ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

MMAyA
Ministerio de Medio Ambiente y Agua

INVENTARIO NACIONAL DE FUENTES DE EMISIONES DE MERCURIO EN BOLIVIA

PNUMA
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

gef
GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET

La Paz, Bolivia 2017

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA

VICEMINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, BIODIVERSIDAD, CAMBIOS CLIMÁTICOS Y DE GESTIÓN Y DESARROLLO FORESTAL

Programa Nacional de Contaminantes Orgánicos Persistentes

- Ing. Carlos René Ortuño Yáñez
» **Ministro de Medio Ambiente y Agua**
- Lic. Cynthia Viviana Silva Maturana
» **Viceministra de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal**
- Ing. Nina Slava Rodríguez Palacios
» **Responsable del Programa Nacional de Contaminantes Orgánicos Persistentes**
- Ing. Miguel Blacutt Gonzales
» **Encargado Proyecto MIA – PRONACOP´s**

EQUIPO TÉCNICO

- Lizeth Canaviri Fernández
» **Ingeniera Química**
- Andrés Flores Quenta
» **Ingeniero Industrial**
- Miroslava Castellón Geier
» **Ingeniera Agrónoma**

IMPRESIÓN:

» **EIP Imagen & Publicidad**
2244556 - 60589089

AGRADECIMIMENTO ESPECIAL





EDICIÓN NO COMERCIABLE

INVENTARIO NACIONAL DE FUENTES DE EMISIONES DE MERCURIO EN BOLIVIA

Punto de contacto responsable de este inventario	
Nombre completo de la Institución	MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA - VICEMINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, BIODIVERSIDAD, CAMBIOS CLIMÁTICOS Y DE GESTIÓN Y DESARROLLO FORESTAL – PRONACOP´s
Personas de contacto	Ing. Miguel Blacutt Gonzales – Ing. Nina Rodríguez Palacios
Dirección de correo electrónico	miguelblacuttg@yahoo.es – nrp210767@hotmail.com
Número de teléfono	591-2-2141929 - 2146382 - 2146385
Número de fax	591-2-2141929
Sitio web de la Institución	mmaya.gob.bo
Fecha de emisión del informe	Diciembre de 2017

Este inventario fue realizado de conformidad con el kit de herramientas para la identificación y cuantificación de las emisiones de mercurio de PNUMA, nivel de inventario 1 y 2 (versión 1.3, abril de 2015).

Índice

Resumen Ejecutivo **15**

1. Antecedentes **18**

2. Introducción **19**

3. Tipos de fuentes de Emisiones de Mercurio **21**

4. Emisiones de Mercurio **24**

5. Emisiones de Mercurio por Diferentes Vías de Salida **28**

6. Descripción e Inventario de la Categoría: Consumo de Energía y Producción de Combustibles **33**

6.1 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Combustión/Uso de Diésel, Gasoil, Petróleo, Kerosene, GLP y Otros Destilados Livianos a Medios. 34

6.2 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Uso de Gas Natural (industria y energía eléctrica) 37

6.3 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Uso de Gas por Cañería (domiciliario, GNV) 39

6.4 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Producción de Energía y Calor por Combustión de Biomasa 41

6.5 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Combustión de Carbón Vegetal 43

6.6 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Extracción de Petróleo 45

6.7 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Refinación de Petróleo 48

6.8 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Extracción y Procesamiento de Gas Natural 51

7. Datos e Inventario de la Categoría: Producción Interna de Metales y Materias Primas **57**

7.1 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Producción de Zinc a Partir de Concentrados 57

7.2 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Producción de Cobre a Partir de Concentrados 61

7.3 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Producción de Plomo a Partir de Concentrados 64

7.4 Descripción y Cálculos de las Subcategorías: - Extracción de Oro por Métodos Distintos a la Amalgamación de Mercurio. - Extracción de Oro con Amalgamación de Mercurio, Sin Uso de Retortas - Extracción de Oro con Amalgamación de Mercurio, con Uso de Retortas 67

7.5 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Producción de Cemento 74

7.6 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Producción de Pasta y Papel 79

