conocimientos se incorporarán al modelo actual mundial y de América del Norte del ciclo del mercurio. Por consiguiente, es de prever que los modelos de equilibrio de masa irán evolucionando a medida que se detecten y cuantifiquen las fuentes naturales.

La contribución relativa de las fuentes naturales de mercurio en el medio ambiente en comparación con las fuentes antropogénicas sigue siendo objeto de debate en la comunidad científica de Canadá. Las fuentes antropogénicas son relativamente fáciles de detectar y sus emisiones pueden cuantificarse, pero cuando se habla de contribuciones naturales las estimaciones sólo son de "orden de magnitud". Ello se debe a dos factores: no todas las fuentes naturales han sido detectadas y cuantificadas, y, a diferencia de las emisiones antropogénicas, las naturales no son ni relativamente predecibles. Esta incertidumbre se refleja en la escala de estimaciones de las emisiones naturales mundiales, de va de 40 a 190, 000 toneladas por año. Las estimaciones recientes consideran una escala de emisiones entre 2,000 y 3,000 toneladas por año (US EPA, 1997). Por lo dicho, se ha calculado que las emisiones naturales constituyen el 40% de las emisiones totales mundiales.

Las investigaciones que se están realizando en Canadá se centran en cuestiones como la determinación del registro histórico de la deposición de mercurio por medio de calas en el hielo y sedimentos y análisis de archivos biológicos (dientes de mamíferos y árboles, por ej.); asimismo, se realizan investigaciones sobre calas de sedimentos de lugares remotos para determinar las contribuciones relativas de origen externo, la redistribución diagenética interna y otros factores ante perfiles de concentración observados; otras áreas son las de nuevas herramientas (por ejemplo, índice de isótopos para ayudar a determinar cómo se distribuye la aportación por fuentes), y los estudios de los procesos que afectan los índices de metilación y desmetilación en sistemas acuáticos, que desempeñan un papel clave en la transformación del mercurio en formas biodisponibles. Las investigaciones sobre procesos que afectan la transformación del mercurio en formas biodisponibles tiene particular importancia porque los conocimientos que se obtengan serán determinantes para desarrollar estrategias adecuadas de gestión de riesgos.

Cabe señalar que, si bien existe una gran incertidumbre, la mayoría de las evaluaciones han coincidido en que las emisiones naturales de mercurio desempeñan un papel importante en el ciclo biogeoquímico global, y que tal vez representen 50% de la carga total. La movilidad relativa del mercurio, debida a la facilidad de reducción de sus compuestos, a su alta volatilidad, y a su baja solubilidad en el agua, sugiere que hasta dos tercios de las emisiones atmosféricas de mercurio podrían atribuirse al reciclaje de emisiones antropogénicas pasadas (Doiron & Associates, C.C., 1996). Tomando estos datos en consideración, la contribución relativa de las emisiones naturales de mercurio podría estar cerca de los valores más bajos de la escala antes mencionada.

En este momento, el peso de la evidencia científica indica que la contribución al flujo global de mercurio por parte de fuentes naturales y antropogénicas es más o menos la misma. Hay que señalar que debido a la variabilidad espacial asociada a ambas fuentes, cualquiera de ellas puede predominar en un determinado sitio, y el mercurio, sea cual fuere su fuente, puede ser transformado en una especie biodisponible.

## 1.2 Monitoreo ambiental

Canadá ha creado y mantiene bases de datos nacionales y regionales que indican los niveles de metales en diversos medios. Por ejemplo, la National Geochemical Reconnaissance Database contiene datos sobre sedimentos y/o suelos del 25% del área total de Canadá; 80% de estos datos contienen información sobre mercurio. La sección 2.1.2 trata este punto con más detalle ( véase también el Informe de la Fase I de la CCA). Existen muchas iniciativas provinciales, entre ellas, amplias bases de datos sobre mercurio en peces, y programas geoquímicos de referencia. El Servicio geológico (*Canada Geological Survey*) participa actualmente en un proyecto en el norte de Ontario para determinar los patrones de redistribución del mercurio después de su deposición, así como la variación de los niveles de mercurio con el tiempo. Asimismo, el Informe sobre la evaluación de contaminantes en el Ártico canadiense (*Canadian Arctic Contaminants Assessment Report, CACAR*), que forma parte del Programa de contaminantes del norte de Canadá (*Northern Contaminants Program, NCP*), ha sido elaborado como respuesta al inquietante descubrimiento de sustancias tóxicas, como organoclorados, metales pesados y radionúclidos, en el medio ambiente del Ártico en concentraciones relativamente altas. Este punto se discute en la sección 2.1.2, en el apartado de Gestión de riesgos.

También se han publicado muchos estudios sobre los patrones de deposición históricos del mercurio a partir de calas de turbas y sedimentos de lagos extraídas tiempo atrás en Canadá y Estados Unidos. Es preciso incorporar el análisis de estos datos a un método que permita determinar el peso de esta evidencia y así poder entender mejor las tendencias temporales de la deposición atmosférica del mercurio.

Los siguientes departamentos federales y provinciales han concluido o están realizando estudios sobre monitoreo/inventario de mercurio: Ministerio de Medio Ambiente (*Environment Canada*), Departamento de pesca y océanos (*Department of Fisheries and Oceans*), Ministerio de Recursos Naturales de Canadá (*Natural Resources Canada*), así como los Ministerios provinciales de Medio Ambiente de Ontario, Quebec, Nueva Brunswick y Nueva Escocia. El Servicio de vida silvestre (*Wildlife Service*) del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá tiene un programa de largo plazo que, desde principios de los años 1970, ha rastreado los niveles de mercurio en aves marinas de los Grandes Lagos y las costas del Atlántico, Pacífico y Ártico (Informe de la Fase I de la CCA).

### 1.2.1 Monitoreo ambiental general

#### Red de Vigilancia y Evaluación Ecológicas

La Red de vigilancia y evaluación ecológicas (*Ecological Monitoring and Assessment Network, EMAN*) es un programa nacional cuyo objetivo es captar recursos para programas que realicen actividades de monitoreo de manera independiente en Canadá. Su mandato consiste en “promover la cooperación y un enfoque holístico para el estudio de la

ecología y la comprensión de los ecosistemas" (Environment Canada, 1998). En particular, la meta del programa con respecto a las sustancias químicas tóxicas es detectarlas en el medio ambiente de Canadá y cuantificarlas. El objetivo es "entender la naturaleza, magnitud e implicaciones ecológicas de las sustancias químicas tóxicas en el Medio Ambiente de Canadá" (Environment Canada, 1998).

La División de indicadores, monitoreo y evaluación (*Indicators, Monitoring and Assessment Branch, IMAB*) del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá se propone colaborar en este proceso coordinando y propiciando determinadas evaluaciones y movilizándolo los recursos necesarios de la red para participar en los trabajos. La intención es evitar la duplicación de esfuerzos y promover conjuntamente el desarrollo y uso de la información ambiental.

### **Dorset Research Centre**

El Ministerio de Medio Ambiente de Ontario monitorea exhaustivamente los niveles de mercurio en lagos y cuencas hidrológicas de la provincia. Más del 95% de los lagos monitoreados contienen niveles de mercurio superiores al tope de 0.5mg-1.0mg por kilogramo de peso corporal de los peces sugerido por la Organización Mundial de la Salud, con lo que el Ministerio se ve obligado a publicar cada año recomendaciones para el consumo de pescado (Informe de la Fase I de la CCA).

### **Mediciones del Hg en fase gaseosa**

Canadá monitorea la fase gaseosa del mercurio con la nueva tecnología Tekran®. Los sitios para medición del mercurio gaseoso total (MGT) se localizan en Nueva Brunswick, Nueva Escocia, Quebec, Ontario y los Territorios del Noroeste. Las concentraciones comunes en el aire en los Grandes Lagos, Quebec y el Atlántico canadiense oscilan entre 1.5 y 2 ng/m<sup>3</sup> (Blanchard, 1997; Poissant, 1997; Schroeder y Marks, 1994; Beauchamp y Tordon, 1997).

### **Deposición húmeda del mercurio**

La deposición local del mercurio se da entre 0 y 100 kilómetros respecto a la fuente, y la deposición regional entre 100 y 2000 kilómetros respecto a la fuente (Iverfeldt, 1995). Canadá y Estados Unidos han establecido una Red sobre deposición del mercurio (*Mercury Deposition Network*). Actualmente, los sitios canadienses se localizan en el Parque Nacional Kejimikujik, Nueva Escocia, el Huntsman Marine Science Centre, St. Anicet y Mingan, Quebec y en el Dorset Environmental Sciences Centre, en Ontario. A principios del año 2000 se abrirán otros cuatro sitios en el país. Se realizará un análisis de los datos recopilados a fin de determinar las tendencias espacio-temporales y asistir en la determinación de las relaciones fuente-receptor (Environment Canada, 1998).

### **Emisiones de mercurio**

Se están estudiando los niveles de mercurio en humos industriales con un avión de investigación equipado para medir la diversas formas de mercurio emitidas por diversas fuentes industriales. A principios del año 2000 se concluyeron las mediciones de los niveles de mercurio en condiciones invernales y se han programado mediciones similares para fines del verano del mismo año.

**Cuadro 3: Estimaciones de la deposición del mercurio en diferentes regiones de Canadá y en los océanos a partir de mediciones dispersas en tierra.**

Regiones de Canadá	Masa terrestre (km <sup>2</sup> )	Deposición húmeda del mercurio (mg/m <sup>2</sup> /año)	Deposición húmeda del mercurio (ton/año)	Deposición seca (mg/m <sup>2</sup> /año)	Deposición seca (ton/año)	Deposición húmeda y seca (ton/año)
Ártico canadiense	2 508 800	0.6	1.5	1.8	4.5	6.0
Noroeste y centro de Canadá	4 978 400	1.0	5.0	2.0	10.0	14.9
Noreste de Canadá	2 854 444	3.0	8.5	1.5	4.2	12.8
Sudeste de Canadá	1 250 000	12.0	15.0	6.0	7.5	22.5
<b>ÁREA TERRESTRE (subtotal)</b>	<b>11 580 533</b>		<b>30.0</b>		<b>26.2</b>	<b>56.2</b>
Pacífico	165 384 000	5.0	826.9	2.5	413.5	1240.4
Ártico	14 056 000	0.6	8.4	1.8	25.3	33.7
Atlántico	82 217 000	10.0	822.2	5	411.1	1233.3
<b>OCÉA-NOS (sub-total)</b>	<b>261 657 000</b>		<b>1657.5</b>		<b>849.9</b>	<b>2507.4</b>
<b>TOTAL</b>	<b>273 273 533</b>		<b>1687.5</b>		<b>876.1</b>	<b>2563.6</b>

Fuente: Pilgrim, 1998

### 1.2.2. – Monitoreo ambiental específico

Canadá está técnicamente preparado para monitorear, inventariar y analizar el mercurio encontrado en la atmósfera, el suelo y el agua. Para el mercurio en la atmósfera se utilizan diversos métodos normalizados: para medir el mercurio total gaseoso se amalgama vapor de mercurio con oro, y para medir mercurio particulado, se utiliza un filtro de aire. Después

de estos procedimientos se realiza un análisis de espectrometría de fluorescencia atómica con vapor frío. Para analizar el mercurio en suelo y agua generalmente se utiliza una cámara de flujo.

### 1.2.2.1 - Aire

En Canadá, la red más amplia de monitoreo del aire es el Programa nacional para el estudio de la contaminación atmosférica (*National Air Pollution Surveillance Program, NAPS*). Fue creada en 1969, está integrada por dependencias provinciales y municipales que cooperan entre sí, y coordinada por la División de medición de la contaminación (*Pollution Measurement Division*) del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá. En 1993, el *NAPS* ya contaba con más de 117 estaciones en 57 regiones urbanas, donde se monitorean diversos contaminantes, entre ellos el mercurio. Los investigadores ahora pueden rastrear el origen del mercurio atmosférico desde su fuente hasta distancias cortas, y los estudios sobre su transporte a largas distancias están empezando a arrojar resultados. Hacen falta aún más investigaciones para medir de forma adecuada y precisa el mercurio en concentraciones bajas. Los laboratorios canadienses tienen actualmente la capacidad de detectar mercurio en el aire a 0.10 partes por billón (Informe de la Fase I de la CCA, 1996).

El Ministerio de Medio Ambiente de Ontario ha creado recientemente un método para medir el mercurio en sus diversas formas a partir de las emisiones. Este método para medir el mercurio especiado ha sido verificado y será adoptado por Canadá, Estados Unidos y otros países como norma reconocida para este tipo de análisis.

A fin de colmar los vacíos de conocimiento sobre el ciclo del mercurio se precisan redes compatibles a nivel internacional. Fitzgerald (1995) reconoció la necesidad de una red mundial del mercurio y propuso la AMNET, una red concebida para monitorear el mercurio elemental en fase gaseosa a escala internacional.

En 1996, se propuso una red hemisférica de mercurio (dirigida por Steven Lindberg, del Oak Ridge National Laboratory) para medir la deposición húmeda del mercurio en las Américas (Pilgrim y col, 1997).

Desde la propuesta de la red de las Américas se han logrado avances en Canadá. Dos sitios reciben apoyo del Consejo EU-Canadá del Golfo de Maine en las Provincias del Atlántico (*US-Canada Gulf of Maine Council*); otros dos sitios fueron propuestos por la Dirección de medio ambiente atmosférico (*Atmospheric Environment Directorate, AED*) de Quebec, y otro opera en Ontario, con lo que desde 1998 son un total de cinco sitios en el país que operan en red utilizando el Programa nacional sobre deposición atmosférica (*National Atmospheric Deposition Program, NADP*).

### Proyecto de medición de la deposición húmeda del mercurio en el Golfo de Maine

Se propuso al Consejo del golfo de Maine establecer cuatro sitios de estudio de deposición húmeda del mercurio en la cuenca atmosférica del golfo de Maine, de los cuales dos recibieron ayuda financiera durante un año. El objetivo del proyecto es cuantificar la cantidad de mercurio atmosférico que llega a los sitios costeros dentro de la cuenca atmosférica del golfo y comparar estos resultados con los de otros sitios del *NADP* en Canadá y Estados Unidos que integran una red en América del Norte. Los sitios del golfo de Maine patrocinados se localizan en St. Andrews, Nueva Brunswick y en el Parque Nacional Kejimikujik, en Nueva Escocia. El proyecto tiene una duración de cinco años, para que coincida con la Evaluación de la deposición del mercurio (*Mercury Deposition Assessment*) del *NADP* en el año 2001. El estudio

de la deposición del mercurio en el golfo es una iniciativa conjunta de la *EMAN*, el Servicio Atmosférico Ambiental (*Atmospheric Environmental Service*), el Ministerio de Medio Ambiente de Canadá y el Programa nacional sobre deposición atmosférica/Red de deposición del mercurio de Estados Unidos (*National Atmospheric Deposition Program / Mercury Deposition Network, NADP/MDN*).

Los resultados preliminares en sitios del NADP en el Atlántico canadiense muestran una concentración ponderada de volumen promedio de 7.44 ng/L, con valores superiores registrados en verano (Pilgrim, 1998). Las concentraciones y deposiciones más altas se registran en verano y las más bajas en invierno. La deposición está en función de la concentración del mercurio en precipitación y la magnitud de ésta. El índice de deposición anual en 1996 y 1997 fue de 8.2 y 8.7  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{año}$  (Pilgrim, 1998).

### Mediciones de deposición húmeda en Quebec

De julio de 1995 a julio de 1996, el Ministerio de Medio Ambiente realizó mediciones de la deposición húmeda del mercurio en St. Anicet, a lo largo del río San Lorenzo, entre Cornwall, Ontario y Montreal, Quebec (Poissant & Pilote, 1997). Se registraron concentraciones de mercurio total en lluvia entre 0.81 y 21.29 ng/L. La concentración media fue de 6.58 ng/L y el promedio de concentración ponderada de volumen fue de 6.98 ng/L. La cantidad de precipitación total registrada en la estación durante el periodo de muestreo fue de 1,085 mm, lo que dio una deposición de mercurio de 7.6  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{año}$ . Poissant sugirió que el 26% del mercurio en lluvia estaba asociado con la fase de particulación que implica una fuente cercana. La cantidad de mercurio disuelto en precipitación debería ser aproximadamente de 0.02 ng/L (Poissant, 1997). La Dirección de medio ambiente atmosférico (*Atmospheric Environment Directorate*) del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá, y el Ministerio de Medio Ambiente de Quebec están trabajando para establecer sitios en Quebec como parte del *NADP*.

#### 1.2.2.2 - Agua

Muchos departamentos federales y provinciales de Canadá monitorean los niveles de mercurio en el agua. En el caso del mercurio, están en marcha algunos estudios de química analítica para encontrar formas de determinar la especiación y las concentraciones de las diversas fases del mercurio en el agua.

Por ejemplo, el Ministerio de Medio Ambiente de Ontario mantiene la Red provincial de Ontario para el monitoreo de la calidad del agua (*Ontario-Provincial Water Quality Monitoring Network*), un sistema de estaciones en toda la provincia que reúne datos sobre la calidad del agua de ríos y corrientes. Esta red opera desde 1964 y recopila información en más de 1,900 lugares. Algunos sitios tienen un historial de tan sólo algunos años mientras que otros tienen series de datos sustanciales que abarcan extensos periodos.

Se puede detectar el mercurio en agua a 0.5 partes por billón o a un nivel de 0.5 ng/g (Informe de la Fase I de la CCA).

### Ley de pesca

La Normativa sobre efluentes líquidos de cloro y sosa cáustica (*Chlor-Alkali Liquid Effluent Regulations*) de la Ley de pesca estipula que el dueño de la planta debe monitorear la concentración del mercurio en el efluente con los métodos

descritos en la misma. Esta normativa fue promulgada en virtud de la Ley de pesca en marzo de 1972, revisada en julio de 1997 y enmendada por última vez en septiembre de 1995 (Fisheries Act, en Internet, 1997).

Se están realizando trabajos en la región de lagos experimentales para desarrollar un programa de investigación que utilice diversos isótopos de mercurio para rastrear las rutas del mercurio eliminado en el suelo mediante por ingesta de la biota. El proyecto, llamado "Metallicus", ha sido emprendido por el Departamento de pesca y océanos y se llevará a cabo en el norte de Canadá.

### 1.2.2.3 – Suelos y sedimentos

El Instituto nacional para la investigación del agua (*National Water Research Institute, NWRI*) está a cargo del Proyecto de rehabilitación de sedimentos (*Sediment Remediation Project*). Los esfuerzos se concentran en los estudios necesarios para la evaluación de la calidad de los sedimentos y saneamiento de sedimentos contaminados (Allan, 1996).

Actualmente, los niveles de mercurio en suelos y sedimentos pueden analizarse hasta niveles incluso de 5 µg/kg (Environment Canada y Natural Resources Canada, 1996).

Las calas de sedimentos proporcionan información valiosísima sobre las influencias antropogénicas (Electric Power Research Institute, 1996). Se recogieron y evaluaron perfiles de sedimento en la región boreal de Quebec, en la parte más profunda de diez lagos distantes. También se tomaron calas de cuatro embalses hidroeléctricos. El índice de sedimentación de todos los lagos analizados estaba entre 0.1 y 0.3 cm/año (Pilgrim, 1998). Lucotte calculó que la razón de concentraciones en superficie a concentraciones en fondo de mercurio (*Factor Antropogénico de Enriquecimiento Sedimentario/Anthropogenic Sedimentary Enrichment Factor, ASEF*) era de un promedio de 2.3 en el caso de los lagos de Quebec independientemente de la latitud. Lucotte mostró que a principios de los años 1940 hubo un incremento de los índices de deposición del mercurio superior a los niveles de base de todos los lagos localizados al norte de los 47 grados de latitud, y señaló que dichos niveles coincidían con los de los lagos no alterados del sur de Quebec y con un lago cabecera en Terranova.

### 1.2.2.4 - Biota

Las concentraciones de mercurio en plantas, invertebrados, peces y flora y fauna silvestres son monitoreadas por algunas instituciones canadienses, principalmente el Ministerio de Salud de Canadá (*Health Canada*), el Ministerio de Medio Ambiente y el Departamento de pesca y océanos. Las instituciones provinciales también participan en este proceso de monitoreo. Se aplican rutinariamente los métodos analíticos para la determinación de concentraciones de mercurio inorgánico total y metilmercurio en los tejidos de peces y vida silvestre, y el límite de detección de mercurio es de 20 ng/g (Informe de la Fase I de la CCA).

Se ha demostrado que las concentraciones de mercurio que rondan los 0.5 ppm en la dieta de aves piscívoras producen efectos en su reproducción y comportamiento (Scheuhammer, 1995). Resulta difícil tratar de establecer una dosis de referencia ya que las especies de interés (colimbos o martín pescador) no pueden permanecer en laboratorios durante periodos prolongados, por lo que se recurre a extrapolaciones de una especie a otra. También debe definirse con mayor claridad la función de especies químicas, como el selenio, en la detoxificación del metilmercurio. Las especies piscívoras de regiones con mayor deposición de mercurio y de áreas que favorecen la metilación, como las cuencas hidrológicas

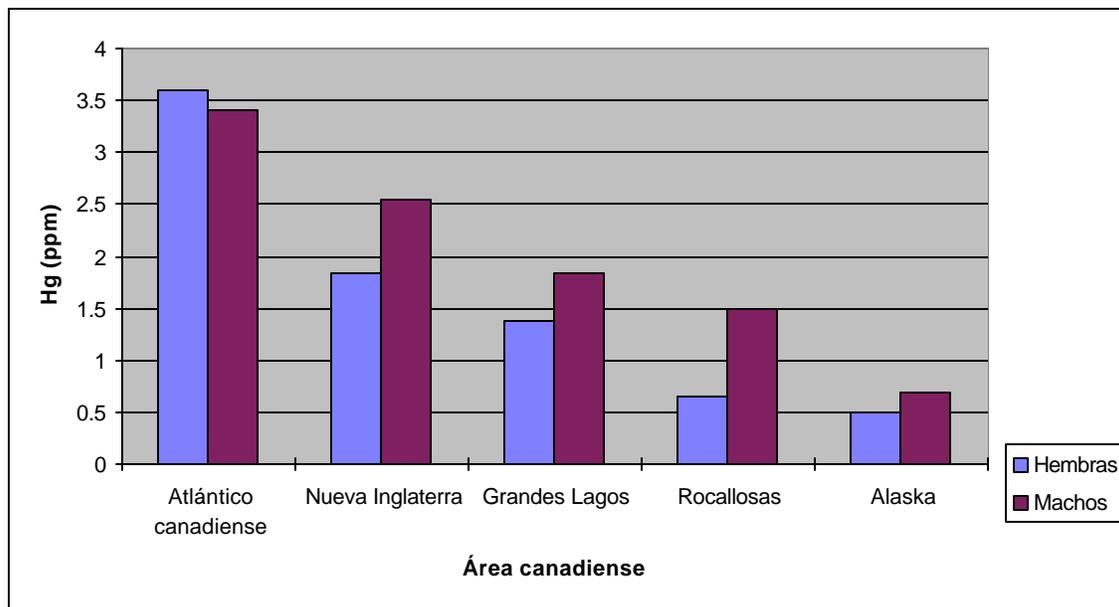
parcialmente acidificadas, las cuencas hidrológicas con extensos humedales con alto contenido de carbono orgánico disuelto, y los embalses son las que están en mayor riesgo de contaminarse con mercurio.

