



**PROGRAMA DE LAS NACIONES  
UNIDAS PARA EL MEDIO  
AMBIENTE**



**PRODUCTOS QUÍMICOS**

**Instrumental para la  
identificación y cuantificación de  
liberaciones de mercurio**

**BORRADOR PRELIMINAR**

Noviembre de 2005



**IOMC**

**PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL PARA EL MANEJO ADECUADO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS**

Un acuerdo de cooperación entre PNUMA, OIT, FAO, OMS, ONUDI, UNITAR y OCDE





**PROGRAMA DE LAS NACIONES  
UNIDAS PARA EL MEDIO  
AMBIENTE**



**PRODUCTOS QUÍMICOS**

**Instrumental para la identificación y  
cuantificación de liberaciones de  
mercurio**

**BORRADOR PRELIMINAR**

Noviembre de 2005

Preparado por PNUMA Productos Químicos

Ginebra, Suiza

*Este borrador preliminar titulado “Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio” es la primera versión de esta publicación. Su objetivo es orientar a los países en la elaboración de inventarios nacionales o regionales de liberaciones de mercurio. El documento será ampliado y se publicarán otras ediciones conforme se considere pertinente. Ésta y las subsiguientes versiones del instrumental se pondrán a disposición pública mediante la página web sobre mercurio de Productos Químicos, PNUMA: <http://www.chem.unep.ch/mercury/>.*

**Cláusula de exención de responsabilidad:**

El objetivo de esta publicación es brindar orientación. La información contenida en el presente documento proviene de publicaciones científicas, informes gubernamentales e Internet, así como de intercambios personales. Aun considerando que dicha información es fidedigna, el PNUMA declina toda responsabilidad en cuanto a posibles inexactitudes u omisiones, y a las consecuencias que éstas pudieran tener. Ni el PNUMA ni ninguna de las personas implicadas en la elaboración de esta publicación podrán ser sujetos de responsabilidad civil por cualquier tipo de lesión, pérdida, daño o perjuicio causados por personas cuyas acciones están fundadas en su propio entendimiento de la información brindada en esta publicación.

La designación empleada y la presentación del material en la presente publicación no implican en modo alguna la expresión de ningún tipo de opinión por parte de las Naciones Unidas o del PNUMA con respecto a la situación jurídica de ningún país, territorio, ciudad o área o a ninguna de sus autoridades, ni en relación con cualquier tipo de delimitación de sus fronteras o límites. Las opiniones vertidas en el documento no reflejan necesariamente las propias del PNUMA.

Esta publicación se produce dentro del marco del Programa Interinstitucional para el Manejo Adecuado de los Productos Químicos (IOMC).

*El Programa Interinstitucional para el Manejo Adecuado de los Productos Químicos (IOMC) fue creado en 1995 por el PNUMA, la OIT, la FAO, la OMS, la ONUDI y la OCDE (organizaciones participantes) a raíz de las recomendaciones formuladas en 1992 por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo a fin de fortalecer la cooperación y aumentar la coordinación en el ámbito de la seguridad química. En enero de 1998, el UNITAR se adhirió formalmente al IOMC en calidad de organización participante. El objetivo de la IOMC es promover la coordinación de las políticas y actividades de las organizaciones participantes, colectiva o individualmente, con miras al manejo adecuado de las sustancias químicas en relación con la salud humana y el medio ambiente.*

El material que figura en la presente publicación se puede citar o reimprimir libremente, siempre y cuando se cite y haga referencia explícita a este documento. Deberá de enviarse un ejemplar de la publicación que contenga la cita o reimpresión a Productos Químicos, PNUMA.

Si desea ejemplares de este documento, solicítelos a:

Productos Químicos, PNUMA  
11-13, chemin des Anémones  
CH-1219 Châtelaine, Ginebra  
Suiza

Tel.: +41 22 917 1234

Fax: +41 22 797 3460

Correo-e: [chemicals@unep.ch](mailto:chemicals@unep.ch)