8. Datos e Inventario de la Categoría: Producción y Procesamiento Internos con Utilización Deliberada de Mercurio **82**

9. Datos e Inventario de la Categoría: Organización del Manejo de Desechos Generales en El País 83

9.1 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Incineración de Residuos Peligrosos 84

9.2 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Quema al Aire Libre de Desechos (en vertederos y de manera informal) 87

9.3 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Vertederos o Depósitos Controlados 89

9.4 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Vertido Informal de Desechos Generales 92

9.5 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Sistema/ Tratamiento de Aguas Residuales 95

10. Datos e Inventario de la Categoría: Consumo General de Mercurio en Productos 101

10.1 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Empastes de Amalgamas Dentales 103

10.2 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Termómetros Médicos de Hg 106

10.3 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Conmutadores Eléctricos y Relés con Mercurio 110

10.4 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Tubos Fluorescentes (de doble terminal) 112

10.5 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Lámpara Compacta Fluorescente (de un sólo uso terminal) 113

10.6 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Otras Fuentes de Luz con Contenido de Mercurio 116

10.7 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Óxido de Mercurio (celdas de botón y de otros tamaños); también llamadas "celdas de mercurio y zinc" 117

10.8 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Otras Celdas de Botón (zinc-aire, celdas de botón alcalinas, plata-óxido) 120

10.9 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Poliuretano Producido con Catalizador de Mercurio 121

10.10 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Otros Manómetros e Indicadores con Mercurio 123

10.11 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Productos Químicos de Laboratorio 126

10.12 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Otros Equipos Médicos y de Laboratorio con Mercurio 127

11. Datos e Inventario de la Categoría: Crematorios y Cementerios 129

11.1 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Crematorios 129

11.2 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Cementerios 131

12. Conclusiones 135

Referencias Bibliográficas 137

Apéndice 1 - Hojas de Cálculo para los Niveles de Inventario 1-2 141

Índice figuras

Figura 2.1:	Mapa político de Bolivia	19
Figura 4.1:	Mayores contribuciones de mercurio por categoría	26
Figura 6.1.1:	Bolivia, combustión uso de diésel, petróleo. kerosene, GLP y otros destilados	35
Figura 6.1.2:	Bolivia, producción de cumbustibles, 2014	35
Figura 6.2.1:	Bolivia, uso de gas natural bruto o limpio, 2011 - 2015	38
Figura 6.3.1:	Bolivia, uso de gas natural bruto o limpio, 2011 - 2015	40
Figura 6.4.1:	Bolivia, biomasa, 2011 - 2015	42
Figura 6.5.1:	Bolivia, carbón vegetal, 2011 - 2014	44
Figura 6.6.1:	Bolivia, petróleo crudo sin refinar, 2011 - 2015	47
Figura 6.7.1:	Bolivia, refinación de petróleo crudo, 2011 - 2015	49
Figura 6.8.1:	Bolivia, producción de gas natural, 2011 - 2015	53
Figura 7.1.2:	Bolivia, producción de zinc, 2011 - 2015	59
Figura 7.2.1:	Bolivia, producción de cobre, 2011 - 2015	62
Figura 7.3.1:	Bolivia, producción de plomo, 2011 - 2015	65
Figura 7.4.1:	Bolivia, producción de oro, 2011- 2015	69
Figura 7.5.1:	Bolivia, producción de cemento por departamento, 2014	75
Figura 7.5.2:	Bolivia, venta de cemento por departamento, 2014	76
Figura 7.6.1:	Bolivia, producción de papel kraft, 2012-2015	79
Figura 9.2.1:	Bolivia, disposición final de la basura domiciliaria generada, 2014	87
Figura 9.3.1:	Bolivia, generación de residuos sólidos, 2010-2015	90
Figura 9.3.2:	Bolivia, generación de residuos sólidos, por ciudades, 2014	91
Figura 9.5.1:	Bolivia, volumen tratado de aguas residuales, 2011-2014	97