Una gran variedad de aves y mamíferos piscívoros bioacumulan mercurio y portan cargas corporales que se consideran un peligro para su salud y la de sus crías, según parámetros de laboratorio. Puede que algunas poblaciones hayan tenido siempre concentraciones más altas de mercurio que otras. Las tendencias geográficas en las concentraciones de mercurio que presentan distintas poblaciones son importantes para entender el problema del mercurio. Por ejemplo, se ha demostrado que las belugas y focas anilladas del Ártico oriental tienen niveles más bajos de mercurio que en el Ártico occidental, y se ha sugerido que este hecho está relacionado con la geología (Wagemann 1995).

## Colimbo

En un estudio reciente de mercurio en colimbo de cinco regiones de Estados Unidos y Canadá se observó que las concentraciones de mercurio en sangre aumentaban de oeste a este; los niveles más altos se registraron en el sudeste de Canadá (Evers y col., 1998). El Servicio de Vida Silvestre de Canadá (*Canadian Wildlife Service*) (Burgess, 1998) registró una media de 3.5 ppm de mercurio en la sangre de algunos colimbo adultos de la región del Atlántico canadiense. Ahora es preciso realizar estudios a escala más grande para determinar los efectos en la población.

**Gráfica 5: Nivel promedio de mercurio en sangre de colimbo**



Fuente: Burgess, 1996; Evers y col., 1998

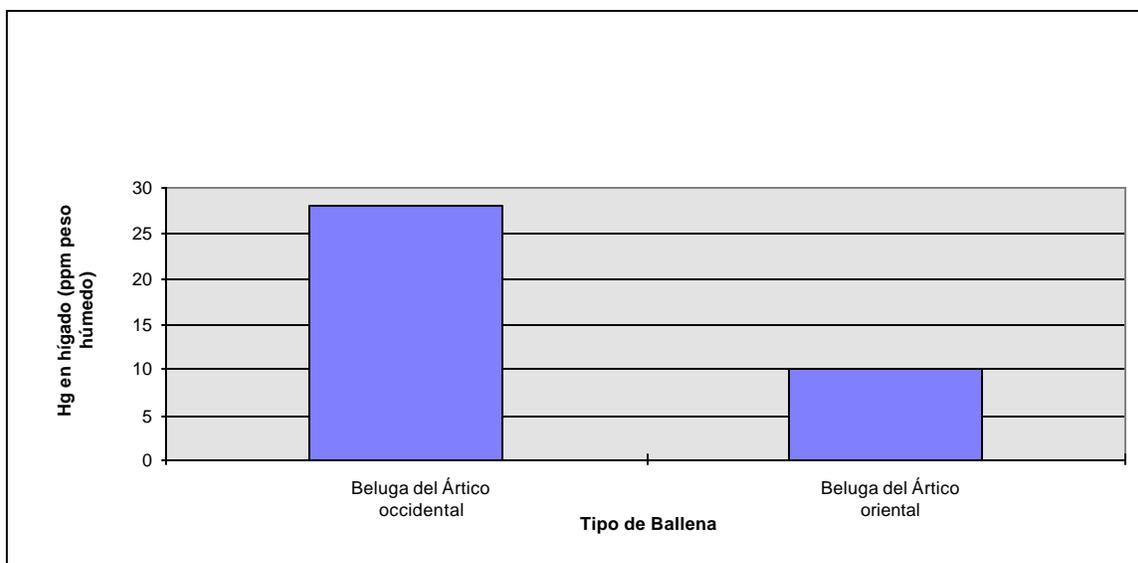
En estos últimos cien años se ha hablado muchas veces de la desaparición de las áreas de reproducción de los colimbo en Canadá. Estas versiones han sido confirmadas por informes de baja reproducción a causa del desarrollo humano y el uso

recreativo de los lagos, las precipitaciones ácidas y de otros contaminantes. Se ha sugerido que se da un menor éxito reproductivo en los colimbos cuando las concentraciones de mercurio en sus presas son en promedio de 0.1 ppm o más (Canadian Lake Loon Survey, 1997). Aproximadamente 30% de los lagos de Ontario analizados contenían presas de tamaño apto para colimbos con concentraciones de mercurio superiores a las 0.3 ppm (Canadian Lake Loon Survey, 1997).

## Ballenas

La siguiente gráfica muestra que distintas poblaciones de ballenas de la misma especie y edad acumulan diferentes niveles de mercurio. La tendencia espacial del mercurio de este a oeste en belugas es opuesta a la que muestran los colimbos. El aumento de mercurio en el medio ambiente desde los inicios de la era industrial y los niveles registrados en peces y animales piscívoros no han arrojado evidencias estadísticas ni siquiera mínimamente fiables de disminución de las poblaciones en estado silvestre. Es un hecho que deja perplejos a los investigadores pero que pone de relieve la necesidad de orientar el estudio hacia los impactos neurológicos más sutiles del mercurio y evaluar los niveles de efectos mínimos observables.

**Gráfica 6: Mercurio en belugas del Ártico del este y del oeste, 1993-1994**



Fuente: Wagemann, 1995

## 1.3 Datos sobre tendencias

En Canadá, el Ministerio de Recursos Naturales (*Department of Natural Resources*) realiza cada año un estudio sobre la producción de mercurio industrial en su primera etapa de procesamiento. Antes de 1992, se recogía información de dos principales categorías de consumo de mercurio: (i) aparatos eléctricos, instrumentos industriales y de control y (ii) elaboración electrolítica de cloro y sosa cáustica y otros usos. En vista de la reducción del uso industrial en cada categoría, sólo se registra el consumo total a fin de proteger la confidencialidad de datos comerciales. El consumo más alto de mercurio en Canadá se registró en 1948, con 236.9 toneladas, y luego se mantuvo en un promedio de 80 toneladas hasta finales de los años 1980 (Informe de la Fase I de la CCA). En 1996, el consumo en el país era aproximadamente de 6.3 toneladas y en 1998 se redujo aún más, para llegar a 2.9 toneladas (Natural Resources Canada, 1998).

### 1.3.1 Consumo interno

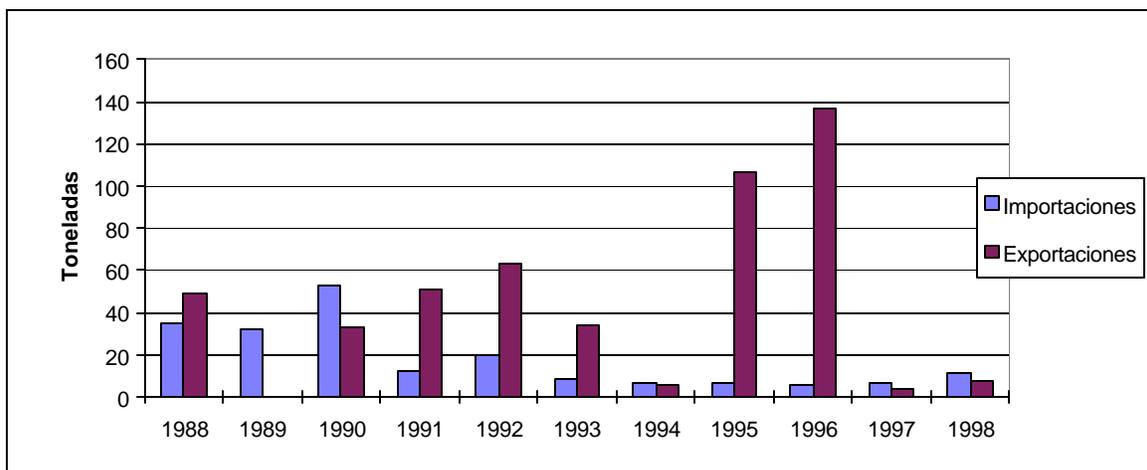
#### 1.3.1.1 Importaciones

Desde fines de los años 1980 las importaciones de mercurio empezaron a descender hasta situarse entre las 5 y 7 toneladas en 1996 y 1997, antes de subir hasta unas 11 en 1998 como se muestra en la gráfica 7 (Natural Resources Canada, 1998). Más de 90% del mercurio importado por Canadá proviene de Estados Unidos. Las importaciones de óxido de mercurio también se han reducido drásticamente, hasta llegar a 0.466 toneladas en 1998 (Natural Resources Canada, 1998), cifra que contrasta con las 214 toneladas de 1995, y las 1,742 de 1991 (Informe de la Fase I de la CCA). Ya no se importa ni mercurio nativo ni concentrados de mercurio (Natural Resources Canada, 1998).

#### 1.3.1.2 Exportaciones

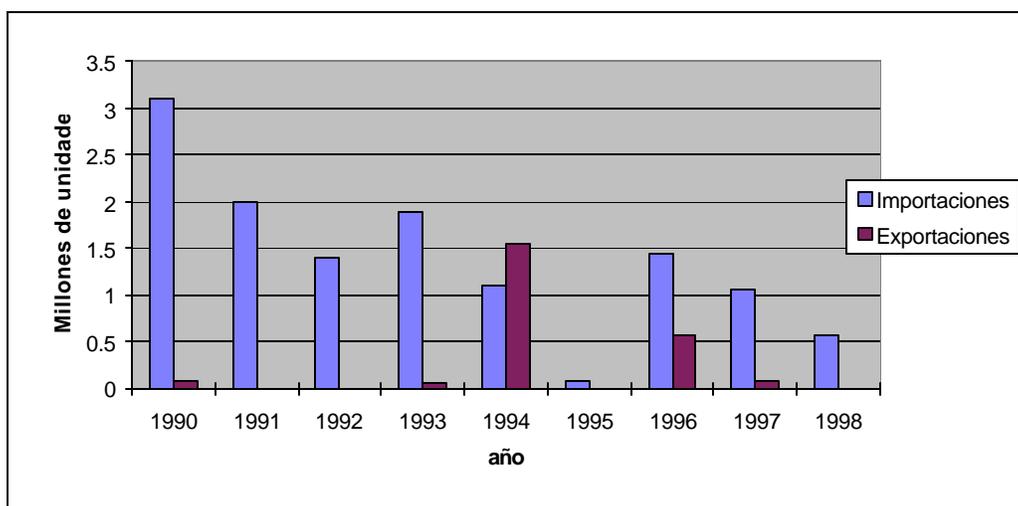
Desde 1990, Canadá ha sido un exportador neto de mercurio, excepto en 1994, cuando las exportaciones netas fueron casi nulas (Informe de la Fase I de la CCA). Desde 1994 Estados Unidos absorbe el 100% de las exportaciones de mercurio de Canadá. En 1995 las exportaciones de Canadá llegaron a las 107 toneladas, aunque por ahora se desconoce su fuente (Informe de la Fase I de la CCA). En 1996 las exportaciones alcanzaron las 137 toneladas, pero desde entonces han caído hasta llegar a 4 toneladas en 1997, y 8 en 1998 (Natural Resources Canada, 1998). En estos momentos las minas canadienses no registran producción de mercurio (Informe de la Fase I de la CCA).

**Gráfica 7: Comercio de mercurio en Canadá: importaciones y exportaciones**

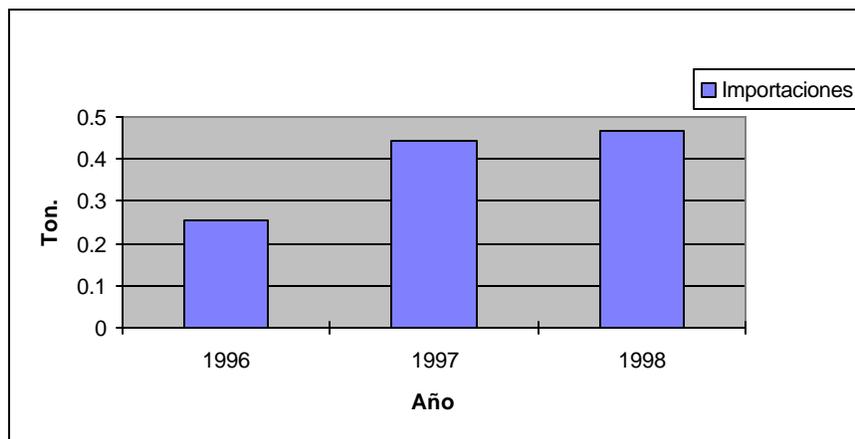


Fuente: Natural Resources Canada, 1998

**Gráfica 8: Comercio de pilas y acumuladores primarios de óxido de mercurio**



Fuente: Natural Resources Canada, 1998 y Statistics Canada, 1996, 1997, 1998

**Gráfica 9: Importaciones de óxidos de mercurio en Canadá**

Fuente: Natural Resources Canada, 1998

### 1.3.2 Patrones de uso

Hasta los años sesenta, el mercurio se utilizaba principalmente como electrodo de mercurio fluido para la electrólisis de una solución acuosa de cloruro de sodio para producir cloro y sosa cáustica. Las emisiones de estos procesos en el medio ambiente empezaron a ser preocupantes y muchas plantas productoras de cloro con cubas electrolíticas a base de mercurio fueron clausuradas o reequipadas con tecnologías de electrolizadores de diafragma o de intercambio de iones. Sigue siendo el uso más importante del mercurio en el mundo entero, pero se va reduciendo porque que las instalaciones más viejas se están clausurando y son reemplazadas con tecnología sin mercurio (Natural Resources Canada, 1998).

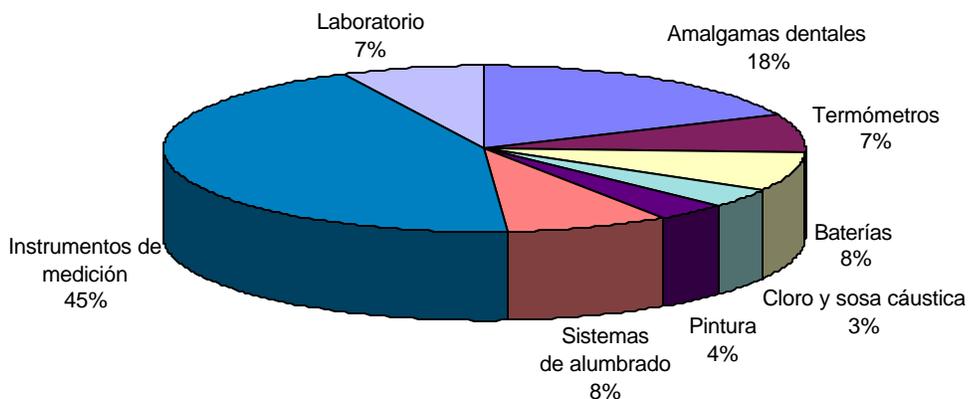
La fabricación de baterías es otro de los mercados importantes del mercurio que experimenta retracción ya que los productores optan por metales alternativos.

Los dispositivos eléctricos constituyen el tercer uso principal del mercurio. Su empleo va desde los interruptores eléctricos metálicos de los termostatos hasta las lámparas de descarga a base de vapor de mercurio. El mercurio también se utiliza en amalgamas dentales, instrumentos de medición de temperatura y presión, detonadores, y productos farmacéuticos (Natural Resources Canada, 1998).

Debido a la creciente preocupación ante los riesgos de exposición para la salud humana y el medio ambiente se han multiplicado las restricciones en los usos del mercurio; no obstante, es de prever que sus propiedades singulares le sigan asegurando un uso en determinados sectores.

El consumo registrado de mercurio metálico en Canadá para dispositivos eléctricos, instrumentos industriales y de control, y en la única planta de cloro y sosa cáustica con cubas electrolíticas a base de mercurio que todavía opera descendió a 6 toneladas en 1994 (Informe de la Fase I de la CCA). Este volumen se sigue reduciendo gracias a la eliminación de diversas aplicaciones del mercurio, por ejemplo, en la fabricación de baterías. En 1995 el consumo de mercurio metálico fue aproximadamente de 3 toneladas y en 1996 aumentó a unas 6 toneladas (Natural Resources Canada, 1998).

**Gráfica 10: Uso del mercurio en productos canadienses, 1994**



Fuente: OCDE, 1994

Como parte de sus obligaciones en virtud del Acuerdo Canadá-Ontario (*Canada-Ontario Agreement*), Ontario ha reunido una cantidad sustancial de información sobre los patrones de uso del mercurio. El uso de mercurio en otros productos ha sido severamente restringido, cuando no prohibido. Entre los usos restringidos del mercurio está el de los aditivos para pintura antimohosa, los pigmentos en pintura y los cosméticos (Canada-Ontario Agreement, en Internet, 1994).

### 1.3.2.1 Uso en dispositivos sensores de presión o temperatura

#### Termómetros

Los termómetros de mercurio contienen de 0.5 a 2.25 gramos de mercurio elemental en un pequeño tubo de diámetro interior uniforme con una cámara que contiene el mercurio en un extremo y una escala de temperatura lateral. Durante el proceso de manufactura, el mercurio elemental es sellado en la cámara, donde se dilata con el calor. El mercurio elemental tiene la característica particular de que en estado líquido está a temperatura ambiente, lo que lo hace ideal para este uso. Se estima que en 1985 se desecharon 29.5 toneladas de mercurio utilizado en termómetros clínicos, 15.3 toneladas en 1995, y se calcula que se desecharán 15.2 toneladas en el año 2000 (Environment Canada, 1998). En 1984 empezaron a aparecer sustitutos para los termómetros clínicos de mercurio, y desde entonces el uso del mercurio sigue disminuyendo (Environment Canada, 1998).

#### Termostatos

La mayoría de los termostatos que contienen mercurio se utilizan particularmente en los interruptores silenciosos/de péndulo. Los termostatos son aparatos reguladores de temperatura que por lo general contienen un elemento sensor de temperatura, un interruptor eléctrico que activa el equipo de generación de calor y frío, y un mecanismo para ajustar la temperatura normal (Sass y col. 1994). Casi todos los termostatos de uso doméstico e industrial son dispositivos

intermitentes (dos cables) con un elemento bimetálico sensor de temperatura compuesto por dos metales distintos soldados o bronzesoldados con diferentes coeficientes de expansión térmica (Sass y col. 1994). Otro tipo de elemento sensor de temperatura en el termostato es el diafragma, lleno de gas, que se dilata con el calor y se contrae con el frío.

Generalmente se usa un refrigerante de gas. Estos sensores se utilizan para aire acondicionado más que para calefacción y son más conocidos en Canadá y Europa que en Estados Unidos (Sass y col. 1994).

Los interruptores silenciosos/de péndulo de mercurio comúnmente utilizados en termostatos contienen un tubo de vidrio hermético con dos electrodos sellados en un extremo. El tubo de vidrio contiene aproximadamente 3 mg de mercurio y un gas inactivo, como el nitrógeno (Giannetas y Lourie, 1999). El termostato con interruptor de mercurio trabaja silenciosa y eficientemente, no necesita fuente de energía y requiere escaso, sino nulo mantenimiento. Este dispositivo tiene una vida de 30 a 40 años y mantiene las fluctuaciones de temperatura en una habitación a  $\pm 1^\circ$ , ahorrando hasta un 12% de energía más que la mayoría de las tecnologías alternativas, excluido el termostato eléctrico (Giannetas y Lourie, 1999).

Tienen termostatos con vástagos de mercurio los aparatos con encendido de gas que tienen llama de encendido, por ejemplo, las estufas, hornos, secadoras de ropa, calentadores de agua, calderas o radiadores (Doiron & Napier, 1998).

Hay muchos termostatos sin interruptor de mercurio. Operan sobre principios distintos, como el interruptor mecánico de disparo, el interruptor magnético normalmente abierto, el interruptor magnético normalmente cerrado y el termostato eléctrico.

#### Cuadro 4: Comparación entre el termostato con interruptor de mercurio y sus alternativas

Tipo de interruptor	Características	Aplicaciones	Contenido de Hg*	Precio del termostato (\$US)
Interruptor de péndulo a base de mercurio	preciso, fiable, larga duración	calefacción/enfriamiento doméstico, de calidad	3mg	\$40-80
Interruptor de disparo	económico, menos fiable	Calefacción eléctrica de bandas, ventilación	0	\$10-30
Interruptor magnético normalmente abierto	preciso, fiable, larga duración	calefacción/enfriamiento doméstico, de calidad	0	\$60-100
Termostato eléctrico	preciso, fiable, duración no demostrada	calefacción/enfriamiento doméstico, gran calidad, dispositivos programables	0	\$70-140

Fuente: Sass y col, 1994.

\* Gianettas y Lourie, 1999.

## Sistemas de calefacción y enfriamiento

La válvula de seguridad de mercurio/sensor de llama de mercurio detecta la presencia de la llama del piloto de un quemador de gas no visible y controla el flujo de gas hacia el quemador si el piloto está apagado. Estos dispositivos se utilizan en pilotos permanentes y de encendido electrónico en casi todo el mundo para cocinas y hornos domésticos y comerciales (Gilkeson, 1999).

En Canadá, las válvulas de cierre de seguridad deben ser aprobadas por la Asociación canadiense de normas (*Canadian Standards Association, CSA*). Es difícil determinar si una válvula de cierre contiene mercurio o con qué frecuencia se usa ya que, aunque uno puede obtener una lista de valores certificados, por restricciones de propiedad industrial los organismos certificadores no revelarán detalles de construcción y se limitarán a certificar que la pieza de equipo en cuestión ha sido aprobada para su supuesto uso (Cautillo, 1999).

Las válvulas de seguridad de mercurio se utilizaron por primera vez a principios de los años cincuenta, cuando se introdujeron los quemadores de horno con pilotos permanentes. Los sistemas de encendido de superficie caliente (*Hot Surface Ignitors HSI*) fueron introducidos a principios de los años 1970 y sólo se encuentran en aparatos con conexiones eléctricas.

### 1.3.2.2 Uso en acumuladores eléctricos

Canadá posee la normatividad denominada Environmental Choice Guidelines en lo que respecta al mercurio en acumuladores (véase sección 2.5.2). He aquí los objetivos de reducción de mercurio en baterías: a) baterías de zinc-aire para audífonos: valor máximo de 40 mg/Ah (miligramos por amperio-hora) de contenido de mercurio; b) baterías cilíndricas: valor máximo de 0.02% de mercurio por peso y c) pilas alcalinas de manganeso de tipo botón, o baterías de botón, 25 mg por pila (Pilgrim, 1998).