Sitio web: <http://www.chem.unep.ch/mercury/>

# Índice

<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>1</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes	3
1.2 El contexto del presente instrumental	5
<b>2 Los inventarios de mercurio y el presente instrumental</b>	<b>7</b>
2.1 Objetivo de los inventarios de mercurio	7
2.2 Objetivos del presente instrumental	7
2.3 Limitaciones del presente instrumental	8
2.4 Bibliografía recomendada	9
<b>3 Fuentes antropogénicas de liberación de mercurio</b>	<b>12</b>
3.1 Procesos de emisión al medio ambiente	13
3.2 Ejemplos de liberaciones de mercurio a diferentes vías	15
<b>4 Pasos para la elaboración de un inventario de mercurio</b>	<b>18</b>
4.1 Introducción al concepto de inventario	18
4.1.1 Enfoque del ciclo de vida	19
4.2 Paso 1: matriz de selección; identificación de las principales categorías de fuentes	23
4.3 Paso 2: identificación de subcategorías de fuentes	24
4.3.1 Extracción y uso de combustibles/fuentes de energía	25
4.3.2 Producción primaria (virgen) de metales	26
4.3.3 Producción de otros minerales y materiales con impurezas de mercurio	27
4.3.4 Uso deliberado de mercurio en procesos industriales	28
4.3.5 Productos de consumo con uso deliberado de mercurio	29
4.3.6 Otros productos/procesos con uso deliberado de mercurio	30
4.3.7 Producción de metales reciclados (producción “secundaria” de metales)	31
4.3.8 Incineración de desechos	32
4.3.9 Disposición de desechos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales	33
4.3.10 Crematorios y cementerios	34
4.3.11 Identificación de puntos calientes potenciales	35
4.4 Paso 3: recopilación de datos y cuantificación de liberaciones de mercurio	36
4.4.1 Principios para la cuantificación	36
4.4.2 Uso de las tasas de actividad	39
4.4.3 Seleccionar los factores de entrada de mercurio	42
4.4.4 Seleccionar los factores de distribución de salidas	43
4.4.5 Recopilación de datos	45
4.4.6 Balance de entradas y salidas de mercurio para controlar las cuantificaciones	47
4.4.7 Ejemplos de cálculos de liberaciones de diversos tipos de fuentes	47
4.5 Paso 4: presentación del inventario	60

4.5.1	Elementos clave del inventario	60
4.5.2	Estructura normalizada del informe	62
4.5.3	Hoja de datos para el cálculo de las liberaciones	62
4.5.4	Sugerencias para la elaboración del informe provisional	62
<b>5</b>	<b>Descripciones detalladas de las fuentes de liberaciones de mercurio y factores de entrada y salida de mercurio</b>	<b>64</b>
5.1	Extracción y uso de combustibles/fuentes de energía	66
5.1.1	Combustión de carbón en grandes centrales de energía	66
5.1.2	Otros usos de carbón	75
5.1.3	Aceites minerales – extracción, refinación y uso	80
5.1.4	Gas natural – extracción, refinación y uso	88
5.1.5	Otros combustibles fósiles – extracción y uso	93
5.1.6	Energía a base de quema de biomasa y producción de calor	94
5.1.7	Producción de energía geotérmica	97
5.2	Producción primaria (virgen) de metales	99
5.2.1	Extracción y procesamiento inicial de mercurio	99
5.2.2	Extracción de oro y plata con proceso de amalgamación de mercurio	101
5.2.3	Extracción y procesamiento inicial de zinc	107
5.2.4	Extracción y procesamiento inicial de cobre	120
5.2.5	Extracción y procesamiento inicial de plomo	128
5.2.6	Extracción y procesamiento inicial de oro mediante procesos distintos de la amalgamación de mercurio	133
5.2.7	Extracción y procesamiento inicial de aluminio	138
5.2.8	Extracción y procesamiento de otros metales no ferrosos	140
5.2.9	Producción primaria de metales ferrosos	141
5.3	Producción de otros minerales y materiales con impurezas de mercurio	145
5.3.1	Producción de cemento	145
5.3.2	Producción de pulpa y papel	152
5.3.3	Producción de cal y hornos de agregados ligeros	155
5.3.4	Otros minerales y materiales	159
5.4	Uso deliberado de mercurio en procesos industriales	160
5.4.1	Producción de cloroálcali con tecnología de mercurio	160
5.4.2	Producción de VCM (monómeros de cloruro de vinilo) con bicloruro de mercurio (HgCl <sub>2</sub> ) como catalizador	171
5.4.3	Producción de acetaldehídos con sulfato de mercurio (HgSO <sub>4</sub> ) como catalizador	173
5.4.4	Otras formas de producción de químicos y polímeros con compuestos de mercurio como catalizadores	174
5.5	Productos de consumo con uso deliberado de mercurio	175
5.5.1	Termómetros con mercurio	175
5.5.2	Interruptores eléctricos y relevadores con mercurio	183
5.5.3	Fuentes de luz con mercurio	193
5.5.4	Pilas con mercurio	201
5.5.5	Biocidas y pesticidas	207
5.5.6	Pinturas	209