Índice figuras

Tabla 3.1:	Identificación de las fuentes de emisión de mercurio en el país; fuentes presentes (S), ausentes (N), y posibles, pero no identificadas como positivas (?).	22
Tabla 4.1:	Emisiones de mercurio por categoría	24
Tabla 4.2:	Mayores contribuciones de mercurio al medio ambiente en Bolivia	26
Tabla 4.3:	Resumen de emisiones de mercurio, por fase de producción	26
Tabla 5.1:	Emisiones estimadas de mercurio por vía de salida	28
Tabla 5.2:	Mayores fuentes de emisiones estimadas de mercurio al aire	30
Tabla 5.3:	Mayores fuentes de emisiones estimadas de mercurio al agua	30
Tabla 5.4:	Mayores fuentes de emisiones estimadas de mercurio al suelo o tierra	30
Tabla 5.5:	Descripción de los tipos de resultados	31
Tabla 6.1:	consumo de energía y producción de combustibles: subcategorías con principales vías de emisión de mercurio y enfoque de inventario.	34
Tabla 6.1.1:	Bolivia, combustión uso de diésel, petróleo. Kerosene, GLP y otros destilados	34
Tabla 6.1.2:	Bolivia, producción de cumbustibles, 2014	35
Tabla 6.2.1:	Bolivia, uso de gas natural bruto o limpio, 2011 - 2015	37
Tabla 6.3.1:	Bolivia, uso de gas natural bruto o limpio, 2011 - 2015	39
Tabla 6.4.1:	Bolivia, biomasa, 2011 - 2015	42
Tabla 6.5.1:	Bolivia, carbón vegetal, 2011 - 2014	44
Tabla 6.6.1:	Bolivia, petróleo crudo sin refinar, 2011 - 2015	46
Tabla 6.7.1:	Bolivia, refinación de petróleo crudo, 2011 - 2015	49
Tabla 6.8.1:	Bolivia, producción de gas natural, 2011 - 2015	53
Tabla 6.8.2:	Refinerías de gas natural consideradas fuentes puntuales de emisiones de mercurio	56
Tabla 7.1:	Producción interna de metales y materias primas: subcategorías con principales vías de emisión de mercurio y enfoque de inventario	57
Tabla 7.1.1:	Reservas de minerales metálicos en Bolivia	58
Tabla 7.1.2:	Bolivia, producción de zinc, 2011 - 2015	58
Tabla 7.2.1:	Bolivia, producción de cobre, 2011 - 2015	62
Tabla 7.3.1:	Bolivia, producción de plomo, 2011 - 2015	65
Tabla 7.4.1:	Bolivia, producción de oro, 2011- 2015	68
Tabla 7.5.1:	Evolución de la producción de cemento por departamento, bolivia 2010 - 2015 (en toneladas métricas)	75
Tabla 7.5.2:	Evolución de las ventas de cemento por departamento, 2014	76
Tabla 7.6.1:	Bolivia, producción de diferentes tipos de papel, 2012-2015	79
Tabla 8.1:	Producción y procesamiento internos con utilización deliberada de mercurio	82

Tabla 9.1:	Organización del manejo de desechos generales en el país: subcategorías con principales vías de emisión de mercurio y enfoque de inventario	83
Tabla 9.2:	Bolivia, indicadores generales de la gestión de residuos sólidos	84
Tabla 9.3.1:	Bolivia, generación de residuos sólidos, 2010-2015	90
Tabla 9.4.1:	Bolivia, características en la ubicación de los botaderos a cielo abierto	93
Tabla 9.5.1:	Volumenes tratados de aguas residuales, 2014	95
Tabla 10.1:	Consumo general de mercurio en productos, como mercurio metálico y sustancias que contienen mercurio: subcategorías con principales vías de emisión de mercurio y enfoque de inventario	101
Tabla 10.2:	Bolivia: importacion de productos con mercurio	102
Tabla 10.3:	Antecedentes para los cálculos de factores predeterminados para amalgamas dentales y determinados tipos de productos	103
Tabla 10.2.1:	Datos de cantidades de termómetros de mercurio en hospitales y centros de salud	106
Tabla 10.4.1:	Fuentes de luz con mercurio, 2014 - 2015	113
Tabla 10.7.1:	Cantidades de pilas importadas, 2014 - 2015	118
Tabla 10.10.1:	Hospitales y/o policlinicos inventariados	124
Tabla 11.1:	Crematorios y cementerios: subcategorías con principales vías de emisión de mercurio y enfoque de inventario	129
Tabla 11.2.1:	Bolivia, defunciones según departamento, 2014	133