En enero de 1997, la Asociación Canadiense de fabricantes de baterías de uso doméstico (*Canadian Household Battery Manufacturers' Association, CHBA*) eliminó la incorporación deliberada de mercurio en las baterías alcalinas de uso doméstico, baterías de zinc-carbón, y baterías de cloruro de zinc (Antler, 1996). El único tipo importante de batería con mercurio que puede venderse en Canadá es la batería con óxido de mercurio. El mercurio se utiliza principalmente para el control de descarga de gases, que puede provocar fugas y roturas. Se han introducido nuevas tecnologías como la de eliminación o reducción de impurezas que provocan la formación de gases, el uso de otras formulaciones para eliminar la producción de gas, y nuevos diseños de acumuladores que permiten que los gases escapen más rápidamente (Binational Toxics Strategy, 1999).

### 1.3.2.3 Uso en el sector salud

#### Hospitales

En Canadá existen 159 incineradores biomédicos (SENEC Consultants, 1998). Los incineradores de desechos biomédicos destruyen desechos infecciosos y no infecciosos generados por las instalaciones del sector salud y veterinario o por las actividades de investigación correspondientes. Estas instalaciones son hospitales, clínicas de salud y veterinarias,

residencias hospitalarias, laboratorios médicos, escuelas y unidades de investigación de medicina y veterinaria y funerarias (SENES Consultants, 1998).

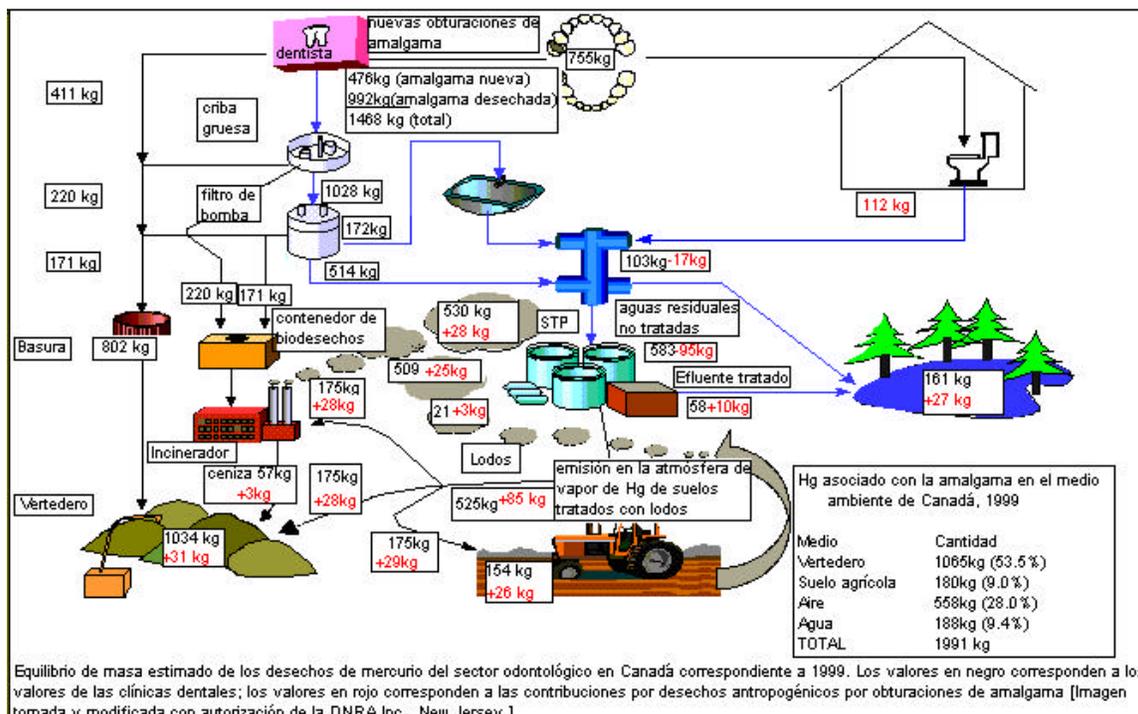
Algunas de las fuentes de mercurio en productos desechados son las baterías, lámparas fluorescentes y de alta intensidad, termómetros, papel y película para usos especiales, y productos farmacéuticos y materiales pigmentados. Según un programa de muestreo de emisiones provenientes de seis hospitales de Ontario, realizado en 1990, se estima que se emiten, en promedio, 14 gramos de mercurio por cada tonelada de desechos incinerados (Sang y Lourie, 1997). Las emisiones de mercurio por incineradores de desechos médicos en los estados del noreste se calculan en 20 g/tonelada para desechos mezclados no controlados, 16 g/ton para material infeccioso (en bolsa roja) y 0.005 g/ton para material patológico (Pilgrim, 1998).

En 1995 el sector de incineradores de desechos médicos canadiense, con sus 159 instalaciones, emitió en total 418 kg de mercurio (SENES Consultants, 1998).

### **Sector odontológico**

Al haber cada vez más información sobre el riesgo de los efectos tóxicos provocado por la acumulación de mercurio antropogénico en los ecosistemas, es mayor la presión para que se reduzcan las descargas de desechos que contienen mercurio. Por esta razón se está prestando más atención a los problemas del desecho de mercurio de clínicas dentales. Las partículas de amalgama más grandes, procedentes de restos de mezclado o del tallado y pulido de restauraciones de amalgama nuevas generalmente son recolectadas en filtros de malla gruesa. Por otra parte, algunas partículas de amalgama más pequeñas provenientes de nuevas obturaciones o de la eliminación de obturaciones anteriores se asientan en tuberías y desagües. Las demás partículas pasan al flujo de aguas de desecho y se asientan en las tuberías del drenaje o fluyen hasta las instalaciones de alcantarillado o fosas sépticas. Según investigaciones recientes, la mayor parte del mercurio recolectado en los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales proviene de las clínicas dentales (Amalgamlinks, 1997). Si se rebasan los valores de base para contenido de metales pesados, incluido el mercurio, el uso de los lodos como fertilizante se debe restringir (Amalgamlinks, 1997).

**Gráfica 11: Equilibrio de masa estimado de los desechos de mercurio del sector odontológico en Canadá, 1999**

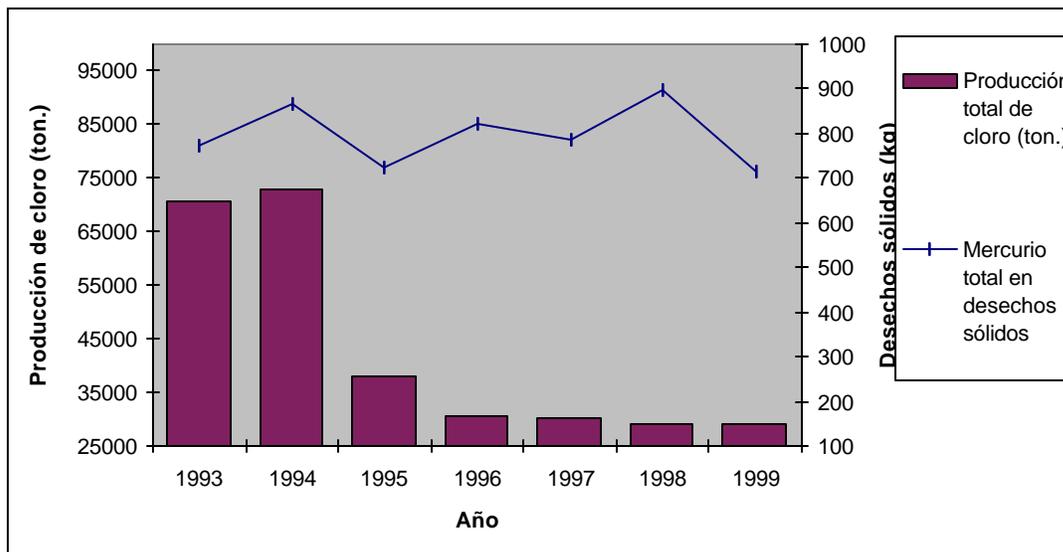


Fuente: O'Connor Associates Environmental Inc., 2000

### 1.3.2.4 Uso en la producción de cloro y sosa cáustica con electrólisis a base de mercurio

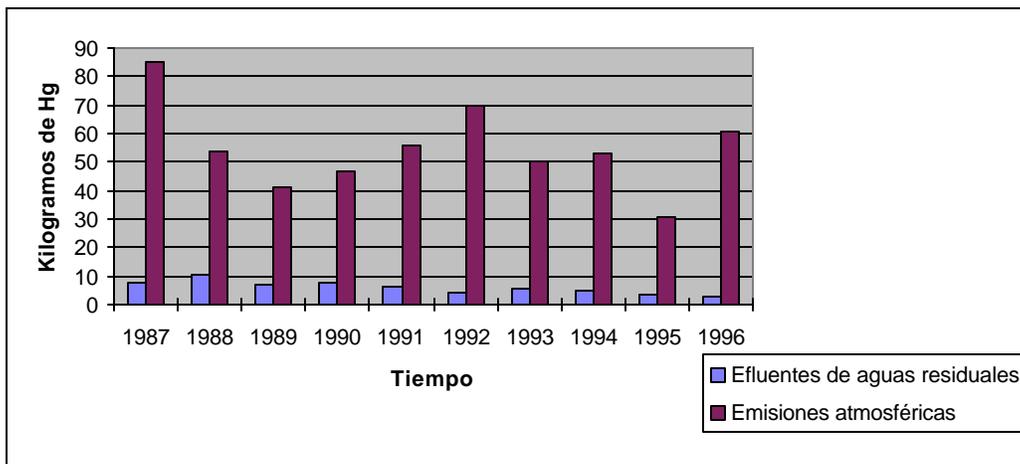
La única planta de cloro y sosa cáustica con cubas electrolíticas a base de mercurio en Canadá es la PCI Chemicals Canada Incorporated, que se localiza en Dalhousie, Nueva Brunswick. Los datos de monitoreo de 1993-96 indican que las emisiones de mercurio no rebasan los límites aceptables y que el promedio de emisiones anuales en efluente líquido era de 4.4 kg/año (Doiron y col. 1998). Las emisiones atmosféricas son 15 veces mayores que las descargas en agua. En 1996, la planta de cloro y sosa cáustica de Nueva Brunswick emitió en la atmósfera 62 kg (4.9% de las emisiones atmosféricas en Canadá) (Doiron y col. 1998). Los desechos sólidos que contienen niveles bajos de mercurio son eliminados *in situ*, y los desechos con un nivel alto de mercurio son transportados a las instalaciones de manejo de desechos peligrosos. La gráfica 11 muestra la cantidad de desechos sólidos con niveles altos de mercurio que la PCI envió fuera del sitio de 1993 a 1999, así como la cantidad de cloro producido que contiene niveles altos de mercurio.

**Gráfica 12: Desechos sólidos con contenido de mercurio y producción de cloro**



Fuente: Audet, 1999.

**Gráfica 13: Emisiones de mercurio en agua y aire de la planta de cloro y sosa cáustica en Dalhousie, Nueva Brunswick, 1987- 96**



Fuente: Pilgrim, 1998

La planta está regulada por la Ley canadiense de protección ambiental, la Normativa sobre emisiones de mercurio del sector del cloro y la sosa cáustica (*Chlor-Alkali Mercury Release Regulations*), la Normativa sobre efluentes líquidos del sector del cloro y la sosa cáustica (*Chlor-Alkali Liquid Effluent Regulations*), la Ley de Pesca

(*Fisheries Act*) y por el Certificado de Aprobación de la Ley para el medio ambiente limpio (*Clean Environment Act*), del Departamento de Medio Ambiente de Nueva Brunswick (Dorion y col. 1998).

### 1.3.2.5 Uso en otros aparatos

#### Manómetros ambientales

El Ministerio de Medio Ambiente de Canadá y la provincia de Nueva Brunswick operaban conjuntamente 22 contadores manométricos que contenían aproximadamente 500 gramos de mercurio por manómetro (Giannetas and Lourie, 1999). Éstos fueron eliminados por completo en Nueva Brunswick en 1996. Las estaciones manométricas a base de mercurio siguieron operando en Nueva Escocia y Terranova. En Canadá se utilizaban cientos de estos instrumentos y muchos manómetros de mercurio aún siguen operando en estaciones ambientales. Las descargas de mercurio en el medio ambiente son escasas. Sin embargo, al menos un manómetro fue derribado durante una inundación de primavera en el río Tobique, en Nueva Brunswick. Se estima que hay almacenados unos 3,000 kg de mercurio en las estaciones de previsión de inundaciones del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá en toda la zona del Atlántico canadiense y otros 6,000 kg en Quebec (Giannetas y Lourie, 1999).

#### Uso de fungicidas mercúricos en la agricultura

El uso de fungicidas con mercurio en la agricultura tuvo su auge en Canadá en los años setenta, cuando 95 productos agrícolas que contenían 18 diferentes compuestos de mercurio fueron registrados para su uso. Puede que gran parte de este mercurio siga en los suelos, se haya volatilizado en el aire o haya sido arrastrado por ríos y corrientes. Quizá el mercurio utilizado hace décadas aún sea parte de esta circulación, por lo que resulta importante registrar las pérdidas acumulativas. Los compuestos de mercurio para el tratamiento de semillas fueron introducidos en Canadá en 1929, pero la mayor parte fue dada de baja a principios de los años 1990; para entonces sólo cuatro fungicidas mercúricos seguían registrados para su uso en Canadá, todos ellos para céspedes (Sang y Lourie, 1997), generalmente en campos de golf.

El 31 de diciembre de 1995 el registro de todos los fungicidas mercúricos quedó interrumpido, y se permitió que las existencias de menudeo se fueran agotando hasta fines de 1997. Sang y Lourie estimaron que en Ontario, en 1997, se emitieron 0.009 g/persona, el equivalente de 90 kg/año de mercurio por volatilización de fungicidas mercúricos.

#### Aparatos de iluminación y lámparas fluorescentes

El mercurio se utiliza en la fabricación de diversas lámparas y aparatos de iluminación, entre ellas, lámparas fluorescentes, de vapor de mercurio, de haluro y de sodio de alta presión, cableado e interruptores (véase sección 2.5.2). Sang y Lourie (1996) estimaron que en Ontario las emisiones de mercurio asociadas a la fabricación, destrucción y eliminación de lámparas e interruptores de luz con contenido de mercurio eran de 240 kg por año. Extrapolando estos datos, la cantidad emitida en todo Canadá podría ser aproximadamente de 719 kg/año. La compañía Doiron and Associates señaló que el cálculo Pollution Probe se basa en el supuesto de que 25% del contenido total de mercurio de estas lámparas o dispositivos de iluminación se volatiliza.

A escala nacional, se supone que en 1995 las emisiones de mercurio por destrucción de tubos de luz fluorescente se habían reducido aproximadamente a 13.3 toneladas por año, y se espera que para el año 2000 las emisiones se reduzcan a 10.5 toneladas gracias a los programas de reciclaje y a los cambios en las tecnologías de diseño (Environment Canada, 1998). Estos datos implican que para el año 2000 el contenido de mercurio en tubos fluorescentes será reducido a 15 mg por tubo ordinario. En Canadá, el contenido promedio de mercurio en lámparas fluorescentes ha pasado de 48.2 mg en 1985 a 27 mg en 1995, y la meta industrial es continuar reduciendo el contenido de mercurio hasta los 15 mg (Bleasby, 1998).

**Cuadro 5: Tipos de lámparas que contienen mercurio**

Tipo de lámpara	Uso
fluorescente	La lámpara de tubo se utilizó por primera vez como iluminación de oficinas, pero ahora también existe en formas de foco compacto para diversos usos en el hogar y la oficina.
De vapor de mercurio	Las primeras lámparas de descarga de alta intensidad (DAI) con luz blanquiazul. Al principio se utilizaban como luces para corral de granja
De haluro metálico	Lámparas de DAI más recientes y eficientes para uso en el hogar y la oficina.
de vapor de sodio de alta presión	Lámparas de DAI blanquiamarillas utilizadas para alumbrado público e iluminación exterior de seguridad
lámparas de neón	Lámparas de colores fuertes utilizadas para anuncios publicitarios; casi todos los colores contienen mercurio, excepto rojo, naranja y rosa.

Fuente: Giannetas y Lourie, 1999

**Cuadro 6: Contenido de mercurio en lámparas fluorescentes**

Año	mg/unidad de promedio industrial
1985	48.2
1990	41.6
1994	28.0
1995	23.0
1999 (Phillips)	3.0 (lámpara baja en Hg)
2000 (meta NEMA)*	12.0 (por lámpara)

Fuente: Giannetas y Lourie, 1999

\*National Electrical Manufacturing Association

Newdick (1998) estima que en Canadá se utilizan aproximadamente 120 millones de lámparas fluorescentes. Según el Departamento de estadísticas (*Statistics Canada*), en 1990 se vendieron en Canadá cerca de 48,000,000 unidades de cátodo incandescente fluorescente, otras lámparas de descarga y lámparas ultravioletas o infrarrojas (incluidas las importadas) y unos 60,000,000 en 1995.

La reducción del contenido de mercurio en lámparas se acerca ya a los límites practicables (Sass y col. 1994). Rediseñar lámparas con cantidades pequeñas de mercurio puede reducir el mercurio lixiviable y permitirles aprobar las pruebas del procedimiento de lixiviación para caracterización de la toxicidad (*Toxicity Characteristic Leachate Procedure, TCLP*). Si el contenido de mercurio es tan bajo que compromete su buen funcionamiento, puede incrementarse el uso y emisión de mercurio, por razones de menor rendimiento y funcionamiento deficiente (Chong 1997). Aunque se sigue reduciendo el contenido de mercurio en lámparas, el crecimiento de la población, y un mayor uso y demanda, pueden ocasionar un aumento en el uso y las emisiones de mercurio.

## **Pinturas**

Los principales fabricantes de pinturas en Canadá han eliminado por iniciativa propia los compuestos mercúricos en pinturas de látex. Los plaguicidas antimicrobianos a base de mercurio, incluidos los que se emplean en pinturas para exteriores, fueron eliminados en 1998 (ver sección 2.5.2). En los años 1970 se utilizaban en Canadá aproximadamente 15 toneladas/año de mercurio para pinturas (Pilgrim, 1998). Aunque las estimaciones varían, la información actual sugiere que unos dos tercios de este mercurio fue emitido finalmente en la atmósfera, y que en los últimos años las superficies pintadas contribuyeron significativamente al total de las emisiones atmosféricas de mercurio (Doiron & Associates, 1997). El Ministerio de Medio Ambiente de Canadá estimó que el uso en pinturas contribuyó con 448 kg al inventario de emisiones de mercurio total de 1978 del Atlántico canadiense (Pilgrim, 1998).

## **Interruptores /relevadores**

Los ignitrones, tiratrones y tubos de disparo que contienen mercurio se utilizan como interruptores eléctricos por medio de control de rejilla (Sass y col. 1994). La creación del transistor en 1947 (estado sólido) ha reemplazado la mayor parte de los bulbos y algunos tubos de gas. Sin embargo, las aplicaciones que requieren la amplificación de señales de alta potencia, como en los primeros modelos de hornos de microondas, instalaciones de radar, máquinas de rayos X y rectificadores de arco de mercurio aún precisan tubos rellenos de gas con vapor de mercurio. La industria de las comunicaciones está realizando investigaciones sobre la tecnología de interruptores con fibra óptica (Sass y col. 1994).

Los interruptores silenciosos / de péndulo son pequeños tubos con un contacto eléctrico en un extremo del tubo. Cuando el tubo se inclina, el mercurio se acumula en el extremo donde se localizan los electrodos. Estos interruptores tienen numerosas aplicaciones, por ejemplo, en interruptores de luz, controles del flotador de bomba de sumidero, lámparas de cajuelas de automóviles, lámparas en las puertas de refrigeradores y congeladores, y tapas de lavadoras (Sass y col, 1994).

Los interruptores de láminas son pequeños controles de circuito utilizados en aparatos electrónicos que tienen contactos eléctricos de mercurio humectados. Actualmente los están reemplazando alternativas electro-ópticas y de estado sólido para aplicaciones en comunicaciones y controles de circuito (Sass y col, 1994).

## **Lentes de faros marítimos**

Canadá llegó a tener 6 toneladas de mercurio almacenadas en sus faros marítimos (Pilgrim, 1998). Este mercurio se utilizaba para mantener en flotación las lentes del faro. No se han hecho estimaciones de las emisiones en el medio ambiente cuando el desmantelamiento de estas instalaciones. Sin embargo, la Guardia Costera de Canadá (*Canadian Coast Guard*) ha notificado que el mercurio recuperado se ha enviado a agentes autorizados para reciclar mercurio elemental.

### **1.3.3 Patrones de producción**

#### **1.3.3.1 Producción primaria**

Actualmente, no hay producción primaria de mercurio en Canadá (Natural Resources Canada, 1998).

#### **1.3.3.2 Producción de subproductos**

Aunque el metal primario de mercurio ya no se produce en Canadá, durante los procesos de fundición y extracción minera se producen algunos compuestos que contienen mercurio. El mercurio suele estar asociado con minerales metálicos comunes así como con el oro y otros metales preciosos. Durante los procesos de fundición y refinación de minerales metálicos comunes se pueden recuperar micropartículas de mercurio en el tratamiento de gases que contienen azufre. El mercurio se fija con otros compuestos y se exporta a Estados Unidos, donde prosigue su recuperación. Asimismo, todo compuesto que contenga mercurio, junto con otros oligoelementos que hayan quedado de las etapas de refinación del oro y otros metales preciosos, es enviado a Estados Unidos para su tratamiento ulterior.

## 2. Gestión de riesgos y prevención de la contaminación

Canadá participa en algunas iniciativas internacionales, regionales y nacionales que se ocupan de la contaminación de metales pesados en aire, agua y tierra. Las estrategias que a continuación se describen abarcan una gran variedad de políticas, planes de acción, programas y normativas concebidas con el ánimo de sustentar el bienestar ambiental y económico. De manera colectiva, las iniciativas abarcan las dimensiones espacial, política, y social. Por ejemplo, hay programas de monitoreo en todo el país, y los planes de reducción contienen referencias a las regiones distantes del norte, al medio ambiente marino y las aguas dulces. Las políticas y la legislación señalan la importancia del comercio de metales, pero previenen contra el peligro de algunas de sus propiedades. Muchas de las estrategias atienden necesidades de desarrollo y culturales.