5.5.7	Productos farmacéuticos de uso humano y veterinario	212
5.5.8	Cosméticos y productos relacionados	213
5.6	Otros usos deliberados en productos/procesos	217
5.6.1	Amalgamas dentales de mercurio	217
5.6.2	Manómetros y medidores	223
5.6.3	Químicos y equipos de laboratorio	225
5.6.4	Uso del metal mercurio en rituales religiosos y medicina tradicional	230
5.6.5	Usos de productos misceláneos, usos de metal mercurio y otras fuentes	230
5.7	Producción de metales reciclados (producción “secundaria” de metales)	232
5.7.1	Producción de mercurio reciclado (“producción secundaria”)	232
5.7.2	Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero)	235
5.7.3	Producción de otros metales reciclados	237
5.8	Incineración de desechos	239
5.8.1	Incineración de desechos municipales/generales	239
5.8.2	Incineración de desechos peligrosos	248
5.8.3	Incineración de desechos médicos	250
5.8.4	Incineración de lodos cloacales	255
5.8.5	Incineración informal de desechos	258
5.9	Disposición de desechos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales	260
5.9.1	Rellenos sanitarios/depósitos controlados	260
5.9.2	Disposición difusa con cierto grado de control	265
5.9.3	Disposición local informal de los desechos de la producción industrial	265
5.9.4	Vertederos informales de desechos	266
5.9.5	Sistemas/tratamiento de aguas residuales	266
5.10	Crematorios y cementerios	272
5.10.1	Crematorios	272
5.10.2	Cementerios	275
5.11	Identificación de puntos calientes potenciales	278
<b>6</b>	<b>Referencias</b>	<b>279</b>
<b>7</b>	<b>Glosario, siglas y abreviaturas</b>	<b>290</b>
<b>8</b>	<b>Anexos técnicos</b>	<b>293</b>
8.1	Concentraciones de mercurio en esfalerita en concentrados para la extracción de zinc	293
<b>9</b>	<b>Anexos</b>	<b>298</b>
9.1	Formulario normalizado para la presentación del inventario	298
9.2	Muestra de hoja de cálculo para facilitar el cálculo de las liberaciones de mercurio	301

## Resumen ejecutivo

1. Después de considerar los resultados clave del informe Evaluación Mundial del Mercurio, el Consejo de Administración del PNUMA concluyó, durante su Vigésima Segunda Sesión celebrada en febrero de 2003, que existen suficientes evidencias de los importantes impactos del mercurio alrededor del mundo para justificar medidas internacionales adicionales a fin de disminuir los riesgos que representan las liberaciones de mercurio al medio ambiente para los humanos, la flora y la fauna. El Consejo de Administración decidió la adopción más inmediata posible de medidas nacionales, regionales e internacionales, y exhortó a todos los países a establecer metas y a actuar, según corresponda, para identificar a las poblaciones en riesgo y reducir las liberaciones generadas por los seres humanos. Este compromiso para ocuparse de los impactos adversos de la contaminación por mercurio en el mundo se vio reforzado por la participación de los gobiernos durante la Vigésima Tercera Sesión del Consejo de Administración, celebrada en febrero de 2005. Asimismo, el Consejo de Administración solicitó al PNUMA que, en colaboración y consulta con otras organizaciones, facilitara y llevara a cabo actividades de asistencia técnica y fortalecimiento de capacidades con miras a apoyar los esfuerzos de los países para tomar medidas acerca de la contaminación por mercurio.

2. En respuesta a la solicitud del Consejo de Administración, el PNUMA creó un programa mercurio dentro del PNUMA Productos Químicos con el objetivo inmediato de exhortar a todos los países a establecer metas y tomar medidas, según corresponda, para identificar a las poblaciones expuestas, minimizar la exposición con actividades de difusión y reducir las liberaciones antropogénicas de mercurio.

3. Parte importante del programa es la preparación de materiales de capacitación, documentos de orientación e instrumentales sobre diversos temas relevantes que puedan resultar útiles a los gobiernos y otros actores durante la evaluación y atención a la contaminación por mercurio. Los gobiernos tendrán que desarrollar la plataforma de conocimientos necesaria para evaluar los riesgos que implica el mercurio y tomar las medidas adecuadas para disminuirlos. El “Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio” (instrumental) pretende asistir a los países en la construcción de dicha plataforma de conocimientos mediante la elaboración de un inventario de mercurio que identifique las fuentes de las liberaciones de mercurio y calcule o cuantifique dichas liberaciones.

4. Combinadas con conocimientos adicionales en torno a los tipos específicos de fuentes de liberaciones y las opciones disponibles para lograr reducir las liberaciones, las medidas de reducción más rentables pueden identificarse para su selección durante el proceso de toma de decisiones. Es común que esos inventarios sean clave en la comunicación con actores de la esfera industrial o comercial, y con el

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

[https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=5\\_15589](https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=5_15589)