Índice fotografías

Fotografías 7.1.1 y 7.1.2: Empresa Minera San Cristóbal, orientada a la producción de concentrados de zinc-plata y plomo-plata 59

Fotografías 7.2.1 y 7.2.2: Empresa Minera Estatal de Corocoro, productora de cátodos de cobre, ubicada en la provincia Pacajes, departamento de La Paz. 62

Fotografías 7.3.1 a 7.3.4: Empresa Metalúrgica Karachipampa (EMK), empresa fundidora del sector estatal dedica a producir plomo y plata en lingotes. 65

Fotografías 7.5.1, 7.5.2 y 7.5.3: Fábrica Nacional de Cemento (FANCESA), empresa dedica a producir cemento, Sucre, Bolivia. 77

Fotografía 7.6.1 y 7.6.2: Empresa Pública Nacional Estratégica Papeles de Bolivia, PAPELBOL, Villa Tunari, Cochabamba, Bolivia. 80

Fotografías .2.1 y 9.2.2: Incendio en depósito de neumáticos de botadero de Cochabamba. 88

Fotografías 9.3.1 y 9.3.2: Relleno Sanitario de Alpacoma en La Paz y Relleno Sanitario de Villa Ingenio en El Alto. 89

Fotografías 9.4.1 a 9.4.3: Botadero a cielo abierto en Cotoca, Santa Cruz. Disposición de residuos a orillas del río Koana Puerto Pérez, La Paz. Disposición de desechos a orillas del río Rocha, Vinto, Cochabamba. 93

Fotografía 9.5.1 a 9.5.2.: Planta de tratamiento de aguas residuales de SEMAPA, zona de Cala Cala, Cochabamba; Planta de tratamiento de aguas residuales, SAGUAPAC, Santa Cruz. 98

Fotografía 9.5.3: Planta de tratamiento de aguas residuales PUCHUKOLLO, ciudad de El Alto 98

Fotografía 11.1.1:
Horno crematorio Cementerio General de la ciudad de Sucre. 129

Fotografía 11.1.2:
Horno crematorio Cementerio General de la ciudad de Sucre 130

Fotografía 11.2.1:
Cementerio General, La Paz 132

Fotografías 11.2.3:
Cementerio General, Potosí. 132

PRESENTACIÓN

El Estado Plurinacional de Bolivia, mediante el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, honra sus compromisos y acuerdos internacionales de protección al medio ambiente y a la salud de los seres vivos, con la implementación de iniciativas como el Proyecto "Desarrollo de la Evaluación Inicial del Convenio de Minamata" denominado también Proyecto MIA por sus siglas en inglés (*Minamata Initial Assessment*).

Mediante este Proyecto se elaboró un Inventario de Fuentes de Emisiones de Mercurio en territorio nacional, a partir del desarrollo de actividades antropogénicas socioeconómicas diferenciadas. Este documento tiene el objetivo de generar conocimiento e información relativos a las potenciales fuentes de liberación de mercurio, elemento químico de preocupación global debido a su persistencia en el medio ambiente, su capacidad de bioacumulación y sus importantes efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente.

Seguros de contribuir a facilitar el entendimiento de la problemática del mercurio en el Estado Plurinacional de Bolivia y enmarcados en la normativa ambiental nacional y el Convenio Internacional de Minamata, del cual nuestro país forma parte, nos complace presentar este documento que constituye la fase de inventariación inicial de fuentes de emisiones de mercurio al medio ambiente, como una herramienta técnica de consulta para las servidoras y los servidores públicos del país y la población en general.

Carlos Ortuño Yáñez
Ministro de Medio Ambiente y Agua

Resumen ejecutivo

El documento de Inventario Nacional de Fuentes de Emisiones de Mercurio en Bolivia, se ha elaborado en el marco del Proyecto "Desarrollo de la Evaluación Inicial del Convenio de Minamata" denominado también Proyecto MIA por sus siglas en inglés ***Minamata Initial Assessment***, dependiente del Programa Nacional de Contaminantes Orgánicos Persistentes (PRONACOP´s) bajo tuición del Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal del **Ministerio de Medio Ambiente y Agua** del Estado Plurinacional de Bolivia.