### 2.1 Políticas nacionales

#### 2.1.1 Política del gobierno federal

##### **Política para el manejo de las sustancias tóxicas (*Toxic Substances Management Policy, TSMP*)**

La Política para el manejo de las sustancias tóxicas (*Toxic Substances Management Policy, TSMP*) de Canadá establece un marco que permite adoptar decisiones científicamente válidas respecto al manejo efectivo de las sustancias tóxicas. Este marco sirve para verificar que los principios de prevención de la contaminación sean aplicados en estos programas, cimentando al mismo tiempo una economía saludable y la creación de empleo. La política tiene dos objetivos de gestión fundamentales: el primero es la eliminación virtual en el medio ambiente de las sustancias tóxicas generadas sobre todo por la actividad humana y que son persistentes y bioacumulativas. Se las denomina "Track 1 Substances" (sustancias de seguimiento prioritario). El segundo objetivo es gestionar el ciclo de vida de otras sustancias tóxicas y sustancias que son motivo de inquietud a lo largo de todo su ciclo vital, a fin de prevenir o reducir sus emisiones en el medio ambiente. Estas sustancias integran el grupo "Track 2 Substances" (sustancias de seguimiento secundario), y comprende sustancias naturales como el mercurio. La TSMP establece reglas preventivas, proactivas y de responsabilización para el manejo de sustancias tóxicas. Se aplicará a todas las áreas bajo jurisdicción del gobierno federal. Una sustancia del grupo Track 2 puede ser objeto de eliminación virtual del medio ambiente si plantea riesgos inaceptables para el medio ambiente o la salud humana. La clasificación Track 2 permite designar elementos y sustancias naturales, como el mercurio, que son utilizados por el hombre o emitidos al medio a causa de sus actividades y fijar metas para que su presencia sea reducida a niveles de generación natural.

##### **Política sobre minerales y metales (*Minerals and Metals Policy, MMP*)**

La Política sobre minerales y metales (*Minerals and Metals Policy, MMP*) del gobierno de Canadá describe la función, objetivos y estrategias del gobierno para el desarrollo sustentable de los recursos mineros de Canadá en áreas bajo jurisdicción federal. Proporciona orientación para las decisiones federales respecto a minerales y metales dentro del contexto del desarrollo sustentable. Esta orientación comprende las siguientes áreas: marco de política pública sensible a la problemática, papel del mecanismo de mercado, papel de la normativa, papel de los enfoques no reglamentarios, importancia de la ciencia, respaldo al concepto de prevención de la contaminación, afirmación del enfoque precautorio y aceptación del principio "el que contamina paga". Esta política introduce una óptica para el uso y manejo responsables de

minerales y metales denominado "Principio de uso sin riesgo" (*Safe Use Principle*). Este principio se basa en un enfoque fundamentado en el ciclo de vida para el uso y gestión de minerales y metales, incluida la aplicación de estrategias de evaluación y gestión de riesgos partiendo de prácticas de gestión que están ya bien establecidas.

## **Estrategia federal para la prevención de la contaminación**

La estrategia federal para la prevención de la contaminación (*Federal Pollution Prevention Strategy*) subraya la necesidad de dejar atrás la idea de gestionar las emisiones para adoptar el concepto de prevenir la contaminación, y compromete al gobierno federal a lograr un clima en el que la prevención de la contaminación sea un aspecto fundamental en las actividades del sector privado. También indica que las técnicas y prácticas para la prevención de la contaminación deben centrarse en las "sustancias preocupantes". Según la información científica existente, el mercurio es una sustancia objeto de preocupación.

### **2.1.2. Iniciativas internas de Canadá**

#### **Ley canadiense de protección ambiental (CEPA)**

La Ley canadiense de protección ambiental (*Canadian Environmental Protection Act*) ha evolucionado mucho desde su aprobación en 1998. Al principio se orientó hacia la estricta aplicación de la legislación y la cooperación intergubernamental. En 1996 fue renovada, y el 31 de marzo de 2000 fue promulgada oficialmente. El objetivo de la Ley canadiense de protección ambiental revisada, de 1999, es la prevención de la contaminación y la protección del medio ambiente y la salud humana a fin de contribuir al desarrollo sustentable. La *CEPA* de 1999 atiende muchas cuestiones, como el control de sustancias tóxicas (mercurio, por ej.), control de la contaminación y manejo de aguas residuales, y aplicación de la legislación (CEPA, en Internet, The New Canadian Environmental Protection Act 1999, <<http://www.ec.gc.ca/cepa/english/index.htm>>).

La Lista nacional de sustancias (*Domestic Substances List*) establecida por la Ley canadiense de protección ambiental, tiene registrados 32 compuestos de mercurio en el comercio en Canadá. Se considera que los compuestos de mercurio que no figuran en esta lista son nuevos en el mercado canadiense y su introducción requiere notificación de conformidad con las Normas para la notificación de nuevas sustancias (*New Substances Notification Regulations*) de la *CEPA*. El mercurio y todos los compuestos de mercurio figuran en el rubro "*Schedule 1*" de la lista de sustancias tóxicas de la *CEPA*, lo que implica que el Ministro está facultado para reglamentar su entrada en el medio ambiente.

#### **Proceso de opciones estratégicas (Strategic Options Process, SOP)**

En virtud de la Ley canadiense de protección ambiental, varias sustancias han sido evaluadas y señaladas como tóxicas para la salud humana y el medio ambiente. El proceso de opciones estratégicas (*Strategic Options Process, SOP*) fue creado para determinar métodos para el manejo de sustancias declaradas tóxicas en virtud de la *CEPA*. El proceso se divide en dos fases: la primera es la de recopilación de información (*Information Gathering*). Esta primera fase consiste en integrar una mesa de trabajo, o "*Issue Table*", para fijar los objetivos de salud y medio ambiente así como el plazo para lograrlos dentro del contexto del desarrollo sustentable. Una función importante de la *Issue Table* es verificar que

se cuente con la información científica, técnica y socioeconómica necesaria para la evaluación de opciones estratégicas. La segunda fase es la de identificación y evaluación de opciones (*Options Identification and Evaluation*). La información reunida durante la primera fase del *SOP* se utiliza para estudiar las opciones que permitan atender los objetivos de salud y medio ambiente dentro del contexto del desarrollo sustentable. Actividades voluntarias, recopilación de información, medidas basadas en el mercado y medidas obligatorias para la reducción de la contaminación: todas ellas son posibles estrategias que la *Issue Table* considera. El análisis de costos y beneficios concebido por el *SOP* estudia la viabilidad de poner en práctica diversas estrategias para el control de la contaminación tomando en cuenta el costo de la aplicación de nuevas tecnologías o procesos. Se está elaborando un resumen del informe del *SOP* en el que se incluyen recomendaciones finales para revisión de los ministros, que pueden proceder sobre las recomendaciones contenidas en los informes del *SOP*.

Se realizaron estudios de los sectores de extracción y refinado de metales comunes y de generación de energía eléctrica a fin de definir estrategias para la reducción de las emisiones de mercurio. Para los metales comunes, la *Issue Table* del *SOP* recomienda que de aquí al año 2008 se logre una reducción del 80% de las emisiones de mercurio, níquel, arsénico, plomo y cadmio de fundidoras y refinadoras con respecto a las de 1998 (Davies, 1997). Por lo que hace al mercurio en el sector de generación de energía eléctrica, el informe del *SOP* recomienda específicamente una reducción de 5% a 30% de las emisiones de mercurio en relación con los valores actuales. Recomienda también que en 2000 queden establecidas normas de desempeño ambiental para emisiones, bajo los auspicios del Consejo de Ministros de Medio Ambiente de Canadá (*Canadian Council of Ministers of the Environment, CCME*), y que se elaboren planes de gestión por sitio (Environment Canada, 1996).

### **Inventario nacional de emisiones de contaminantes (*National Pollutant Release Inventory, NPRI*)**

El Inventario nacional de emisiones de contaminantes (*National Pollutant Release Inventory, NPRI*) proporciona a la ciudadanía canadiense un resumen de la base de datos sobre contaminantes emitidos en el medio ambiente por los sectores industrial y de transporte de Canadá. Notifican sus emisiones las empresas que cumplen con las siguientes condiciones: tener 10 o más empleados de tiempo completo y utilizar una sustancia del *NPRI* en concentraciones mayores a 1% por peso y en cantidades superiores a las 10 toneladas (Environment Canada, 1996). El mercurio producido, procesado o utilizado de alguna otra forma debe ser declarado si rebasa los 5 kg. Por ahora, los consultorios odontológicos están exentos. Las empresas deben presentar un informe al Ministerio de Medio Ambiente de Canadá y declarar toda emisión en el aire, agua y suelo de compuestos que figuran en el *NPRI*. En lo que respecta a subproductos, como los derivados de la quema de combustibles, sólo se deben declarar valores que rebasen el mínimo de 10 toneladas. Las minerías quedan exentas de esta obligación de declarar, pero no las compañías que procesan materiales extraídos, como las fundidoras.

El Ministerio de Medio Ambiente de Canadá propuso cambios al *NPRI* para el año de declaración de 1997, entre ellos, nuevas bases de declaración y otros criterios. En el caso del mercurio, se han reevaluado los requisitos de declaración de forma que tomen en cuenta cantidades menores de la sustancia tóxica. El gobierno ha aportado cambios que permiten que la declaración de toxinas sea más completa. Se están revisando los aspectos de cumplimiento, promoción y aplicación de la legislación para tener la certeza de que las empresas comprendan la obligación jurídica de declarar. Anteriormente no se declaraban las emisiones de mercurio inferiores a las 10 toneladas. En diciembre de 1999 se estableció un nuevo criterio de 5 kg como base para el mercurio.

### **Ley sobre evaluación ambiental (*Environmental Assessment Act*) y Proceso de revisión de la evaluación ambiental (*Environmental Assessment Review Process*)**

El proceso de Evaluación ambiental obliga a los promotores de proyectos a considerar las ramificaciones ambientales y sociales de los mismos y a buscar la participación de los ciudadanos afectados. Si la Ley prevé que debe realizarse una evaluación ambiental, el proceso de revisión debe iniciar en la etapa de planeación del proyecto, antes de que se tomen decisiones irrevocables.

### **Acuerdo de armonización ambiental del Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente (*Canadian Council of Ministers of the Environment Accord on Environmental Harmonization*) y Subacuerdo sobre normas (*Standards Sub-Agreement*)**

El Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente (*CCME*) está compuesto por los Ministros de Medio Ambiente del gobierno federal, las diez provincias y los tres territorios. En noviembre de 1996, el *CCME* aprobó el Acuerdo pan-canadiense de armonización ambiental (*Canada-Wide Accord on Environmental Harmonization*). Los objetivos del Acuerdo son mejorar la protección ambiental, promover el desarrollo sustentable, y lograr una mayor efectividad, eficiencia, rentabilidad, previsibilidad y claridad de los asuntos de gestión ambiental del país. Para lograr estos objetivos, los gobiernos han acordado celebrar subacuerdos multilaterales sobre problemas específicos.

### **Normas pan-canadienses (*Canada-Wide Standards, CWS*) para el mercurio**

En noviembre de 1996, el Consejo de Ministros de Medio Ambiente, con excepción de la provincia de Quebec, aprobó un Acuerdo sobre armonización ambiental (*Accord on Environmental Harmonization*). Este acuerdo se centra en la gestión coordinada de asuntos ambientales, y fue seguido en 1998 por una serie de subacuerdos para armonizar las evaluaciones ambientales, inspecciones ambientales y establecer Normas pan-canadienses (*CWS*) para varios asuntos prioritarios. El mercurio fue designado como uno de los asuntos prioritarios, y en 1999 fue presentado a revisión del Comité de Ministros un proyecto de Normas pan-canadienses para el sector de fundición de metales comunes. Este proyecto venía acompañado de propuestas para las primeras acciones de los gobiernos provinciales, territoriales y federal con miras a la instrumentación de las Normas. Dichas propuestas figuran en el Cuadro 7. Se están elaborando más Normas pan-canadienses para las emisiones de plantas generadoras de energía a base de combustibles fósiles. También se ha sugerido que se tomen en cuenta los productos que contienen mercurio. Los controles prioritarios tienen como objeto las lámparas fluorescentes y amalgamas dentales.

**Cuadro 7: Propuestas de acción**

	<b>Instalaciones existentes</b>	<b>Instalaciones nuevas/propuestas</b>	<b>Otras propuestas</b>
<b>Canadá</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar planes de instrumentación para instalaciones de incineración existentes, propiedad del gobierno federal u operadas o administradas por el</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Integrar un equipo de aplicación de opciones estratégicas que monitoree los avances de la instrumentación de las normas para metales</li> </ul>

	mismo.		<p>comunes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener la base de datos <i>RDIS</i> (Sistema de Información de Datos de Referencia) o base de datos equivalente sobre emisiones, como medio para rastrear las emisiones de mercurio</li> <li>• Apoyar las gestiones internacionales para reducir las emisiones antropogénicas mundiales de mercurio</li> <li>• Dirigir la coordinación federal/provincial de informes para el Consejo de Ministros sobre los avances de empresas y jurisdicciones en cumplimiento de las Normas</li> <li>• Respalda las oficinas de <i>ARET</i> y el <i>NPRI</i> como principales mecanismos públicos de notificación de índices de emisiones de mercurio provenientes de diversos sectores</li> </ul>
<b>Alberta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• toda instalación existente que entre en el ámbito de las normas estará sujeta a las disposiciones mediante proceso reglamentario o no reglamentario</li> <li>• las instalaciones de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• toda nueva instalación tendrá que cumplir las disposiciones mediante proceso reglamentario o no reglamentario</li> </ul>	

	<p>incineración de desechos urbanos y médicos en cantidades menores a 120 ton/año serán objeto de inspección para determinar las mejores opciones para la implementación de normas</p>		
<b>Columbia Británica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sólo una planta de fundición de metales comunes, y una incineradora de desechos sólidos urbanos existentes están sujetas a las <i>CWS</i>. Estas plantas serán monitoreadas para garantizar que cumplan con las normas de forma permanente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No hay incineradoras de desechos peligrosos o biomédicos ni instalaciones de lodos de drenaje sujetas a las <i>CWS</i>. Si se propone alguna, se aplicarán las <i>CWS</i></li> </ul>	
<b>Manitoba</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>desarrollar y revisar opciones para la instrumentación de las normas de incineración en las instalaciones existentes que corresponda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>instrumentar normas para las nuevas instalaciones mediante procesos reglamentarios y no reglamentarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>seguir participando en la aplicación de procesos de opciones estratégicas para fundidoras de metales comunes</li> </ul>
<b>Nueva Brunswick</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer un calendario de cumplimiento para instrumentar las <i>CWS</i> en instalaciones existentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>instrumentar normas en instalaciones nuevas mediante el proceso reglamentario de aprobación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>análisis de mercurio en humos en una de las termoeléctricas a base de carbón</li> <li>participación en la instrumentación del Plan de Acción sobre Mercurio</li> </ul>
<b>Terranova y Labrador</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>las nuevas fundiciones de metales comunes deberán utilizar la tecnología óptima disponible para</li> </ul>	

		<p>cumplir con las <b>CWS</b> propuestas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>las nuevas incineradoras de desechos peligrosos, desechos médicos o de lodos de drenaje deberán revisar el uso de combustores cónicos de desechos y estimar el tiempo que les queda de vida</li> </ul>	
<b>Territorios del Noroeste</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>las nuevas fundiciones deberán atenerse a las correspondientes normas y aprobaciones, entre ellas las <b>CWS</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se está preparando unas nuevas Directrices ambientales (<i>Environmental Guideline</i>) de conformidad con la Ley de protección ambiental (<i>Environmental Protection Act</i>) que proporcionarán más información a usuarios institucionales para evitar que los desechos que contengan mercurio entren al flujo de desechos urbanos y biomédicos</li> </ul>
<b>Nueva Escocia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>un incinerador que quema desechos urbanos y médicos. Este incinerador actualmente cumple las <b>CWS</b> propuestas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>las nuevas fundidoras de metales comunes o incineradores de desechos peligrosos se sujetarán a la Normativa de Evaluación Ambiental (<i>Environmental Assessment</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participar en la instrumentación del Plan de Acción sobre Mercurio</li> </ul>

		<p><i>Regulations</i>) y se utilizarían las CWS al determinar las emisiones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• todos los nuevos incineradores de desechos médicos y urbanos tendrán que sujetarse a las CWS</li> </ul>	
<b>Nunavut</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• todo nuevo incinerador o fundición se sujetará a las CWS</li> </ul>	
<b>Ontario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir participando en el proceso de aplicación de opciones estratégicas para la norma de fundición de metales comunes y monitorear las instalaciones para asegurarse de que sigan cumpliendo con la norma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• establecer un sistema de notificación y monitoreo para vigilancia del desempeño y cumplimiento de la norma en las instalaciones de incineración</li> <li>• las instalaciones nuevas y en expansión serán atendidas durante el proceso de evaluación ambiental y de aprobación (<i>Environmental Assessment and Approvals</i>)</li> </ul>	
<b>Isla del Príncipe Eduardo</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• establecer un sistema de notificación y monitoreo para vigilancia del desempeño y cumplimiento de la norma de incineración</li> </ul>	

		<p>de desechos en las instalaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• todo incinerador de lodos de depuración o fundición de metales comunes tendrá que cumplir la legislación existente y las <i>CWS</i></li> </ul>	
<b>Saskatchewan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• en el caso de instalaciones de desechos médicos que incineran menos de 120 ton/año, se formará una asociación entre el gobierno y los propietarios a fin de documentar e instrumentar un plan de desviación del mercurio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• toda futura fundición de metales comunes, incinerador de desechos sólidos urbanos, de desechos peligrosos o de lodos de drenaje se sujetarán a la legislación correspondiente durante las fases de planeación, desarrollo y operación</li> </ul>	
<b>Yukon</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• toda futura fundición de metales comunes, incinerador de desechos peligrosos o incinerador de lodos de drenaje se sujetará a las <i>CWS</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opera un programa anual de recolección de desechos especiales por el que se recolectan los desechos peligrosos para su adecuada eliminación.</li> </ul>

Fuente: CCME, 1999.

**Programa de contaminantes del norte (*Northern Contaminants Program, NCP*) e Informe de evaluación sobre contaminantes en el ártico canadiense (*Canadian Arctic Contaminants Assessment Report, CACAR*)**

Una iniciativa del "Plan Verde" (*Green Plan*) de 1990 fue el programa llamado Estrategia de protección ambiental del Ártico (*Arctic Environmental Protection Strategy, AEPS*), cuyo objetivo es preservar y mejorar la integridad, salud, biodiversidad y productividad de los ecosistemas del Ártico para beneficio de las generaciones presentes y futuras. El objetivo del Programa sobre contaminantes del Norte de esta Estrategia es reducir y, de ser posible, eliminar los contaminantes en los alimentos de la región. Aunque el Plan Verde y la *AEPS* hayan cumplido el mandato conferido por el *NCP*, las investigaciones siguen su curso. El resultado de la primera fase de declaración es el Informe de evaluación sobre contaminantes en el Ártico canadiense (*Canadian Arctic Contaminants Assessment Report*,

**CACAR**). Este informe fue elaborado en respuesta a la preocupación por el hecho de que se están detectando sustancias tóxicas, como organoclorados, metales pesados y radionúclidos en concentraciones relativamente altas en el medio ambiente del Ártico, donde no existe un uso local ni una fuente de contaminantes evidente. Los objetivos son localizar los contaminantes y su ubicación, determinar fuentes y efectos en la población y en la flora y fauna silvestres a fin de encontrar formas de reducir los riesgos.

Un asunto preocupante para las comunidades indígenas del Ártico es que dependen de la fauna silvestre que en algunos casos puede haber bioacumulado en sus músculos y grasa niveles riesgosos de metales pesados y otros contaminantes. La conclusión del informe es que hacen falta más investigaciones sobre los efectos en la salud de adultos, niños y no natos por la contaminación con metales pesados a niveles bajos. La ciudadanía puede consultar una versión resumida del informe **CACAR** titulada *Highlights of the Canadian Arctic Contaminants Assessment Report: A Community Reference Document*. Actualmente está en marcha la segunda fase del **NCP**.

### **Red nacional de vigilancia de la contaminación del aire (*National Air Pollution Surveillance, NAPS, Network*)**

Establecida en 1970, la Red nacional de vigilancia de la contaminación del aire es una base de datos para monitorear la calidad del aire en todo el país. Originalmente limitada a centros urbanos, se fue ampliando hasta incluir algunas áreas rurales. Al principio, la **NAPS** estaba equipada para analizar bióxido de azufre, bióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, materia particulada y plomo. Recientemente se ha ampliado su capacidad de análisis e incluye el mercurio (Davies, 1997). Actualmente hay 155 estaciones **NAPS** en 55 ciudades de Canadá (NAPS, en Internet, 1998).

### **Base de datos nacional sobre el uso de plaguicidas (*National Pesticides Use Database*)**

En virtud de la **CEPA** y de la Ley sobre productos para el control de plagas (*Pest Control Products Act*), esta base de datos es el resultado de un estudio conjunto sobre plaguicidas del Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Salud de Canadá con base en los ingredientes activos registrados. En 1990, la base de datos indicaba que aún había cierta cantidad de contenido de mercurio y cloruro de mercurio en los fungicidas utilizados en los prados de los campos de golf. Las cantidades registradas se consideran confidenciales (Environment Canada, 1996); no obstante, desde 1997 está prohibido cualquier uso adicional, incluido el uso de remanentes almacenados.

### **Memorándum de Entendimiento (MDE) entre las cinco dependencias en materia de recursos**

Este MDE ha sido establecido entre las cinco dependencias en materia de recursos sobre ciencia y tecnología para el desarrollo sustentable: 1) Departamento de Agricultura y Alimentos (*Agriculture and Agri-Food Canada*), 2) Ministerio de Medio Ambiente (*Environment Canada*), 3) Departamento de Pesca y Océanos (*Fisheries and Oceans*), 4) Ministerio de Salud (*Health Canada*) y 5) Ministerio de Recursos Naturales (*Natural Resources Canada*), con el objeto de apoyar la ciencia y la tecnología para el desarrollo sustentable. El grupo de trabajo sobre metales establecido en virtud del **MDE** ha estado trabajando en cuestiones científicas relacionadas con la participación de Canadá en el Protocolo sobre Metales Pesados del Convenio sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CATLD CEPE). Han reunido a un grupo de investigadores y científicos que trabajan para explorar conjuntamente los problemas y responder a preguntas que incidirán en el proceso de desarrollo de políticas.

Estas son algunas de las preguntas clave formuladas con respecto a los metales pesados:

- a) ¿Existen efectos ambientales medibles de efluentes y emisiones de minas en otros lugares que puedan ser monitoreados?
- b) ¿Qué se necesita para revertirlos?
- c) ¿Produce efectos nocivos en el medio ambiente la deposición de metales causada por el transporte a grandes distancias? En caso afirmativo, ¿qué reducciones son necesarias?
- d) ¿Cuáles son los procesos que controlan el movimiento de metales dentro de la biósfera, atmósfera, geósfera e hidrósfera y entre ellas?

Los cinco departamentos han participado en un buen número de actividades cuyo objetivo es dar respuesta a estas preguntas. Por ejemplo, en Canadá existen cinco sitios donde se miden las cargas de los metales por vía atmosférica. El servicio geológico canadiense (*Geological Survey of Canada, GSC*) registra las tendencias de los índices de contaminación por metales pesados, midiendo las cargas en suelos agrícolas, sedimentos e incluso en núcleos de árboles. El *GSC* y el Servicio Meteorológico de Canadá (*Meteorological Services Canada, MSC*) están determinando áreas de deposición primaria de metales pesados en los alrededores de fundidoras mediante estudios de equilibrio de masa/suelo y la determinación de la especiación de metales en el aire y en la deposición en los alrededores de las fundidoras.