El presente Inventario, genera conocimiento e información sobre las actividades antropogénicas socioeconómicas diferenciadas que se constituyen en potenciales y existentes fuentes de emisiones de mercurio en territorio nacional.

En ese sentido, se han identificado los siguientes sectores de emisiones de mercurio, clasificados en las siguientes categorías:

- Categoría: Consumo de Energía y Producción de Combustibles
- Categoría: Producción Interna de Metales y Materias Primas
- Categoría: Producción y Procesamiento Internos con Utilización Deliberada de Mercurio
- Categoría: Organización del Manejo de Desechos Generales en el País
- Categoría: Consumo General de Mercurio en Productos
- Categoría: Crematorios y Cementerios

El Inventario Nacional de Emisiones de Mercurio, es una investigación basada en fuentes secundarias de información que nos permite realizar **estimaciones de emisiones de mercurio al medio ambiente en Bolivia.** El documento fue desarrollado entre las gestiones 2016 y 2017, con información y datos del año 2014 proporcionados por diferentes organizaciones e instituciones estatales y privadas del país, a nivel nacional, departamental y municipal.

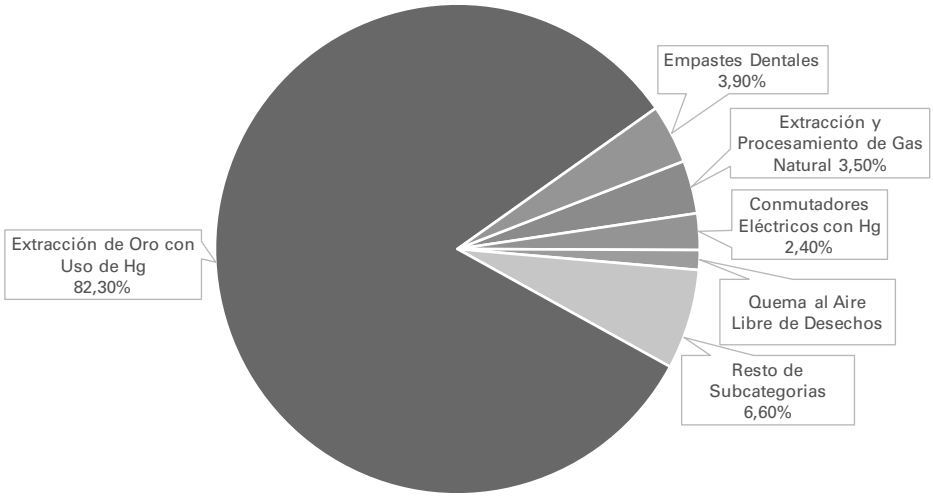
La herramienta técnica metodológica utilizada, fue el *Toolkit* (nivel 1 y nivel 2), para la identificación y estimación cualitativa y cuantitativa de las fuentes de emisiones de mercurio a través de diferentes vías de salida al medio ambiente como agua, aire, suelo o tierra, subproductos y desechos. La herramienta del *Toolkit,* basa sus cálculos de estimaciones en investigaciones científicas a nivel global, y fue proporcionada por la División de Productos Químicos del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA Productos Químicos).

Las emisiones estimadas totales de mercurio, para el año 2014 en Bolivia, son del orden de 45.684,95 kg Hg (45,7 t/a), según el siguiente detalle:

Fuentes de Emisión (Categoría/ subcategoría)	Emisión estimada (kg Hg/a)	Porcentaje equivalente
CATEGORÍA: CONSUMO DE ENERGÍA Y PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES		
Combustión/uso de diésel, gasoil, petróleo, kerosene, GLP y otros destilados livianos a medios	9,77	0,02%
Uso de gas natural (industria, energía eléctrica)	2,27	0,005%
Uso de gas por cañería (domiciliario, GNV)	1,05	0,002%
Producción de energía y calor por combustión de biomasa	45,45	0,1%
Combustión de carbón vegetal	4,32	0,01%
Extracción de petróleo	10,89	0,02%