### **Acuerdo Canadá - Ontario (*Canada - Ontario Agreement, COA*)**

La función del *COA* respecto a la Cuenca de los Grandes Lagos es coordinar las actividades y programas entre el gobierno federal y el de Ontario para prevenir y reducir la contaminación presente en el ecosistema de los Grandes Lagos. Por eso, el gobierno de Canadá y la provincia de Ontario han acordado eliminar virtualmente las sustancias tóxicas y bioacumulativas del ecosistema de los Grandes Lagos. El mercurio figura en la lista de sustancias para eliminación. En este caso particular, el objetivo es alcanzar una reducción del 90% para el año 2000 (Environment Canada, 1996). Este enfoque implica programas voluntarios de parte del sector industrial y otros programas para reducir el uso de estas sustancias. El programa del *COA* recurre a algunas iniciativas existentes para propiciar estas reducciones y para informar sobre los avances en las mismas.

### **Planes de Acción para los Grandes Lagos y los ríos San Lorenzo y Fraser**

Estas iniciativas del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá engloban un concepto de gestión de ecosistemas que habilita a las comunidades del área específica del plan de acción correspondiente para que promuevan una ciudadanía ambientalmente responsable y el desarrollo sustentable. Los metales tóxicos están clasificados como elementos que someten a tensión perjudicial a los ecosistemas y, por consiguiente, han sido designados para ser objeto de gestión apropiada dentro del ámbito geográfico de los planes de acción.

### **Base de datos nacional sobre exploración geoquímica (*National Geochemical Reconnaissance Database*)**

Como parte de un programa permanente para cartografiar la química superficial de la masa terrestre de Canadá, el Servicio geológico sigue desarrollando una base de datos sobre geoquímica. La industria minera y los gobiernos de Canadá utilizan estos datos en los estudios de desarrollo y valoración de recursos, y también las dependencias gubernamentales y otras organizaciones interesadas por los problemas ambientales. Los datos, que se han venido recopilando desde 1974, proporcionan información geoquímica de base que demuestra la variabilidad espacial, que tiene

consecuencias para el monitoreo ambiental y para comprender la forma en que los seres humanos interactúan con el medio ambiente. Como parte del trabajo de exploración geoquímica se miden las variaciones de las concentraciones de mercurio natural en sedimentos de lagos y corrientes de todo el país. Hasta 1996 se habían reunido datos sobre la concentración de mercurio en 78,347 sitios de muestreo de sedimentos de lagos y 66,411 sitios de muestreo de sedimentos de corrientes. Estos datos del estudio cubren más de 2.2 millones de km<sup>2</sup>, casi 25% del área total de Canadá (Chevalier, 1999).

## 2.2 Protocolos internacionales

### 2.2.1 Iniciativas internacionales

#### **Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), Programa 21**

Canadá es un país firmante del Programa 21, que contiene muchos compromisos importantes para la estrategia sobre mercurio. Se trata de una estrategia para resolver 39 problemas ambientales y de desarrollo. En su Anexo I (La Declaración de Río), que es de primordial relevancia, se reconoce la importancia del desarrollo sustentable y del enfoque precautorio. Además, el capítulo 19, referente a la gestión ecológicamente racional de las sustancias químicas tóxicas, recomienda la adopción de enfoques de prevención de la contaminación como medio para reducir los riesgos asociados a las mismas.

A partir de la conferencia de Río, una Comisión sobre Desarrollo Sustentable ha dado seguimiento a los avances para lograr la meta del Programa. En respuesta al Programa sobre sustancias químicas tóxicas del Programa 21, Canadá preparó dos documentos de informe, así como iniciativas para su reducción.

#### **Protocolo sobre Metales Pesados de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE)**

El Órgano Ejecutivo de la Convención sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (CATLD) de la *CEPE* ha concluido las negociaciones sobre un protocolo para controlar el transporte atmosférico de metales pesados a larga distancia. Este protocolo se centra en el mercurio, plomo y cadmio, y preconiza la estabilidad, control y/o reducción de las emisiones antropogénicas de estos metales. A fin de cumplir con estos compromisos, las Partes del protocolo deben declarar la forma en que pretenden cumplir estas "Obligaciones Fundamentales", es decir, cómo piensan establecer valores límite de emisiones, eliminar o reducir las emisiones, eliminar gradualmente los procesos contaminantes y establecer restricciones a determinados productos.

#### **Programa de reducción de riesgos de la OCDE**

En 1990, el Consejo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) adoptó un acta para reducir los riesgos que las sustancias químicas imponen al medio ambiente, a la población en general o los trabajadores. Los países miembros de la OCDE, entre ellos Canadá, determinaron que el mercurio sería objeto de esfuerzo conjunto para la reducción de riesgos.

En 1992, Dinamarca, con un asesor del Instituto de la Calidad del Agua (*Water Quality Institute*), y la ayuda de Suecia, empezó a reunir datos para una Monografía sobre reducción de riesgos del mercurio. A partir de esos datos se elaboraron las siguientes conclusiones sobre los Mecanismos para la Reducción de Riesgos (*Mechanisms of Risk Reduction*) para cada país: todos los países miembros tienen leyes sobre emisiones de mercurio en el agua, aire y tierra

así como prohibiciones del uso del mercurio en la desinfección de semillas. La mayoría de los países miembros de la OCDE también han prohibido el mercurio en pinturas, han creado lineamientos para la reducción de riesgos en el trabajo, y establecido normas sobre los niveles de mercurio en los lodos de depuración que se aplican a tierras agrícolas. Algunos países ya no permiten el uso de mercurio en termómetros y amalgamas dentales, han establecido acuerdos para reducir la entrada de mercurio en el medio ambiente marino y han creado base de datos para determinar qué regiones tienen niveles altos de mercurio (OECD, 1994).

Canadá está preparando medidas nacionales para la reducción de riesgos estableciendo, por ejemplo, normas para el uso de mercurio en baterías de conformidad con las Normas canadienses de opción ecológica (*Canadian Environmental Choice Guidelines*), y prohibiendo el uso de mercurio en pinturas utilizadas en productos para niños. Establece, además, valores máximos de mercurio para la calidad del agua y para las emisiones de la industria del cloro y la sosa cáustica, y regula el mercurio en los plaguicidas.

### **Estrategia para la protección ambiental del Ártico (*Arctic Environmental Protection Strategy, AEPS*)**

Las ocho naciones circumpolares —Canadá, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Suecia, la URSS y Estados Unidos— participan en la Estrategia para la protección ambiental del Ártico. Creada en 1991, define problemas y objetivos ambientales circumpolares comunes así como las medidas que cada país se compromete a tomar para proteger el medio ambiente del Ártico.

En septiembre de 1996, la *AEPS* se integró al Consejo del Ártico (*Arctic Council*), que se estableció en la misma fecha.

Los programas como el Programa para la evaluación y monitoreo del Ártico (*Arctic Monitoring and Assessment Program, AMAP*), el de protección del medio ambiente marino en el Ártico (*Protection of the Marine Environment in the Arctic, PAME*) y el de prevención, alerta y respuesta ante emergencias (*Emergency, Prevention, Preparedness and Response, EPPR*) han sido concebidos para lograr estos objetivos. Se da prioridad a las investigaciones sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), determinados metales pesados, y radionúclidos. La experiencia del Consejo del Ártico es ejemplar pues ha demostrado cómo un acuerdo relativamente informal con escaso financiamiento puede resultar muy efectivo para estimular la acción internacional en asuntos nacionales e internacionales de relevancia (CCA, 1997).

La importancia del *AMAP*, establecido en 1991, radica en que se encarga de monitorear y evaluar los efectos de los contaminantes antropogénicos en el Ártico. Se ha concluido el primer informe de evaluación y se está preparando el segundo para su publicación (AEPS, en Internet, 1997). Los resultados de las investigaciones recientes sobre mercurio muestran propiedades desconocidas de este elemento en relación con el ozono y el amanecer en el círculo polar. Se están llevando a cabo más investigaciones en este área.

## 2.2.2 Iniciativas continentales

### **Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) y Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA)**

Ante la preocupación por el medio ambiente de parte de los países firmantes del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), un acuerdo paralelo, conocido como ACAAN, dispuso la creación de una Comisión para la Cooperación Ambiental. La misión de la CCA es "promover la cooperación y la participación ciudadana para contribuir a la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente de América del Norte para beneficio de las generaciones presentes y futuras, en el contexto de los crecientes vínculos económicos, comerciales y sociales entre Canadá, Estados Unidos y México" (página de la CCA en Internet, 1997).

Durante la revisión de los contaminantes transfronterizos que realizó la CCA en 1997 se planteó la problemática de los contaminantes o sus precursores que permanecen en la atmósfera durante más de dos días. Esto implica una doble prioridad para las investigaciones sobre mercurio. La primera es evaluar la disponibilidad de mercurio inorgánico depositado en la atmósfera y relacionar estas cantidades con la bacteria metiladora que lo transforma en el tan tóxico metilmercurio. La segunda es determinar cómo el mercurio depositado en la atmósfera contribuye al ingreso de metilmercurio en los ecosistemas de aguas dulces, vinculándolo con las cantidades encontradas en especies de peces que se usan como alimento humano (CCA, 1997). También reconocen la necesidad de obtener nueva información que ayude a determinar los peligros por emisiones de mercurio antropogénico en el medio ambiente.

### **Acuerdo sobre la calidad del agua de los Grandes Lagos (*Great Lakes Water Quality Agreement, GLWQA*)**

Este acuerdo se firmó inicialmente en 1972, fue renovado en 1978 y modificado en 1987. Fue creado para expresar el compromiso de Canadá y Estados Unidos de rehabilitar y mantener el ecosistema de los Grandes Lagos en lo que respecta a su integridad química, física y biológica. Es uno de varios acuerdos mediante los cuales la Comisión Conjunta Internacional ayuda a los gobiernos de Canadá y Estados Unidos a cumplir sus compromisos.

A fin de atender la constante preocupación sobre la deposición de sustancias tóxicas en la Cuenca de los Grandes Lagos en las enmiendas de 1987 se incluyó el Anexo 15. Este nuevo anexo se ocupa exclusivamente de las sustancias tóxicas transportadas por aire, y en él Canadá y Estados Unidos se comprometen a (1) realizar investigaciones para determinar las rutas, destino y efectos de las sustancias tóxicas, (2) llevar a cabo inspecciones y monitoreos para determinar las fuentes y entradas en los Grandes Lagos, (3) instrumentar medidas para controlar las fuentes de emisiones de sustancias tóxicas.

### **Estrategia binacional para sustancias tóxicas en los Grandes Lagos (*Great Lakes Binational Toxics Strategy, GLBTS*)**

De conformidad con los objetivos del Acuerdo de 1987 sobre calidad del agua de los Grandes Lagos, el 7 de abril de 1997 Canadá y Estados Unidos firmaron la Estrategia binacional sobre sustancias tóxicas en los Grandes Lagos (*Great Lakes Binational Toxics Strategy*): Estrategia de Canadá-Estados Unidos para la eliminación virtual de las sustancias tóxicas persistentes en los Grandes Lagos (*Canada-United States Strategy for the Virtual Elimination of Persistent Toxic Substances in the Great Lakes*), también conocida como la Estrategia binacional sobre tóxicos o *BNTS* (por sus siglas en inglés). La meta de la *BNTS* es proponer un proceso por el que el Ministerio de

Medio Ambiente de Canadá (*Environment Canada, EC*) y el Organismo de Protección Ambiental de Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency, USEPA*), junto con otros departamentos y dependencias federales, los estados de los Grandes Lagos, la provincia de Ontario, las tribus y naciones primigenias, y los afectados de la cuenca de los Grandes Lagos, trabajen en la eliminación virtual de determinadas sustancias tóxicas persistentes generadas por las actividades humanas en dicha cuenca. La Estrategia reconoce que los Grandes Lagos son un patrimonio natural invaluable para sus habitantes, para la economía, y para muchas especies de peces y flora y fauna silvestres, y busca proteger y garantizar la salud e integridad del ecosistema de los Grandes Lagos. En el caso del mercurio, la meta de Canadá para el año 2000 es lograr una reducción del 90% de las emisiones de mercurio, o, si se justifica, del uso de mercurio proveniente de fuentes contaminantes resultado de la actividad humana en la cuenca de los Grandes Lagos. En 1999 se logró una reducción del 80%. Esta meta se considera una meta de reducción provisional y, si es preciso, será revisada con los afectados de la cuenca de los Grandes Lagos durante la preparación del nuevo Acuerdo del Lago Superior (*Lake Superior COA Agreement*) en el año 2000.

### **Acuerdo del Lago Superior (*Lake Superior COA Agreement*)**

En 1991 se dio a conocer un programa binacional para rehabilitar y proteger el Lago Superior. La iniciativa implica a los gobiernos de Canadá, Estados Unidos, Ontario, Michigan, Minnesota y Wisconsin. Se trata de un programa binacional de prevención de la contaminación que se ocupa de las sustancias tóxicas persistentes, entre ellas el mercurio.

### **Plan de acción sobre el mercurio de los Gobernadores de Nueva Inglaterra/Primeros Ministros del este de Canadá (*New England Governors/Eastern Canada Premiers Mercury Action Plan*)**

En junio de 1997, los gobernadores de los estados del noreste (Nueva Inglaterra) y los primeros ministros de las provincias del este firmaron un resolución a favor de la cooperación para resolver el problema del mercurio. Con este fin se elaboró un informe en el que se discuten los diversos problemas relacionados con el mercurio en esta región a fin de que sirva de referencia para elaborar un Plan de Acción Regional sobre Mercurio. La meta principal de esta iniciativa es la eliminación virtual de las emisiones antropogénicas de mercurio en el medio ambiente. En una conferencia celebrada en Fredericton NB., en 1998, se concluyó que se requieren medidas agresivas y concertadas para reducir los riesgos potenciales para la salud atribuibles a las exposiciones de mercurio y para ampliar la información científica sobre fuentes, controles e impactos ambientales del mercurio. El Plan de Acción Regional sobre Mercurio señala los pasos para atender los aspectos del problema del mercurio en la región que entran en su ámbito de control o influencia. Teniendo en cuenta que una buena cantidad del mercurio transportado por aire proviene de otras partes, se ha afirmado que los compromisos agresivos comprendidos en el plan de acción regional serán un ejemplo para fomentar acciones similares para la reducción de las emisiones de mercurio a escala nacional e internacional.

## **2.3 Legislación, reglamentos y directrices nacionales**

Canadá cuenta con legislación, reglamentos y directrices federales referentes a la reducción del mercurio en el aire, agua, efluentes de desechos, eliminación de desechos marinos, sitios contaminados, transporte del mercurio como producto o desecho, productos de consumo, productos para el control de plagas, compostaje y por exposición en el lugar de trabajo.

## 2.3.1 Aire

### 2.3.1.1 Exposición por actividad laboral

Los valores límite de base (*Threshold Limit Values, VLB*) para sustancias químicas en el lugar de trabajo, tal como se determinó en la Conferencia de higienistas gubernamentales industriales de EU (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) son los criterios utilizados para las normas nacionales de salud ocupacional en Canadá.

Los criterios se clasifican en dos: Valor umbral límite - Promedio ponderado en relación con el tiempo (*Threshold Limit Value-Time Weighted Average (TLV-TWA)*) y Valor umbral límite – Límite de exposición corta (*Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit (TLV-STEL)*). El TLV-TWA es el valor máximo al que los trabajadores pueden estar expuestos de manera constante durante una semana laboral de unas 40 horas. El TLV-STEL es la concentración máxima a la que los trabajadores pueden estar expuestos durante un periodo corto (tiempo máximo de exposición de 15 minutos menos de cuatro veces por día).

#### Cuadro 8: Criterios para los valores máximos de exposición al mercurio en el lugar de trabajo

Descripción	TWA (mg/m <sup>3</sup> )	STEL (mg/m <sup>3</sup> )
Compuestos de alquilvercurio	0.01	0.03
Vapor de mercurio	0.05	-
Compuestos inorgánicos y de arilvercurio	0.1	-

Fuente: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1991-1992.

## 2.3.2 Agua

### 2.3.2.1 Agua potable

Las Directrices canadienses para la calidad del agua (*Canadian Water Quality Guidelines*), tal como las publicaron los Ministerios de Salud y Medio Ambiente de Canadá en 1995, fijan los niveles máximos de contaminantes prescritos para diversos usos del agua y para los entornos de aguas dulces. En el siguiente cuadro se presentan las directrices para el caso del mercurio.

**Cuadro 9: Directrices de calidad del agua en relación con el mercurio**

Metal	Agua potable (mg/L)	Vida en aguas dulces (mg/L)	Aguas para irrigación (mg/L)	Agua para ganadería (mg/L)
Mercurio	0.001	0.0001	N/P	0.003

Fuente: Health Canada. Canadian Water Guidelines, 1995

### 2.3.2.2 Efluentes de aguas residuales

Las directrices nacionales sobre tratamiento físico, químico y biológico de desechos peligrosos (*National Guidelines on Physical-Chemical-Biological Treatment of Hazardous Wastes*) recomiendan que las concentraciones máximas de mercurio sean de 0.1 mg/L, 0.001 mg/L y 0.1 mg/L, respectivamente, en efluentes de aguas residuales (CCME, 1997).

### 2.3.2.3 Aguas interiores

La Ley de pesca (*Fisheries Act*) contiene varias disposiciones para limitar las cantidades de metales que pueden emitirse en el agua. Muchas de estas disposiciones están orientadas hacia la industria minera y las relacionadas con los metales. La Normativa sobre efluentes líquidos de la extracción de metales (*Metal Mining Liquid Effluent Regulations*) regula los niveles de metales en el efluente de extracción descargado en acuíferos, y en el efluente líquido de acabado de metales, pero el mercurio no figura en la lista de metales controlados en esta normativa. La ley de pesca ejerce cierto control sobre el mercurio en las aguas a través de su Normativa sobre efluentes líquidos de cloro y sosa cáustica (*Chlor-alkali Liquid Effluent Regulations*) (ver sección 1.2.2.2).

### 2.3.2.4 Vertido de desechos en océanos

Canadá controla la deposición de desechos en el mar y cumple sus obligaciones internacionales en virtud del Convenio de Londres (1972) mediante un sistema de autorizaciones que opera desde 1975. El Apartado VII de la *CEPA* (1999), la legislación facultadora, contiene disposiciones respecto al vertido de desechos en los océanos (CEPA, en Internet, 1988). Estas normas sólo permiten vertidos en el mar de sustancias no peligrosas, u otros vertidos si el organismo regulador considera que son ecológicamente preferibles y prácticos. La Normativa sobre vertido de desechos en el mar (*Ocean Dumping Regulations*, 1988) establece un límite para las concentraciones de mercurio en desechos vertidos. En 1994, la normativa de la *CEPA* fue modificada para prohibir la evacuación de desechos industriales en el mar (Informe de la Fase I de la CCA).

## 2.3.3 Suelo

El *CCME* publicó unas Directrices recomendadas para la calidad de los suelos canadienses (*Recommended Canadian Soil Quality Guidelines*, 1997). Los criterios que sustentan estas directrices parten de los niveles de metales en suelo que pueden plantear un riesgo para la salud de los seres humanos o del medio ambiente.

**Cuadro 10: Criterios para el mercurio en suelos**

metal	mercurio (mg/kg)
agrícola	7
comercial	24
residencial/ parques	7
Industrial	30

Fuente: CCME, marzo de 1997

### 2.3.3.1 Compostaje

Como consecuencia de las actividades de reciclaje, los sitios de compostaje centralizados se han vuelto cada vez más comunes. En Canadá, el número de instalaciones de compostaje centralizadas, privadas y municipales se ha cuadruplicado: en 1989 había 30 sitios, y en 1994, 120. Según lo dispone la Ley sobre fertilizantes (*Fertilizers Act*), administrada por el Ministerio de Agricultura de Canadá (*Agriculture Canada*), la cantidad máxima permisible de mercurio en composta es de 5 mg/Kg (Informe de la Fase I de la CCA).

**Cuadro 11: Criterios para el mercurio en material de composta**

metal	cantidad máxima (mg/kg)	cantidad máxima para usos restringidos (mg/kg)
Mercurio	0.5	5

Fuente: CCME, marzo de 1996

### 2.3.3.2 Sitios contaminados

El CCME ha establecido unos Criterios sobre la calidad ambiental para sitios contaminados (*Canadian Environmental Quality Criteria for Contaminated Sites*), que establecen límites para los contaminantes en suelo y agua a fin de mantener, mejorar o proteger la calidad ambiental y la salud humana en lugares contaminados (CCME, 1996). El cuadro 12 muestra los límites establecidos para el mercurio. Este punto se discute en detalle en la sección 3.2.

**Cuadro 12: Límites numéricos para contaminantes de mercurio en suelos**

<b>Criterios de evaluación</b>	<b>mercurio</b>
suelo	0.1 µg/g por peso seco
agua	0.1 µg/L
<b>Criterios para la rehabilitación de suelos</b>	mercurio
agricultura	0.8 µg/g por peso seco
residencial /parques	2 µg/g por peso seco
comercial/industrial	10 µg/g por peso seco

Fuente: CCME, marzo de 1997

### 2.3.4 General

#### 2.3.4.1 Sustancias químicas para la agricultura

Los productos para el control de plagas están regulados por el Ministerio de Salud de Canadá (*Health Canada*) mediante la Ley de productos para el control de plagas (*Pest Control Products Act*) y la Normativa sobre productos para el control de plagas (*Pest Control Products Regulations*). Las formulaciones que contienen mercurio como ingrediente activo habían sido aprobadas como fungicidas para el control de enfermedades en plantas y como plaguicidas antimicrobianos, por ejemplo, como conservadores de pinturas o madera. En Canadá se han dejado de producir los fungicidas a base de mercurio y se han prohibido los antimicrobianos a base de mercurio. Estos productos dejaron de fabricarse en 1996, las ventas fueron interrumpidas a fines de 1997, y todos los usos desaparecieron en 1998. Actualmente no se registran usos de productos para el control de plagas a base de mercurio en Canadá.