Fuentes de Emisión (Categoría/ subcategoría)	Emisión estimada (kg Hg/a)	Porcentaje equivalente
Refinación de petróleo	8,52	0,02%
Extracción y procesamiento de gas natural	1.596,12	3,5%
CATEGORÍA: PRODUCCIÓN INTERNA DE METALES Y MATERIAS PRIMAS		
Producción de zinc a partir de concentrados	0,00	0,00%
Producción de cobre a partir de concentrados	322	0,7%
Producción de plomo a partir de concentrados	0,00	0,00%
Extracción de oro por métodos distintos a la amalgama de mercurio	366	0,8%
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, sin uso de retortas	37.579,2	82,3%
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, con uso de retortas	150,32	0,3%
Producción de cemento	367,06	0,8%
Producción de pasta y papel	0,18	0,0004%
CATEGORÍA: ORGANIZACIÓN DEL MANEJO DE DESECHOS GENERALES EN EL PAÍS		
Incineración de residuos peligrosos	4,25	0,01%
Quema al aire libre de desechos (en vertederos y de manera informal)	603,1	1,3%
Vertederos o depósitos controlados	41,5	0,09%
Vertido informal de desechos generales	362	0,8%
Sistema/tratamiento de aguas residuales	107	0,2%
CATEGORÍA: CONSUMO GENERAL DE MERCURIO EN PRODUCTOS		
Empastes de amalgamas dentales (empastes de "plata")	1.778,22	3,9%
Preparación de empastes en clínicas odontológicas		
Uso: de empastes que ya están en la boca		
Desecho (dientes perdidos y extraídos)		
Termómetros médicos de Hg	340,08	0,7%
Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	1.097,87	2,4%
Tubos fluorescentes (de doble terminal)	32,54	0,07%
Lámpara compacta fluorescente (de un solo terminal)	2,33	0,005%
Otras fuentes de luz con contenido de Hg	6,64	0,02%
Óxido de mercurio (celdas de botón y de otros tamaños); también llamadas "celdas de mercurio y zinc"	12,80	0,03%
Otras celdas de botón (zinc-aire, celdas de botón alcalinas, plata-óxido)	6,09	0,01%
Poliuretano (PU, PUR) producido con catalizador de mercurio	243,97	0,5%
Otros manómetros e indicadores con mercurio	40,40	0,09%
Productos químicos de laboratorio	80,80	0,2%
Otros equipos médicos y de laboratorio con mercurio	323,21	0,7%
CATEGORÍA: CREMATORIOS Y CEMENTERIOS		
Crematorios	14	0,03%
Cementerios	125	0,3%
TOTALES:	45.684,95	100%

Siendo las subcategorías de Extracción de Oro con Uso de Hg, Empastes Dentales, Extracción y Procesamiento de Gas Natural, Uso de Conmutadores Eléctricos y Quema al Aire libre de Desechos, las que representan los mayores aportes de mercurio al medio ambiente como se aprecia en el siguiente gráfico:



Claramente, el sector minero aurífero en Bolivia, con la producción de oro con uso de amalgama de mercurio, representa un reto en el diseño e implementación de medidas y acciones de apoyo para la mitigación de emisiones de mercurio y aplicación de tecnologías alternativas apropiadas de recuperación de oro. Es decir, procesos que deben reducir o eliminar, en lo posible, el uso de amalgamas de mercurio en operaciones artesanales y a pequeña escala de extracción y producción de oro.

Del total cuantificado de emisiones de mercurio al medio ambiente, igual a 45.684,95 kg, por la vía de salida al aire se emitieron 11.830 kg, al agua 16.145 kg Hg, al suelo o tierra con 13.705 y a subproductos e impurezas 425,5 kg de mercurio.

Los siguientes pasos que se recomienda tomar, a partir de este inventario, son la gestión e implementación de proyectos específicos, por ejemplo, en el área de minería artesanal de oro o en sectores como la extracción y procesamiento de gas natural o la quema al aire libre de desechos generales en el país. De cualquier manera, la implementación de este tipo de investigaciones debe desarrollarse en un marco de acción interinstitucional e interministerial que integren aspectos relevantes como la salud, el comercio de mercurio y las emisiones secundarias de mercurio al medio ambiente, entre otros.