#### 2.3.4.2 Alimentos

La Dirección de Alimentos (*Foods Directorate*) del Ministerio de Salud de Canadá ha compilado las Directrices/Tolerancias para diversos contaminantes químicos (*Guidelines/Tolerances of Various Chemical Contaminants*). En cuanto al mercurio en alimentos, existen directrices para el consumo de pescado. La cantidad máxima permisible de contenido total de mercurio en peces es de 0.5 ppm (mg/l), límite establecido por la Oficina de seguridad química (*Bureau of Chemical Safety*) (Informe de la Fase I de la CCA). El pez espada, el tiburón y el atún quedan exentos de estas normas, pero el consumo de cualquiera de estas especies debe limitarse a una comida por semana, como máximo. La contaminación de alimentos con mercurio se analiza caso por caso. Para las poblaciones que consumen grandes cantidades de pescado, como la población aborígen, el Departamento de servicios médicos (*Medical Services Branch*) ha establecido un límite de 0.2 ppm (mg/l) de contenido total de mercurio (Informe de la Fase I de la CCA)

### 2.3.4.3 Productos de consumo

La Ley sobre productos peligrosos (*Hazardous Products Act*) del Ministerio de Salud de Canadá es la que regula la cantidad de mercurio permisible en un producto de consumo. En Canadá está prohibida la venta, publicidad o importación de juguetes, equipo y cualquier otro producto infantil de entretenimiento o aprendizaje que venga con una capa decorativa o protectora que contenga mercurio o sus compuestos.

Una de las enmiendas recientemente propuestas a la Ley sobre productos peligrosos (*Hazardous Products Act*) dispone "restringir los compuestos de mercurio en pinturas para interiores" y "agregar una leyenda de advertencia sobre las pinturas para exteriores que contienen mercurio" (Canada Gazette, 1997).

### 2.3.4.4 Transporte

La Normativa para el transporte de materiales peligrosos (*Transport of Dangerous Goods Regulations*), derivada de la Ley para el transporte de materiales peligrosos (*Transport of Dangerous Goods Act*), regula el transporte de mercurio y desechos que contienen estas sustancias, consideradas sustancias corrosivas/tóxicas. La normativa exige el etiquetado preciso de todos los contenedores, paquetes, tanques, cilindros, y de todos los vehículos que transporten estas sustancias tóxicas. Esta disposición funciona en concordancia con un sistema nacional de rastreo que monitorea todos los embarques de desechos peligrosos, incluido el mercurio.

El transporte de mercurio radioactivo está reglamentado por la Ley federal para el control de la energía atómica (*Federal Atomic Energy Control Act*), mediante la Normativa para el transporte de materiales radioactivos (*Transport of Radioactive Materials Regulations*).

La Normativa sobre sustancias contaminantes (*Pollutant Substances Regulations*) de la Ley de embarques de Canadá (*Canada Shipping Act*) prohíbe la descarga de mercurio y compuestos de mercurio en aguas territoriales canadienses (véase <http://www.tc.gc.ca/actsregs/csa-lmmc/csa52.html>).

### 2.3.4.5 Importaciones/exportaciones

El mercurio elemental y todos los compuestos de mercurio están reglamentados expresamente en las secciones 185-192 de la *CEPA*, en lo tocante a importación y exportación de desechos. Como se indica en la sección 2.3.3.4, la normativa de transporte también abarca la importación y exportación de sustancias tóxicas y desechos con contenido de mercurio (Informe de la Fase I de la CCA).

## 2.4 Legislación, normatividad y directrices provinciales

Algunas provincias tienen, además de la normatividad federal, otras leyes, normativas y directrices para efluentes líquidos, agua potable y emisiones de fuentes industriales.

Cuadro 13: Normativas y directrices provinciales promulgadas para el Hg

## Columbia Británica

<b>Ley para el control de la contaminación (<i>Pollution Control Act</i>)</b>  <b>(General)</b>	Sistema de autorización. Prohíbe la descarga de desechos en todos los medios, excepto los aprobados									
<b>Ley de gestión de desechos (<i>Waste Management Act</i>)</b>  <b>(General)</b>	Prohíbe la evacuación de desechos que causen contaminación (con excepciones)									
<b>Informe de Chem. &amp; Petroleum</b>  <b>(aire)</b>	<b>Objetivos para las emisiones de plantas de cloro y sosa cáustica y clorato de sodio</b>  <table border="1" data-bbox="537 905 1500 1108"> <thead> <tr> <th data-bbox="537 905 808 932"><u>Descargas</u></th> <th data-bbox="808 905 1089 932"><u>Intermedias</u></th> <th data-bbox="1089 905 1500 932"><u>Inmediatas</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="537 932 808 959"><u>nuevas/propuestas</u></td> <td data-bbox="808 932 1089 959">345.0 mg/m<sup>3</sup> Hg</td> <td data-bbox="1089 932 1500 959">575.0 mg/m<sup>3</sup> Hg</td> </tr> <tr> <td data-bbox="537 959 808 1108">230.0 mg/m<sup>3</sup> Hg</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<u>Descargas</u>	<u>Intermedias</u>	<u>Inmediatas</u>	<u>nuevas/propuestas</u>	345.0 mg/m <sup>3</sup> Hg	575.0 mg/m <sup>3</sup> Hg	230.0 mg/m <sup>3</sup> Hg		
<u>Descargas</u>	<u>Intermedias</u>	<u>Inmediatas</u>								
<u>nuevas/propuestas</u>	345.0 mg/m <sup>3</sup> Hg	575.0 mg/m <sup>3</sup> Hg								
230.0 mg/m <sup>3</sup> Hg										
<b>Objetivos para el control del aire ambiente (<i>Ambient Air Control Objectives</i>)</b>  <b>(aire)</b>	<b>Descargas en el aire:</b>  0.10 - 1.0 ug/m <sup>3</sup> Hg									
<b>Objetivos para las emisiones gaseosas particuladas (<i>Objectives for Gaseous Particulate Emissions</i>)</b>  <b>(aire)</b>	<b>Descargas en el aire: objetivos de control</b>  0.03 - 0.27 mg/mol Hg									
<b>Objetivos para la descarga de efluentes finales (<i>Objectives for the Discharge of Final</i>)</b>	<b>Aguas marinas y dulces</b>  0.00 - 0.005 mg/L de mercurio disuelto en efluente									

<b>Effluents)</b> <b>(agua)</b>							
<b>Informe de Chem. &amp; Petroleum</b> <b>(agua)</b>	<b>Objetivos para las emisiones en el aire de plantas de cloro y sosa cáustica y clorato de sodio, aparte de las refinerías de petróleo</b>						
	<u>MP</u>	<u>Nuevas/propuestas</u>		<u>Intermedias</u>		<u>Inmediatas</u>	
		<b>Marinas</b>	<b>Dulces</b>	<b>Marinas</b>	<b>Dulces</b>	<b>Marinas</b>	<b>Dulces</b>
	Hg	0.002 mg/L	0.002 mg/L	0.05 mg/L	0.05 mg/L	0.05 mg/L	0.05mg/L
<b>Normas de efluentes para instalaciones de desechos especiales (Effluent Standards for Special Waste Facilities)</b> <b>(agua)</b>	Hg efluente (total)	Descargas en el medio ambiente/colector pluvial		Descargas destinadas a plantas de tratamiento de desechos urbanos o industrial			
		0.001%		0.1%			

### Alberta

<b>Ley de agua limpia (Clean Water Act)</b>	Nivel mínimo aceptable para tratamiento de aguas residuales: Hg = 0.0005 mg/L
<b>Emisión de sustancias (General)</b>	<b>Prohibición de emisiones</b> Prohíbe la emisión de sustancias que puedan tener efectos adversos importantes en el medio ambiente

### Saskatchewan

<b>Objetivos específicos para la calidad de las aguas superficiales (Specific Surface Water Quality)</b>	<b>Protección de la vida acuática y de la flora y fauna silvestres</b>  0.0001 mg/LHg
--	---

<b>Objectives</b>	<b>Abrevado</b>  0.003 mg/LHg (total)								
<b>Normativa para el control de fugas en el medio ambiente (Environmental Spill Control Regulations) (tierra)</b>	Las fugas deben notificarse si se rebasan las siguientes cantidades:  <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>En el sitio</i></th> <th><i>Fuera del sitio</i></th> <th><i>MP</i></th> <th><i>Periodo</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0 kg</td> <td>0.001 kg</td> <td>Hg (cualquier forma)</td> <td>24 hrs</td> </tr> </tbody> </table>	<i>En el sitio</i>	<i>Fuera del sitio</i>	<i>MP</i>	<i>Periodo</i>	1.0 kg	0.001 kg	Hg (cualquier forma)	24 hrs
<i>En el sitio</i>	<i>Fuera del sitio</i>	<i>MP</i>	<i>Periodo</i>						
1.0 kg	0.001 kg	Hg (cualquier forma)	24 hrs						

### Manitoba

<b>Normativa sobre criterios de clasificación (Classification Criteria Regulations)</b>	<b>Criterios de la calidad del lixiviado</b>  El Hg es una "sustancia tóxica lixiviable" si el extracto del desecho tiene una concentración igual o superior a  0.1 mg/L Hg
<b>Controles reglamentarios (General)</b>	<b>Ley de medio ambiente de Manitoba (Manitoba Environment Act)</b>  Comprende un esquema de base para el control de emisiones en todos los medios y para la creación de un sistema de manejo ambiental. También contiene un sistema de evaluación ambiental.
<b>Normativa sobre contaminación atmosférica (Atmosphere Pollution Regulations)</b>	<b>Prohibiciones específicas: descarga de contaminantes atmosféricos</b>  Ningún propietario descargará en la atmósfera ningún contaminante atmosférico de fuente alguna que pese más de nueve décimas de gramo por metro cúbico de atmósfera calculada a una temperatura de 20° C y una presión de 760 mm de mercurio (STATS.MAN.:M.38:2)

### Ontario

<p><b>Normativa sobre criterios para calidad del aire</b></p> <p><i>(Ambient Air Quality Criteria Regulation)</i></p> <p>(aire)</p>	<p>2.0 µg/m<sup>3</sup> (promedio de 30 días) Hg</p>	
<p><b>Normativa sobre contaminantes atmosféricos de fundidoras férricas</b></p> <p><i>(Air Contaminants from Ferrous Foundries Regulations)</i> (aire)</p>	<p>10.0 µg/m<sup>3</sup> (1/2 hora en promedio)</p>	
<p><b>Normativa sobre contaminación del aire</b></p>		<p><u>concentración en el punto de contacto de 1/4 hora en promedio.</u></p>
	<p>Compuestos de Hg (alkilo) /m<sup>3</sup> de aire</p> <p>Hg en forma libre y combinada /m<sup>3</sup> de aire</p>	<p>1.5 µg</p> <p>5.0 µg</p>

### Quebec

<p><b>Ley de la calidad del medio ambiente</b></p> <p><i>(Environmental Quality Act)</i></p> <p>(General)</p> <p>(COMM:12:2)</p>	<p>Principal fuente de protección y regulación ambiental.</p> <p>El elemento principal de la ley es la sección 20, que prohíbe la descarga de contaminantes en cantidades mayores a las permitidas por el gobierno, o que afecten la salud humana o el medio ambiente.</p>
--	--

### Nueva Brunswick

<p><b>Ley de aire limpio</b></p> <p><i>(Clean Air Act)</i></p>	<p><b>Normativa de la calidad del aire</b></p> <p>Se requiere permiso para establecer u operar instalaciones que generen contaminantes</p>
--	--

	en el aire
<b>Ley de agua limpia</b> <b><i>Clean Water Act</i></b>	<b>Normativa de la calidad del agua</b>  Se considera delito emitir contaminantes en el agua sin aprobación
<b>Ley de minerías</b> <b><i>(Mining Act)</i></b>	El titular de una concesión minera está obligado a tener un programa de protección ambiental

### Nueva Escocia

<b>Ley de medio ambiente de Nueva Escocia</b>  <b><i>(Nova Scotia Environment Act)</i></b>	Esta ley incluye los principios de desarrollo sustentable, "el que contamina paga", prevención de la contaminación y enfoque precautorio. Se requiere un permiso para realizar actividades que puedan dañar el medio ambiente. La ley también contiene secciones sobre desechos peligrosos, sitios contaminados, gestión de desechos y calidad del aire.
--	--

### Isla del Príncipe Eduardo

<b>Esquema regulador de base</b> <b><i>(Basic Regulatory Scheme)</i></b>  <b>Controles reguladores de la isla</b>  <b><i>(PEI Regulatory Controls)</i></b>  <b>(General)</b>  COMM: 15:3	<b><i>Ley de medio ambiente de la Isla del Príncipe Eduardo</i></b>  Controles elementales para la emisión de contaminación en el medio ambiente abiótico y biótico. La ley prohíbe la descarga de contaminantes en el medio ambiente, y establece las sanciones correspondientes. Cabe señalar que las definiciones de "contaminante" y "medio ambiente" son amplias. El Ministro tiene la última decisión con respecto a si los contaminantes amenazan el medio ambiente.
<b>Contaminación transfronteriza</b>  <b>(aire/agua)</b>  COMM: 15:6	La ley sobre contaminación transfronteriza [acceso recíproco] <b><i>(Transboundary Pollution [Reciprocal Access] Act)</i></b> atiende cuestiones interjurisdiccionales y de competencia legislativa relacionadas con la "contaminación" que se deposita en el aire o el agua que rodea la isla (COMM:15:6).
<b>Vías de agua</b>  COMM: 15:5	La CEPA federal concede al Ministro cierto control sobre el tratamiento de desechos, aguas o suministro de aguas.

### Terranova

<p><b>Ley del Departamento de medio ambiente y tierras</b> <i>(Department of Environemnt and Lands Act)</i></p>	<p><b>Control de la contaminación del agua</b></p> <p>(COMM: 16:3) La ley concede al Ministro amplias facultades para prevenir la contaminación del agua y controlar el desarrollo en acuíferos y zonas aledañas dentro de la jurisdicción provincial. Comprende las aguas superficiales, subterráneas y litorales, dulces o saladas. Sin embargo, las facultades del Ministro están sujetas a las del Ministro de asuntos municipales y provinciales.</p>
<p><b>Ley del Departamento de medio ambiente y territorios</b> <i>(Department of Environemnt and Lands Act)</i>  <b>(aire)</b></p>	<p><b>Reglamento para el control de la contaminación del aire</b></p> <p>forma libre y combinada      2.0 ug/m<sup>3</sup> Hg</p> <p>forma libre y combinada    0.5 ug/m<sup>3</sup> Hg compuestos alquílicos</p>

### Territorios del Noroeste

<p><b>Esquema de reglamentación de base</b>  <b>(General)</b>  COMM:6:1</p>	<p>El esquema de reglamentación de contaminantes de los Territorios del Noroeste (NWT, por sus siglas en inglés) se basa en la <i>CEPA</i>. Están prohibidas las emisiones ambientales, excepto las reguladas por la <i>CEPA</i>, o salvo autorización.</p> <p>Normas ambientales</p> <p>Objetivos para contaminantes por ramo industrial. No tienen fuerza jurídica, excepto en el caso de los permisos otorgados según la Ley para el control de la contaminación (<i>Pollution Control Act</i>).</p> <p>Ley para la prevención de la contaminación del agua del Ártico (<i>Arctic Water Pollution Prevention Act</i>) (<i>federal</i>)</p> <p>Prohíbe la evacuación de desechos en el Ártico</p>
---	---

### Yukon

<p><b>Ley de medio ambiente del Yukon</b></p>	<p>Abarca diversos objetivos ambientales</p> <p>Integral: abarca permisos, desechos especiales, evaluación y planeación.</p>
---	--

<p><b>(Yukon Environment Act)</b></p> <p>COMM:5:1</p>	<p>Carta de Derechos Ambientales (<i>Environmental Bill of Rights</i>): establece el derecho a un medio ambiente sano.</p> <p>Un medio ambiente sano es un derecho.</p> <p>Las disposiciones de la Ley del Yukon sobre territorio federal que no pertenece a la jurisdicción del Yukon está sujeta a la Ley federal de aguas del Yukon (<i>Yukon Waters Act</i>) y a la Ley de tierras territoriales (<i>Territorial Lands Act</i>).</p> <p>También rige la <i>CEPA</i> (jurisdicción federal).</p>
---	---

### Nunavut

<p><b>Ley de desarrollo del área</b> <b>(Area Development Act)</b></p>	<p>No se verterá basura, aguas negras o cualquier otro desecho salvo en lugar y forma aprobada por un funcionario de desarrollo del área.</p>
--	---

Fuente: Cotton, Roger y col. (1991, incluidas cuestiones de servicio 1992-1997);

Canadian Environmental Law, Eco/Log, 1999

Los gobiernos provinciales también son los responsables de publicar recomendaciones de salud para lagos contaminados en su jurisdicción. En la actualidad, los siguientes Departamentos provinciales de Medio Ambiente emiten recomendaciones referentes el consumo de pescado dados los altos niveles de mercurio en sus lagos: Manitoba, Ontario, Quebec, Alberta, Nueva Brunswick, Nueva Escocia y los Territorios del Noroeste. Alberta tiene 16 sitios que son objeto de recomendaciones de salud debido a que los niveles de mercurio rebasan 1.0 mg/L. Manitoba ha publicado recomendaciones para tres sitios en función del tamaño de los peces. Los capturados en estos sitios y que miden más de 50 cm de largo no deben ser consumidos, y los que midan menos de 50 cm sólo podrán ser consumidos una vez por semana. Nueva Escocia y Nueva Brunswick emiten recomendaciones para el consumo de pescado en toda la provincia.

La concentración máxima recomendada de mercurio disuelto en desechos de efluentes es de 0.001 mg/L (Directrices nacionales sobre el tratamiento físico-químico y biológico de desechos peligrosos/ *National Guidelines on Physical-Chemical-Biological Treatment of Hazardous Waste*). La Normativa de gestión de desechos especiales (*Special Waste Management Regulations*) de la provincia de la Columbia Británica especifica criterios de emisión máxima de mercurio de 0.2 mg/m<sup>3</sup> para incineradores de desechos peligrosos. Las Directrices de emisión y funcionamiento para incineradores de desechos sólidos urbanos (*Operating and Emission Guidelines for Municipal Solid Waste Incinerators*), publicadas por el Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente expiden recomendaciones sobre el límite de descarga de humos de chimenea y emisiones previstas de mercurio. Las provincias utilizan estas directrices para otorgar permisos a las plantas bajo su jurisdicción. Se prevé que las emisiones de mercurio de incineradores de desechos sólidos urbanos que operan en buenas condiciones de combustión y equipadas con sistemas de purificación en seco con filtros de tela no rebasen 0.2 mg/m<sup>3</sup>.

## 2.5 Iniciativas de asociación voluntaria

### 2.5.1 Iniciativas por sector

#### Reducción/eliminación rápida de sustancias tóxicas

La reducción/eliminación rápida de sustancias tóxicas (*Accelerated Reduction/Elimination of Toxics, ARET*) es un programa para la reducción voluntaria de emisiones en el que participan representantes del sector industrial, sector salud, organizaciones profesionales, y los gobiernos federales y provinciales, que establecieron de manera conjunta objetivos para sustancias tóxicas, persistentes y/o bioacumulativas. Son cuatro los elementos fundamentales del programa *ARET*: la lista de sustancias *ARET*, el reto *ARET* para los participantes potenciales en el programa, la respuesta al reto *ARET* en la que los participantes se comprometen públicamente a lograr sus metas y adoptar un plan de acción, y el informe de avances de los participantes en el programa.

La incorporación de la Asociación minera de Canadá (*Mining Association of Canada, MAC*) en el programa *ARET* abarca 29 plantas de extracción y fundición; algunas de éstas figuran entre las más grandes del mundo. La participación de los miembros de la *MAC* en el programa *ARET* es alta; 97% de sus miembros participan en él. Estas empresas son fuentes importantes de emisiones de metales en el medio ambiente.

La meta *ARET* a largo plazo es eliminar virtualmente la emisión de sustancias tóxicas bioacumulativas y persistentes y reducir otras emisiones tóxicas a niveles inocuos. De aquí al año 2000, *ARET* espera reducir unas sustancias tóxicas y bioacumulativas en un 90%, y otras en 50% (*ARET*, 1999). Estas reducciones son relativas, sobre año de referencia (entre 1987 y 1994) y se asignan según la industria.

Los compuestos de mercurio elemental e inorgánico son parte de la lista B-2 de *ARET*. El metilmercurio se encuentra en la lista A-1 de compuestos, designado para eliminación virtual de emisiones antropogénicas. El sector de metales no ferrosos es el emisor más grande de mercurio antropogénico de Canadá, pero gracias a los compromisos realizados por las empresas metalúrgicas en 1993 se logró una reducción general del 58% en las emisiones de mercurio, 82% en 1995, y 90% en 1997. Con esto se cumple la meta de reducción del 90%, fijada para el año 2000 (*ARET*, 1999).

#### Responsible Care®<sup>1</sup>/Plan maestro nacional para la reducción de emisiones (*National Emissions Reduction Master Plan*)

Las empresas más prominentes de la Asociación canadiense de productores de sustancias químicas (*Canadian Chemical Producer's Association, CCPA*) adoptan la "Declaración de gestión responsable y principios rectores" (*Statement of Responsible Care and Guiding Principles*). Esta iniciativa responde a la angustia que la ciudadanía ha manifestado por el hecho de estar expuesta a los contaminantes ambientales. Responsible Care® se encarga de 369 sustancias químicas que figuran en la lista de la *CCPA*, y 55 sustancias químicas de su Lista de

---

<sup>1</sup>® Responsible Care es una marca registrada de la Canadian Chemical Producers Association

Sustancias Optativas (*Optional Substance List*). Estas listas abarcan metales pesados, hidrocarburos poliaromáticos (HPA), asbestos y muchos otros contaminantes atmosféricos peligrosos (*Hazardous Air Pollutant, HAP*).

El Plan maestro nacional para la reducción de emisiones (*National Emission Reduction Master Plan, NERM*) es un componente de la iniciativa Responsible Care®. Las empresas participantes establecen metas de reducción, y presentan informes de sus avances.

El informe de 1994 de la *CCPA* estima que las emisiones de metales pesados fueron 37% menores que en 1993, lo que corresponde a una reducción total del 52% desde 1992 (*CCPA, 1997*).

El cuadro 14 muestra las emisiones de mercurio en el agua de la *CCPA*.

#### **Cuadro 14: Emisiones en agua por operaciones de los miembros de la CCPA**

Compuesto	1992 (ton)	1993 (ton)	1994 (ton)	1995 (ton)	1996 (ton)
Mercurio*	0.02	0.008	0.27	0.013	0.006

\* Como en el caso de las emisiones menores a una tonelada no se especifica el medio, no se sabe con certeza si han aumentado las emisiones de mercurio en el agua o no. El mercurio elemental inorgánico fue incluido entre los años 1994-1996; no se había registrado en el periodo 1992-1993.

Fuentes: The Canadian Chemical Producer's Association (1997); Reducing Emissions Report; Water Quality Section, 1996; Stephanie Butler, 1998

#### **Estudio del programa municipal de mercurio**

En diciembre de 1998 el Ministerio de Medio Ambiente de Canadá contrató a la Asociación de coordinadores de reciclaje urbano (*Association of Municipal Recycling Coordinators, AMRC*) para que organizara una serie de talleres de sensibilización con respecto al peligro potencial que los productos para el hogar con contenido de mercurio plantean al medio ambiente o la salud. Al analizar el proyecto se determinó que era necesario investigar y documentar la magnitud de la recolección municipal de mercurio y los programas de eliminación en Ontario, y rastrear la cantidad y variedad de productos recolectados que contienen mercurio.

Sobre la base de un índice de respuesta del 83% , 23 municipalidades indicaron que no aceptan mercurio ni productos de mercurio. Veinticinco indicaron que recolectan productos/desechos con contenido de mercurio, como termostatos, termómetros, pilas de botón, interruptores y lámparas fluorescentes (*Association of Municipal Recycling Coordinators, 1999*).

Para poder recolectar mercurio y objetos que contengan mercurio es necesario obtener un Certificado de Aprobación (*Certificate of Approval*) expedido por el Ministro de Medio Ambiente de Ontario. El Ministerio de Medio Ambiente está revisando la normativa vigente para gestión de desechos con el objeto de simplificarla y actualizarla. Como parte de esta revisión se propuso una serie de cambios que faciliten la recolección y agrupación de objetos que contienen mercurio.

La propuesta Red controlada de productores (*Manufacturer Controlled Network, MCN*) facilitaría a los productores originales el establecimiento de un sistema recolector sin demasiado trámite.

El Depósito de desechos seleccionados (*Selected Waste Depot, SWD*) establece un procedimiento relativamente simple para el retiro de residuos con contenido de mercurio, como termómetros y termostatos.

El periodo para revisión ciudadana de estas iniciativas propuestas concluyó en septiembre de 1998 y, por lo que sabemos, el proceso de revisión continúa.

## 2.5.2 Iniciativas por producto

### **Acuerdo de los productores canadienses de automóviles de Canadá (*Canadian Vehicle Manufacturers Agreement*)**

En mayo de 1992, el Ministerio de Medio Ambiente de Canadá y las empresas Ford, Chrysler y General Motors firmaron un acuerdo para reducir y eliminar las emisiones peligrosas en el medio ambiente y mejorar la eficiencia de sus actividades. Originalmente, el Acuerdo de los productores canadienses de automóviles debía ser de dos años, pero fue ampliado otro año y medio, y será renovado nuevamente.

El propósito del acuerdo, más que atender cuestiones relacionadas a los vehículos en sí, es mejorar la gestión de las instalaciones y de los avances ambientales y tecnológicos de los materiales que se utilizan en la producción de vehículos. Hasta ahora, la asociación ha logrado suprimir el uso o las emisiones de treinta a cuarenta productos. Con ello se redujeron las emisiones en el aire de compuestos orgánicos volátiles (COV), y se incorporaron cambios en lo referente a metales pesados en pinturas y la tecnología utilizada para trabajos con pintura rociada (Durrant, 1997). Este acuerdo puede constituir la vía para negociar un programa de captación del mercurio en vehículos nuevos y usados.

### **Baterías domésticas**

Canadá tiene unas Directrices de opción ecológica (*Environmental Choice Guidelines*) referentes al mercurio de las baterías, con la meta de lograr la eliminación del mercurio en baterías entre 1994 y 1996. Este marco temporal fue un compromiso voluntario del sector industrial, inspirado en los controles de reglamentación de Estados Unidos. Se han establecido los siguientes niveles de mercurio para baterías:

- Baterías de zinc-aire para audífonos: contenido máximo de mercurio de 40 mg/Ah\*;
- Pilas cilíndricas: máximo de 0.02% de mercurio por peso al 1 de julio de 1993; y
- Baterías de manganeso alcalinas de tipo botón: 25 mg por celda.

(Informe de la Fase I de la CCA)

\*miligramos por amperio-hora

## Pinturas

La Asociación de pinturas y revestimientos de Canadá (*Canadian Paint and Coatings Association*), que representa más del 90% de las ventas de pintura al consumidor en el país, concibió una iniciativa voluntaria que se está aplicando desde 1991. Las organizaciones miembro han convenido no producir pinturas para interiores que contengan mercurio. La Asociación también tiene un programa de reciclado voluntario de desechos y contenedores de pinturas para el hogar con contenido limitado de mercurio.

El Ministerio de Salud de Canadá ha aprobado una enmienda sobre reglamentación relacionada con esta iniciativa (Armstrong, 1997). Las enmiendas se incluyen en la primera parte del boletín oficial *Canada Gazette*, bajo la Ley de productos peligrosos (*Hazardous Products Act*), como parte de la Normativa sobre materiales líquidos de recubrimiento (*Liquid Coating Materials Regulations*). Las enmiendas disponen que los recubrimientos líquidos para muebles, productos para el hogar, productos infantiles o cualquier superficie interior de un inmueble no debe contener más de 10 ppm de mercurio. Si el producto contiene más de 10 ppm de mercurio, el envase debe llevar una advertencia de que el recubrimiento contiene mercurio y que es sólo para uso en exteriores (*Canada Gazette, Part I, 1997*).

## Lámparas fluorescentes

Desde 1985 se ha reducido de manera constante el contenido de mercurio en lámparas fluorescentes. El contenido promedio de mercurio en lámparas fluorescentes ha pasado de 48.2 mg en 1985 a 22.5 mg en 1995. La meta es lograr que se reduzca hasta 15.0 mg, lo que representaría una disminución de 69% respecto de los valores de 1985 (Informe de la Fase I de la CCA). La tecnología actual hace que sea difícil reducir más el contenido de mercurio en las lámparas fluorescentes. En 1992, 2400 kg de mercurio de lámparas fue evacuado en el sistema de desechos urbanos en Canadá; sin embargo, las lámparas fluorescentes requieren mucha menos energía que los focos de luz incandescente, de modo que lo único que se lograría con su eliminación sería incrementar las emisiones de mercurio de las generadoras eléctricas. Por ello el uso de lámparas fluorescentes sigue siendo una alternativa viable siempre que al término de su vida se puedan eliminar sin riesgo.

Existe un proceso de recuperación que se usa para recuperar el mercurio de las lámparas fluorescentes y lámparas de descarga de alta intensidad (*HID*) usadas. Primero se implosionan las lámparas para colectar el vapor de mercurio de ellas, luego se separan sus componentes para recuperar el mercurio restante. Este proceso se realiza mediante separación por aire, separación mecánica y un proceso especial patentado de criba (RLF). En virtud del proceso de Normas pan-canadienses del *CCME*, las lámparas fluorescentes son materia de las directrices para medidas de control que se aprobarán en junio de 2000.

## 3 Actividades de rehabilitación

### 3.1 Gestión de retiro de las reservas

El Ministerio de Medio Ambiente de Canadá ha realizado un estudio inicial del tema de la gestión del retiro de reservas. En un informe se recomiendan varias opciones que se deben tomar en cuenta según el tipo de industria. Algunas de estas opciones son el secuestro en matrices estables, la conversión a cinabrio, almacenamiento en envases de acero y estabilización de escorias de incinerador.

### 3.2 Sitios contaminados

#### 3.2.1 Principales sitios contaminados con mercurio

Hay dos grandes actividades antropogénicas en Canadá que han dado origen a sitios contaminados:

1. Entre mediados de los 1850 y mediados de los 1970, unas 500 minas de oro practicaban la amalgamación con mercurio. Los residuos de los procesos de extracción de oro por amalgamación contienen cantidades desconocidas y variables de mercurio, y se solían evacuar directamente en el medio ambiente. Como resultado, los alrededores de las minas de oro abandonadas están bastante contaminados con mercurio. Las minas de oro actuales en Canadá ya no practican la amalgamación, pero muchos de los yacimientos antiguos deben ser investigados.
2. A principios de los años 1970 había en Canadá 15 plantas de cloro y sosa cáustica por electrólisis a base de mercurio. Una de ellas sigue operando, rigiéndose por la Normativa federal correspondiente (*Chlor-Alkali Mercury Release Regulations*), descrita en la *CEPA*, y la Normativa relativa a efluentes líquidos que depende de la Ley de pesca (véase secciones 2.1.1 y 1.2.2.2) (*CEPA*, en Internet, *Chlor-Alkali Mercury Release Regulations*, 1999). La magnitud de la contaminación por mercurio de los suelos en los 14 sitios clausurados varía según los métodos de eliminación que se usaron para los lodos salinos durante la operación de la planta. Por ejemplo, en la planta Dow Chemical Canada, en Thunder Bay, los lodos se trataban por medio de un proceso Chemfix y luego se enterraban en fosas sanitarias el lugar mismo, de modo que no se han encontrado concentraciones de mercurio significativas en el suelo. La planta Canadian-Oxy, en Squamish, BC, tenía un alto nivel de contaminación. Los lodos fueron depositados en una antigua charca o en fosas sanitarias, algunas de ellas revestidas de arcilla y polietileno. Se sigue monitoreando la contaminación de mercurio en todas las instalaciones desmanteladas en Canadá.

#### 3.2.2 Programa nacional para la rehabilitación de sitios contaminados (*National Contaminated Sites Remediation Program, NCSRP*)

En 1989, el *CCME* emprendió su Programa nacional de rehabilitación de sitios contaminados (*National Contaminated Sites Remediation Program, NCSRP*), con costo de \$250 millones y vigencia de cinco años. Su objetivo ha sido los sitios contaminados con materiales peligrosos como resultado de actividades industriales o

comerciales pasadas, y se ha centrado en la evaluación y rehabilitación de sitios "huérfanos", cuyos propietarios eran desconocidos, o no podían o querían costear la rehabilitación. La finalidad del programa ha sido, pues, la evaluación y rehabilitación de sitios contaminados huérfanos que representaban una amenaza inminente para la salud humana o el medio ambiente (CCME, 1994/1995).

El *NCSRP* también apoyó el desarrollo y puesta a prueba de nuevas tecnologías para el saneamiento de sitios contaminados, y la compatibilización commercial de estos métodos. He aquí algunos de los proyectos financiados por el Programa de demostración de tecnologías para rehabilitación de sitios (*Development and Demonstration of Site Remediation Technology Program, DESRT*): demostración de técnicas de estabilización por medio de asfalto espumado en suelos contaminados con petróleo y metales pesados; uso de electrocinética *in-situ* para tratar suelos contaminados con metales pesados, y el uso del proceso Tallon™ para tratar suelos contaminados con metales pesados.

El *NCSRP* ayudó a que en todo el país cuajara el principio "quien contamina paga". Todas las provincias y territorios canadienses han promulgado legislación para asignar a los antiguos propietarios la responsabilidad del costo de saneamiento cuando el uso de materiales peligrosos ha puesto en riesgo la salud o el medio ambiente. Como resultado de este tipo de legislación, la mayor parte de las actividades de rehabilitación están a cargo del sector privado, y los datos de varias de estas actividades se recolectan empleando la base de datos REMTEC™ (<http://www.oceta.on.ca/sedtec/products/remtec.html>).

### **3.2.3 Gestión de los sitios contaminados del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá**

El Ministerio de Medio Ambiente de Canadá está elaborando y manteniendo una lista de sitios que se saben, o se suponen, contaminados con diversos contaminantes. Esta base de datos nacional de sitios contaminados contiene por ahora más de 3000 sitios. En el proceso de determinar la probabilidad y el tipo de contaminación de los mismos se investigó una muestra representativa de 34 sitios, y a la vez se elaboró una lista provisional de sitios prioritarios en espera de evaluación. En la región de Ontario se está llevando a cabo una evaluación piloto de posibles sitios contaminados con mercurio. La evaluación de sitios es una respuesta a la nueva política ambiental operativa del Ministerio, que se ejecuta como parte del sistema de gestión ambiental del Departamento.

El Grupo de trabajo sobre gestión de sitios contaminados (*Contaminated Sites Management Working Group, CSMWG*) es un comité interdepartamental que se creó en verano de 1995. Fue concebido mayormente para elaborar un planteamiento federal integrado para la gestión de sitios contaminados y prestar asesoría técnica al subcomité de sitios contaminados del Comité directivo de la asociación en material de responsabilización ambiental (*Environmental Accountability Partnership Steering Committee, CSMWG*). Éste publica un informe anual que documenta sus avances y sirve como depósito de información para nuevos miembros. El grupo publica también otros materiales útiles, como el manual de referencia sobre tecnologías de rehabilitación de sitios.

### 3.3 Desarrollo de tecnologías

#### Earth Treatment Technologies

Una compañía de nombre Earth Treatment Technologies creó un proceso comercializado de extracción ácida para extraer el mercurio contaminado de los suelos. El proceso consiste en la separación física del mercurio de la tierra, seguida de extracción química (mezclando la solución en ácido en tanques especiales), para terminar enjuagando los suelos con una base neutralizadora. (DuGuay y col. 1993).

#### PPG Canada Inc.

Desde 1949 hasta 1990, PPG Canada Inc. , la planta de cloro y sosa cáustica de Beauharnois, Quebec, usó el proceso de cubas electrolíticas a base de mercurio para producir cloro. Una de las consecuencias de este proceso fue la contaminación por mercurio de los suelos del lugar. La planta PPG y Biogénie SRDC Inc. elaboraron un proyecto original para eliminar los contaminantes con tecnologías gravimétricas y de flotación. Los objetivos eran recuperar un promedio de 95% del mercurio visible en el suelo, reciclar el agua usada en el proceso, mantener la contaminación por mercurio residual por debajo de los 1,000 mg/kg en el suelo tratado, concebir una tecnología móvil y evaluar los costos de tratamiento. Este programa comprendía tres pasos principales: preparación de suelos, tratamiento de suelos y desagüe de los mismos. Los sólidos libres de mercurio fueron depositados en un relleno *in situ* (Environment Canada, 1997, St. Lawrence Technologies).

#### División de fomento de tecnologías ambientales (*Environmental Technologies Advancement Division, ETAD*), Ministerio de Medio Ambiente de Canadá

La *ETAD* está actualmente trabajando en la evaluación de varias técnicas innovadoras basadas en procesos biológicos para reducir, eliminar y recuperar metales de matrices contaminadas. La contaminación de metales es un problema constante en muchos sitios contaminados en todo América del Norte. La *ETAD*, en cooperación con el Ministerio de Recursos Naturales y el Centro de tecnología sobre minerales y energía (*NRCan – Canmet*), está trabajando en el establecimiento de una alianza estratégica para explorar el potencial que tienen algunas especies de plantas indígenas para eliminar o reducir metales en ciertos sitios en el país. Esta alianza tiene por objeto establecer proyectos de demostración para evaluar la eficacia de algunas especies de plantas para eliminar los metales pesados así como desarrollar técnicas para la recuperación de metales / eliminación de biomasa, en cooperación con la industria, las universidades, propietarios y gerentes de sitios y los especialistas en el campo de la tecnología ambiental. Se llevaron a cabo varios proyectos de demostración en 1998-99. (Terry MacIntyre, 1999).

## 4. Actividades de investigación y desarrollo de políticas

### Servicio de protección ambiental (*Environmental Protection Service*)

El servicio de protección ambiental del Ministerio de Medio Ambiente (*Environmental Protection Service, EPS*) tiene como función valorar y gestionar el riesgo asociado con problemáticas nacionales e internacionales, centrándose en el desarrollo de estrategias y políticas. Concretamente, las prioridades de esta rama del Ministerio son la gestión de las sustancias tóxicas, cuestiones atmosféricas nacionales e internacionales, calidad del agua en Canadá, y prevención de la contaminación.

La investigación y las políticas relativas al mercurio dentro del *EPS* abarcan las siguientes áreas:

- Dirección de asuntos atmosféricos transfronterizos (*Transboundary Air Issues Branch*) - Protocolo sobre Metales Pesados de la CEPE, y PARAN sobre Mercurio de la CCA
- División de minería, minerales y metales (*Mining, Minerals and Metals Division*) – desarrollo de políticas respecto a metales en relación con el Proceso de opciones estratégicas.
- Red nacional de muestras de sustancias tóxicas (National Air Toxics Sampling Network) – recolección y análisis de muestras de partículas en varios sitios de todo Canadá para detectar mercurio.
- División de evaluación de sustancias químicas comerciales (*Commercial Chemicals Evaluation Branch*) - elaboración de criterios para clasificación de metales en términos de toxicidad, persistencia y bioacumulación en el medio ambiente, y métodos para la evaluación de riesgos ambientales.

### Servicio meteorológico de Canadá (*Meteorological Services Canada*) (antes Servicio de medio ambiente atmosférico/*Atmospheric Environment Service*)

El Servicio meteorológico de Canadá (*MSC*) tiene como responsabilidad la administración del Programa del medio ambiente atmosférico. El *MSC* es también el servicio responsable de entender el transporte atmosférico y la transformación de contaminantes atmosféricos. Concentra su programa de investigación de metales en dar apoyo al Acuerdo de calidad del agua de los Grandes Lagos. Las investigaciones sobre el mercurio abarcan los siguientes temas:

- Monitoreo y modelado de la deposición atmosférica de mercurio.
- Elaboración de modelos para el transporte atmosférico del mercurio que podrían usarse para analizar los impactos de escenarios de control de emisiones.
- La División de investigación sobre calidad del aire (*Air Quality Research Branch*) monitorea niveles de metales en Columbia Británica, Ontario y Nueva Brunswick para determinar su contribución a la degradación en la visibilidad.
- Análisis de mediciones semanales del aire para determinar fuentes, presencia, tendencias y destino del plomo en el Ártico canadiense.

### **Servicio de conservación ambiental (*Environmental Conservation Service*)**

El Servicio de conservación ambiental (*ECS*) tiene la función de garantizar para los futuros canadienses un medio ambiente no dañado. Los objetivos del Servicio son: mantener la abundancia y diversidad de las plantas y animales nativos, conservar la salud y la integridad de los ecosistemas canadienses y promover el uso ecológicamente sustentable de nuestros recursos.

Las investigaciones que el Servicio realiza sobre el mercurio abarcan las siguientes áreas:

- Creación de una base de datos que comprende documentos oficiales, artículos e informes de consulta sobre los efectos de la minería en Canadá.
- Elaboración de las Directrices de calidad ambiental para los metales (*Canadian Environmental Quality Guidelines for Metals*), que contienen información sobre formas y destino de metales en el medio ambiente, fuentes y rutas de los metales en el medio ambiente, y efectos ambientales y toxicológicos.
- Elaboración de directrices para los residuos de tejidos de especies de vida silvestre a fin de estudiar medidas para proteger a estas especies del consumo de mercurio.

### **Servicio de vida silvestre de Canadá (*Canadian Wildlife Service*)**

Áreas que abarca la investigación de esta división del *ECS*:

- Monitoreo y estudio del mercurio en la vida silvestre en todo Canadá, y especialmente el sexamen de los niveles de mercurio en aves marinas y costeras, aves acuáticas, aves piscívoras y mamíferos de la región del Ártico.
- Elaboración de métodos para la estimación de exposiciones e impactos de los metales en las especies de vida silvestre. Forma parte del Modelo de exposición de especies de vida silvestre a contaminantes (*Wildlife Contaminant Exposure Model, WCEM*), que actualmente contiene información de un número limitado de aves, mamíferos, anfibios y reptiles.
- Cuantificación del metilmercurio de las aves piscívoras, con actividades de identificación de fuentes contaminantes. Se investigan los niveles de mercurio en peces como resultado de las variables químicas en los lagos.

### **Instituto nacional de investigación del agua (*National Water Research Institute*)**

El Instituto nacional de investigación del agua (*NWRI*) del Ministerio de Medio Ambiente es la más importante dependencia de investigación de aguas dulces. Su programa abarca investigación en ciencias acuáticas en cooperación con la comunidad científica nacional e internacional. Su misión es conocer y entender mejor los ecosistemas acuáticos para ayudar a resolver problemas ambientales de particular relevancia para el país. Las actividades de investigación en curso son las siguientes:

- El Instituto nacional de investigación del agua (*NWRI*) del Ministerio de Medio Ambiente interviene actualmente en la determinación de los patrones de redistribución post-deposición del mercurio y la variación de los niveles de mercurio a lo largo del tiempo. Ambos estudios implican el análisis de calas de sedimentos lacustres tomadas en diversos puntos del norte de Ontario.
- La División de protección de ecosistemas acuáticos (*Aquatic Ecosystems Protection Branch*) del *NWRI* tiene programas en curso para monitorear las concentraciones de mercurio en sedimentos y biota de los ríos San Lorenzo y Ottawa. Centrándose primordialmente en especies de mejillones de agua dulce, los programas han generado un cúmulo de información sobre la biodisponibilidad y bioacumulación de metales en estos sistemas hidrológicos.
- También hay un proyecto sobre minería sustentable, por el cual se examinan los efectos de la minería de metales en los ecosistemas acuáticos tanto en estudios sobre el terreno como en laboratorio.
- La División de conservación de ecosistemas acuáticos del *NWRI* tiene un proyecto sobre la deposición húmeda de metales traza en estaciones de la Red integrada de deposición atmosférica (*Integrated Atmospheric Deposition Network, IADN*) en la cuenca de los Grandes Lagos y en todo Canadá.
- La misma división está también analizando la precipitación y las aguas superficiales para determinar microconcentraciones de metales pesados.
- Investigación para mejorar y desarrollar métodos para rehabilitar los medios de aguas subterráneos contaminados por metales en elevadas concentraciones provenientes de desechos de minería.
- Examen de niveles de mercurio en el puerto de Hamilton para determinar la respuesta a reducciones en la carga atmosférica.
- Destino y transporte de contaminantes de metal encontrados en sistemas acuáticos, sobre todo en escurrimientos urbanos y de carreteras.
- Un proyecto asociado con los Grandes Lagos consiste en examinar las tendencias pasadas y actuales en los ingresos de metales a los lagos y sus vías.
- También hay proyectos por medio del *NWRI* que estudian los efectos de los contaminantes metálicos provenientes de la minería en los ecosistemas.

### **Instituto nacional de investigación sobre hidrología (*National Hydrology Research Institute, NHRI*)**

El *NHRI* fue creado para generar conocimientos en varias áreas de investigación del agua. Ubicado en la universidad de Saskatchewan, Alberta, el Instituto investiga asuntos ambientales relacionados con la viabilidad y salud de los ecosistemas acuáticos canadienses. He aquí sus áreas de investigación:

- Un proyecto Canadá-Rusia que estudia el impacto de los metales pesados en los ecosistemas de humedales.
- Investigación de metales en agua, sedimentos y ciertas especies de peces de la Resolute Bay, Great Slave Lake (Territorios del Noroeste).

- Investigación del lixiviado de metales resultante del drenaje de las aguas ácidas de las minas.

## **Iniciativas regionales del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá**

### ***Región de Ontario***

- La Red integrada de deposición atmosférica (*Integrated Atmospheric Deposition Network, IADN*), analiza muestras por medio de espectroscopía de emisión con plasma inductivo para determinar niveles de materia particulada en la atmósfera.
- En la región de Ontario está en proceso un proyecto para investigar el mercurio en el aire ambiente con mediciones en sitios de la *IADN* en Ontario.
- Para el Proyecto del desafío de reducción y eliminación de mercurio se han determinado las emisiones, usos y fuentes del mercurio en Ontario. La aplicación de las iniciativas de reducción del mercurio se lleva a cabo por medio de talleres y sobre todo se ha centrado en la eliminación y reducción del mercurio en el sector salud.
- Se está llevando a cabo un monitoreo de niveles y efectos de los metales en vertebrados en la cuenca de los Grandes Lagos y río San Lorenzo.
- Se monitorea la calidad del agua cerca de la isla Wolfe en el río San Lorenzo para detectar mercurio.
- En la región de los Grandes Lagos se colectan mensualmente muestras de precipitaciones en nueve áreas de muestreo y se las somete a análisis de mercurio. Los resultados se usan para evaluar tendencias y estimar las cargas atmosféricas. Se están llevando a cabo proyectos similares en la desembocadura del río St. Clair y el canal de evacuación del río Niágara.

### ***Región de Quebec***

- En la región del bajo San Lorenzo se investiga la contaminación por mercurio de las aves piscívoras.
- En la región de Quebec se monitorean las concentraciones de metal en las especies de vida silvestre en varios tejidos de distintas aves, mamíferos y reptiles.
- Se realizan estudios para determinar las concentraciones de metal en especies de vida silvestre derivadas de los residuos mineros de los depósitos de los alrededores de Aldermac.
- En la Universidad de Quebec en Montreal se realizan investigaciones sobre el transporte del mercurio a largas distancias. Los científicos han medido los niveles de mercurio en los suelos en todo el norte y sur de Quebec. Los resultados de este estudio han demostrado que actualmente hay de tres a cinco veces más mercurio en los suelos que hace 100 años. Se considera que las deposiciones de mercurio son estables y probablemente no entran en la cadena alimentaria pues se localizan sobre todo en la fase inorgánica. También se están concluyendo estudios sobre niveles de mercurio en lagos y cuencas hidrológicas para determinar patrones de distribución del mercurio en el agua. Asimismo se están realizando estudios sobre los efectos a largo plazo del mercurio en la salud.

### **Región del Atlántico**

- Se monitorea el flujo de mercurio atmosférico en los ecosistemas del Atlántico canadiense.
- El Servicio de vida silvestre (*Canadian Wildlife Service*) estudia los efectos de la exposición de mercurio en los colimbo que se reproducen en las provincias marítimas.
- Evaluación de tendencias temporales del mercurio en huevos de cuatro especies de aves marinas del Atlántico canadiense, desde 1968 hasta 1996.
- Un proyecto en la región Atlántica se encarga de examinar la contaminación por mercurio en las aguas lacustres, carbón orgánico disuelto y sedimentos.
- Otro proyecto de la región Atlántica consiste en la evaluación de fuentes e impactos del mercurio en ecosistemas de aguas dulces.

### **Regiones de la Pradera y el Norte**

- Por medio del Acuerdo Canadá-Manitoba sobre calidad del agua, se monitorean mensualmente 20 sitios para detectar metales.
- Por medio del Programa de calidad del agua de los Territorios del Noroeste (*Northwest Territories Water Quality Program*), se analizan las muestras de agua y sedimentos recogidas en todo el territorio para detectar metales y otros contaminantes tóxicos.
- En la Pradera y región del Norte se analiza la exposición al mercurio de los colimbo por medio del estudio de colimbo muertos en toda la región.
- Se realizan estudios a largo plazo para determinar la historia de las deposiciones de mercurio.
- Por medio de la Junta de aguas de las provincias de la Pradera (*Prairie Provinces Water Board*) se monitorea en doce sitios gran número de variables en agua y peces.
- Se adapta un recolector de muestras atmosféricas en la región de la Pradera para determinar si se puede usar para medir el mercurio y otros metales que se depositan en los ecosistemas acuáticos. Las mediciones empezarán a mediados de 2000.
- Se está realizando un monitoreo de aguas de los ríos East Poplar, Souris y Red para detectar metales y otros contaminantes.

### **Región del Pacífico y Yukon**

- Por medio de la Red de monitoreo de la calidad del agua, 42 estaciones de monitoreo de la región recolectan muestras de agua y las analizan para detectar mercurio y examinar las tendencias de calidad del agua a largo plazo.
- Gracias al Plan de acción del río Fraser se estudian los contaminantes en el sedimento, sedimentos suspendidos y peces en la cuenca del río del mismo nombre, y se analizan los metales traza.

- En la región del Pacífico y el Yukon existe un proyecto en curso que investiga la relación entre emisión y deposición del mercurio.
- En el valle del bajo Fraser, en el sudoeste de Columbia Británica, se ha realizado una serie de estudios para cuantificar y calificar la carga atmosférica de metal.

## **Iniciativas del Ministerio de Recursos Naturales de Canadá**

### **Servicio geológico de Canadá (*Canada Geological Survey, GSC*)**

El Servicio geológico de Canadá, del Ministerio de Recursos Naturales, está reforzando la investigación dedicada al mercurio. El **GSC** está elaborando métodos para determinar las contribuciones relativas de fuentes naturales y antropogénicas del mercurio en la atmósfera. Se estudia el transporte del mercurio a largas distancias a partir de calas de sedimentos y hielo extraídas en distintos puntos del Ártico y Territorios del Noroeste.

## 5 Orientaciones futuras del programa

Todavía hace falta mucha investigación en cuanto a las cantidades y efectos del mercurio en Canadá. Aunque hoy el proceso de conversión del mercurio en forma biodisponible se conoce mejor, es preciso entender con más claridad los efectos que tiene en la salud humana y el medio ambiente el mercurio ligado a los organismos vivos (Informe de la Fase I, CCA). Si bien existe un amplio corpus de información científica sobre los niveles y efectos del mercurio en el medio ambiente canadiense, queda mucho por conocer (Davies, 1997).

### Dosis de referencia

Las dosis de referencia para ingesta de metilmercurio en América del Norte van de 0.1 a 0.5  $\mu\text{g}/\text{kgbw}/\text{día}$  (microgramos por kilogramo de peso corporal por día) (Environment Canada, 1998). A nivel federal, el Ministerio de Salud recomienda ahora una dosis de referencia de 0.2  $\mu\text{g}/\text{kgbw}/\text{día}$  de metilmercurio para grupos vulnerables, como el de mujeres grávidas. Esta cifra fue resultado de un ajuste reciente, pues la ingesta permisible era de 0.47  $\mu\text{g}/\text{kgbw}/\text{día}$  (Environment Canada, 1998).

Las recomendaciones sobre consumo de pescado son una buena herramienta de gestión, si se le da la difusión adecuada, y son suficientes para Canadá. Debería haber iniciativas regionales para promover más información al público y comunicación acerca de las recomendaciones sobre consumo de pescado, y trabajar con otras dependencias para determinar la necesidad de una dosis de referencia común de metilmercurio para los grupos vulnerables.

### Grupos en riesgo

Una de las incertidumbres existentes en nuestros conocimientos del mercurio es la dificultad de determinar el nivel de efecto en el que aparecen consecuencias neuroconductuales de la exposición prenatal al metilmercurio, y la medida en que la población, sobre todo la más vulnerable (mujeres grávidas, niños y grupos que pertenecen a la franja superior de la escala, que consumen de determinadas especies de pescado) se encuentra en riesgo por el metilmercurio que ingiere al consumir pescado. Es preciso evaluar el riesgo de los grupos vulnerables, sobre todo en las regiones en que niños o adultos jóvenes constituyen un importante sector de la población (Environment Canada, 1998).

Para promover la solución de problemas de salud y medio ambiente en los países del TLCAN se deberían organizar talleres de expertos con tal finalidad (Environment Canada, 1998).

### Mediciones y modelos atmosféricos

Una red trilateral compatible sobre deposiciones y mercurio en fase gaseosa podría proporcionar los datos y las vías científicas para la colaboración entre los países del TLCAN. Una red de estas características generaría, como valor adicional, una capacidad analítica compatible, la transferencia de tecnología sobre analizadores de mercurio, datos para modelos hemisféricos y consenso científico para las decisiones de política ambiental del TLCAN.

## **Riesgo para la flora y fauna silvestres**

Tomando en cuenta los niveles de metilmercurio encontrados en el alimento de aves piscívoras (colimbos, águila pescadora, martín pescador) y mamíferos (nutria y visón), estas criaturas pueden estar en riesgo de exposición al mercurio. Se ha sugerido que los niveles que rebasan los 0.3-0.4 ppm en peces de 20 a 50 gramos son críticos para la reproducción de los colimbos (Environment Canada, 1998). Las muestras de sangre tomadas de poblaciones adultas de colimbos en el este de Canadá tenían concentraciones de mercurio cuatro veces superiores a las de los colimbos de Alaska, tomadas al noroeste de los Estados Unidos. Se precisa apoyo para estudios ecosistémicos de los efectos crónicos en la reproducción de las aves y otros animales piscívoros. Una opción que cabe considerar es invitar a expertos regionales en toxicología de la fauna silvestre para que participen en una sesión sobre este tema dentro de un taller sobre ciencia y salud en relación con el mercurio, taller que podría organizarse cada año de forma rotativa en los países del TLCAN.

## **Intercambio de tecnología, estrategias para la reducción de emisiones e inventarios**

La especiación atmosférica del mercurio y los estudios de rastreo de radioisótopos son técnicas científicas esenciales para desarrollar controles futuros en las fuentes pertinentes. Es esencial que opere una transferencia de la mejor tecnología de control disponible, procedimientos analíticos normalizados, y metodologías que permitan el desarrollo de capacidades equivalentes de medición del mercurio en México, Canadá y Estados Unidos (Environment Canada, 1998).

## **Estudios sectoriales**

Hay que instrumentar estudios multidisciplinarios y de largo plazo en áreas determinadas, análogos a estudios como la Estrategia ambiental del Ártico del Programa de contaminantes del Norte (*Northern Contaminants Program of the Arctic Environmental Strategy*) (Davies, 1997).

Debe hacerse hincapié en la importancia de continuar las investigaciones y el monitoreo de aspectos relacionados con el mercurio, ya que existen todavía muchas facetas desconocidas.

## Bibliografía

- Accelerated Reduction/Elimination of Toxics program (ARET). Environmental Leaders 3. Hull: Environmental Canada, 1999.
- Allan, R.J., 1996. Long Range Atmosphere Transport of Heavy Metals, Particularly mercury in Canada: Sources, Fate and Effects. Contribución del *NWRI*. 96-80.
- Amalgamlinks. Mercury dental web site (con vínculos en francés e inglés). Actualizado en septiembre de 1997. <<http://vest.qu.se/~bosse/Mercury/Mouth/Linklists/dds.html>>
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold limit values (TLVs) for chemical substances in the work environment adopted by ACGIH with intended changes for 1991-1992.
- Antler, Susan. 1996. Comunicación personal. Canadian Household Battery Manufacturer's Association. 20 de noviembre.
- Arctic Environmental Protection Strategy (AEPS). The Arctic Environmental Protection Strategy (AEPS) and the Arctic Council. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Actualizado el 6 de junio de 1997. URL: <<http://www.grida.no/amap/info/inf-aeps.html>> Informe final: <http://www.inac.gc.ca/pubs/audit/9510/index.thml>> [Nota del editor: estos dos sitios han sido cesados. Puede consultar un breve resumen en: <http://www.tbs-sct.gc.ca/rma/database/studies/5713.e.html>].
- Armstrong, Vic. 1997. Comunicación personal. Product Safety Bureau, Health Canada. Diciembre.
- Association of Municipal Recycling Coordinators. 1999. Municipal mercury program survey.
- Audet, M. 1999. Comunicación personal. PCI Chemicals.
- Beauchamp, S. y Tordon, R. 1997. Total gaseous mercury vapour phase measurements at Acadia, Maine, St. Andrews, New Brunswick and Keji, Nova Scotia. Atmospheric Environment Branch.
- Binational Toxics Strategy (BNS) Workgroup Updates 1999. Mercury workgroup Activities. URL: [www.epa.gov/glnpo/bns/wkgpupdate/99updatehg.htm](http://www.epa.gov/glnpo/bns/wkgpupdate/99updatehg.htm). [Nota del editor: sitios URL cesados].
- Blanchard, P., 1997. Total gaseous mercury measurement at Point Petre, Ontario. Atmospheric Environment Branch, Environment Canada, Downsview, Ontario (data).
- Bleasby, P. 1998. The role of mercury containing lamps in global climate change. Proceedings.
- Burgess, N. 1998. Mercury in Atlantic Canada: A progress report. Mercury Team Regional Science Coordinating Committee. Environment Canada-Atlantic Region. Septiembre.
- Butler, S. 1998. Comunicación personal. Canadian Chemical Producers Association.
- Canada Gazette. 1997. Hazardous Products Act. URL: <http://www.ccr-aadrc.gc.ca/E/pub/mm/d1951ed.html>>.
- Canada Gazette. 1977. Metal finishing liquid effluent guidelines. Part 1. 5 de noviembre, 57-60.
- Canada-Ontario Agreement. 1994. The Canada-Ontario Agreement respecting the Great Lakes Basin Ecosystem. URL: <<http://glimr.cciw.ca/tmpl/glimr/program.cfm?ID=084&Lang=e>>.
- Canadian Chemical Producers' Association. 1997. 1996 Reducing emissions report; Water Quality Section.
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 1999. Initial set of actions for the Canada-wide standards for mercury emissions from incinerators and base metal smelters. URL: <[http://www.ccme.ca/pdfs/backgrounders/060600/Mercury Emis Init Action E.pdf](http://www.ccme.ca/pdfs/backgrounders/060600/Mercury%20Emis%20Init%20Action%20E.pdf)>.
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 1997. Recommended Canadian Soil Quality Guidelines. Marzo.
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 1996. Guidelines for compost quality. Marzo.
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 1996. Interim Canadian environmental quality criteria for contaminated sites: The national contaminated sites remediation program report.

- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 1994/1995. The national contaminated sites remediation program: Annual report. Winnipeg, Manitoba.
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). Agosto de 1989. National guidelines on physical-chemical-biological treatment of hazardous waste.
- Canadian Environmental Law. Eco/Log, 1999. *2a. Ed.* Volúmenes 1-5. Toronto: Butterworths.
- Canadian Environmental Protection Act, (CEPA). 1999. The New Canadian Environmental Protection Act. URL: <<http://www.ec.gc.ca/cepa/english/index.htm>>.
- Canadian Environmental Protection Act, (CEPA). 1999. Chlor-alkali mercury release regulations. Texto en francés e inglés). URL: <[http://www.ec.gc.ca/CEPARRegistry/Regulations/g1-13345\\_r5.pdf](http://www.ec.gc.ca/CEPARRegistry/Regulations/g1-13345_r5.pdf)>.
- Canadian Environmental Protection Act (CEPA). Ocean dumping regulations. URL: <<http://www.ec.gc.ca/CEPARRegistry/regulations/DetailReg.cfm>>.
- Canadian Lakes Loon Survey, (CLLS). 1997. Loon Internet data posting by H. Vogel. Bird Studies Canada.
- Chevalier, Patrick. 1999. Comunicación personal. Minerals and Metals, Natural Resources Canada. Febrero.
- Cautillo, Antonio. 1999. Comunicación personal. Standards Gas Program, Canadian Standards Association. 11 de mayo.
- Chong, Richard (OSRAM Sylvania). 1997. Toward pollution prevention: A situation overview. In: Mercury elimination and reduction: Toward North American partnerships symposium proceedings. Toronto, Canadá, 5-6 de mayo, organizado por Pollution Probe.
- Commission for Environmental Cooperation (CEC). 1997. Meeting the challenges of continental pollutant pathways: Towards a framework for trinational cooperation and action. The North American Expert Advisory Panel on Continental Pollutant Pathways.
- Commission for Environmental Cooperation, (CEC). 1996. Informe de la Fase I: The status of mercury in Canada: A Background report to the Commission for Environmental Cooperation. North American Task Force on Mercury. Febrero.
- Cotton, R. y col. (1991, service issues 1992-1997). Canadian Environmental Law. 2a. ed., vol. 1-5. Toronto: Butterworths.
- Davies, K. Marzo de 1997. Third mercury paper. (Trip, Luke [NCR]).
- Doiron C.C. y C. Napier. 1998. Inventory of uses and releases of mercury during product life cycles (informe final). Elaborado para Environmental, ARET Secretariat. Noviembre.
- Doiron, C.C. & Associates, C.C. 1997. An inventory of sources of mercury in Atlantic Canada. Elaborado para Environment Canada en colaboración con P.J. Whalen & Associates Ltd.
- Doiron, C.C. & Associates, C.C. 1996. Background information paper for a heavy metals protocol under the United Nations Economic Commission for Europe Convention on Long Range Transboundary Air Pollution. Vol.1, (febrero) 33.
- DuGuay, Troy. Marzo de 1993. Reclaim metals to clean up soils. King of Prussia, PA: Coastal Remediation Co. 26(5).
- Durrant, D. 1997. Comunicación personal. Environment Canada. Diciembre.
- Electric Power Research Institute. 1996. Protocol for estimating historic atmospheric mercury deposition. Palo Alto, CA: EPRI TR-106768. 49 pp.
- Environment Canada. 1999. Canadian Emissions Inventory (1990 y 1995). Informe provisional no publicado.
- Environment Canada. 1998. Ecological monitoring and assessment network: Meeting the challenges of continental pollutant pathways-mercury case study. URL: <<http://www.cciw.cs/eman-temp/assessmt/list.html>>
- Environment Canada. 1997. St. Lawrence Technologies. St. Lawrence Centre. Conservation and Protection.
- Environment Canada. 1996. NSCRP Site audit program 1995/96: Technical desk audit of the Balmet site, St. Jean sur Richelieu, Quebec. Informe provisional no publicado. Abril.
- Evers, D.C. y col. 1998. A geographic trend in mercury measured in common loon feathers and blood. Environ. Toxicol. Chem. (en prensa).

- Expert Panel on Mercury Atmospheric Processes. 1994. Mercury atmospheric processes: A synthesis report. Workshop proceedings. Septiembre. Tampa, Florida: EPRI/TR-104214.
- Fisheries Act, 17 de junio de 1997. Metal mining liquid effluent regulations. URL: <<http://www3.ec.gc.ca/EnviroRegs/eng/SearchDetail.cfm?intReg=79>>.
- Fitzgerald, W. 1995. Is mercury increasing in the atmosphere? The need for an atmospheric mercury network. *Water Air and Soil Pollution* 80: 245-254.
- Giannetas, C., y Lourie B. Septiembre de 1999. Mercury in electrical products: An evaluation of uses and reduction options. Toronto, Ontario: Pollution Probe.
- Gilkeson, J. 1999. Comunicación personal. Minnesota Office of Environmental Assistance. St. Paul Minnesota. 16 de junio.
- Health Canada. 1995. Canadian water guidelines: Summary of guidelines for water quality in Canada. Minister of National Health and Welfare, folleto.
- Levin y col. 1999, Fifth ICOBTE Vienna, Abstracts II:614-615.
- MacIntyre, T. 1999. Comunicación personal. Environmental Technologies Advancement Directorate, Environment Canada.
- Natural Resources Canada (NRC). 1998. Mercury. Canadian minerals yearbook. Minister of Public Works and Government Services Canada.
- Neimi, D. 1998. 1995 Hg Emission Notes. Environment Canada. Pollution Data Branch. Emission Inventory Task Group. Mayo.
- Newdick, J. 1998. Comunicación personal. Ontario Ministry of the Environment. 18 de febrero.
- O'Connor Associates. 2000. Mass balance of dental-related mercury wastes in Canada, with discussions of environmental impacts and alternate dental restorative materials, Ottawa: Environmental Inc. Marzo.
- Organization for Economic Cooperation and Development, (OECD). 1994. Mercury, background and national experience with reducing risk. Risk reduction monograph no. 4. Paris: OECD/GD (94)98.
- Pilgrim W. 1998. Mercury. Chapter VIII in the Eastern Canadian Provinces - US Northeast States and Eastern Canadian Provinces Mercury Study Report. Northeast States for Coordinated Air Use Management, Northeast Waste Management Officials' Association, New England Interstate Water Pollution Control Commission and Ecological Monitoring and Assessment Network of Canada.
- Pilgrim W. y col. 1997. Developing international networks and partners in the study of mercury: The Americas mercury deposition network. En: Proceedings of the 4<sup>th</sup> Global Mercury Conference. Hamburgo, Alemania.
- Poissant, L. 1997. Preferred sources of atmospheric total gaseous mercury in the St. Lawrence River Valley. *Atmospheric Environment* (en prensa).
- Poissant, L. y M. Pilote. 1997. Mercury concentrations in single event precipitation in Southern Québec. *The Science of the Total Environment* (en prensa).
- Sang, S. y Lourie, B. 1998. Mercury elimination and reduction: Toward North American partnerships. Canadian Mercury Symposium, 1997. Pollution Probe. Toronto, Ontario (en prensa).
- Sang, S. and Lourie, B. 1996. Mercury in Ontario: An inventory of sources, uses and releases. Pollution Probe. Toronto.
- Sass, Bruce M., Mona A. Salem, Lawrence A. Smith Battelle. 1994. Mercury usage and alternatives in the electrical and electronics industries (Informe final). Risk Reduction Engineering Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency. Cincinnati, Ohio: EPA/600/R-94/046\7. Enero
- Schroeder, W. and Marks, J. 1994. Total gaseous measurements in the Great Lakes. *J. Great Lakes Res.* 20(1): 240-259.
- SENES Consultants. 1998, Evaluation of technology for reducing mercury emissions. Diciembre.
- Schuehammer, A.M. 1995. Methyl mercury exposure and effects in piscivorous birds. Proceedings of the 1995 Canadian Mercury Workshop. Ecological Monitoring Coordinating Office, Canadian Wildlife Service, Environment Canada.

- Smith, Ian. 1998. Comunicación personal (correo electrónico). Ontario Ministry of the Environment. 13 de septiembre.
- Statistics Canada. 1998. Export data for mercuric oxide primary cells and batteries in Canada.
- Statistics Canada. 1997. Export data for mercuric oxide primary cells and batteries in Canada.
- Statistics Canada. 1996. Export data for mercuric oxide primary cells and batteries in Canada.
- Stoffers y col. 1999, *Geology*, 27(10):931-934.
- Thornton, Iain. 1995. *Metals in the global environment: Facts and misconceptions*. Ottawa: International Council on Metals and the Environment.
- United States Environmental Protection Agency, (US EPA) 1997. *Mercury study report to Congress, vol. II. An inventory of anthropogenic mercury emissions in the United States*. US EPA, Washington DC.
- Wagemann, R. 1995. Mercury levels and their spatial and temporal trends in Arctic marine mammals. En: *Proceedings of the 1995 Canadian Mercury Workshop*. Ecological Monitoring Coordinating Office, Canadian Wildlife Service, Environment Canada.