1. Antecedentes

El mercurio es un elemento químico natural de preocupación mundial, debido a su transporte a largas distancias en la atmósfera, su persistencia en el medio ambiente después de su introducción antropógena, su capacidad de bioacumulación en los ecosistemas y sus importantes efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente (Evaluación Inicial del Convenio de Minamata en Paraguay, 2017).

El Convenio de Minamata sobre Mercurio, fue suscrito por el Estado Plurinacional de Bolivia en la Conferencia de Plenipotenciarios el 10 y 11 de octubre de 2013 y ratificado mediante Ley Nº 759 el 18 de noviembre de 2015.

Constituye una acción global para proteger la salud humana y el medio ambiente frente a las emisiones antropogénicas de mercurio y compuestos de mercurio.

El Convenio establece obligaciones para los países signatarios, sobre todo en el ciclo de vida de este metal pesado denominado mercurio, que incluye:

- Restringir, o eliminar cuando sea posible, la producción, el comercio y usos (productos/ procesos).
- Reducir o minimizar las emisiones o liberaciones al aire, al agua y al suelo.
- Asegurar la gestión ambientalmente racional del mercurio y de los residuos que lo contengan.
- Elaborar guías para gestionar los sitios contaminados con mercurio.

En este sentido, el Convenio constituye un avance importante en el control de la contaminación por mercurio a nivel mundial y representa un consenso global de que la contaminación por mercurio es una amenaza grave para la salud humana y el medio ambiente.

Asimismo, considera que la información relacionada con el mercurio y la salud humana no debe ser confidencial, subrayando que el público tiene derecho a saber que impactos tiene el mercurio en la salud de los seres humanos y el medio ambiente.

Entre otros aspectos, el Convenio también destaca que las poblaciones altamente vulnerables son aquellas que desarrollan minería aurífera artesanal y en pequeña escala con uso de mercurio en sus operaciones, particularmente mujeres, niñas y niños, y a través de ellos a generaciones venideras, por los daños irremediables en la salud que produce el mercurio. El convenio hace énfasis en que esta actividad es considerada como una de las mayores fuentes mundiales de contaminación ambiental por mercurio en la actualidad.

2. Introducción

El presente Inventario Nacional de Fuentes de Emisiones de Mercurio en el territorio boliviano (Figura 2.1), permite generar conocimiento sobre usos y emisiones de potenciales y existentes fuentes de liberaciones de mercurio al medio ambiente en sus diferentes vías de salida, aire, agua y suelo, con la perspectiva de generar planes de prevención y control ambiental relativos a mercurio a nivel nacional.

Figura 2.1: Mapa Político de Bolivia



Para la elaboración de este inventario, se utilizaron datos e información disponibles de la gestión 2014. Para algunas actividades que no contaron con la información correspondiente del año 2014, la metodología toma en cuenta datos de población del país y los relaciona con la actividad o productos de la subcategoría correspondiente.

Como metodología de evaluación, se utilizó el kit de herramientas, nivel 1 y nivel 2, para la identificación y cuantificación de las fuentes de emisiones de mercurio, facilitado por la División de Productos Químicos del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA Productos Químicos). El kit de herramientas está disponible en el sitio web de PNUMA Productos Químicos:

http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/MercuryPublications/GuidanceTrainingMaterialToolkits/MercuryToolkit/tabid/4566/language/en-US/Default.aspx

El nivel de inventario 1 en el *toolkit*, aplicado en el presente documento, utiliza factores de entrada y distribución de salida predeterminados que sirven para la inventariación de algunas subcategorías que se relacionan de manera apropiada con estos factores, como las actividades de extracción de petróleo, refinación de petróleo o producción de zinc a partir de concentrados, entre otras.

Por su parte, el nivel 2 de inventario, que también es cualitativo y cuantitativo como el nivel 1, toma en cuenta factores de entrada y distribución de salida con rangos de valores que permiten determinar el más apropiado para cada actividad o subcategoría, como es el caso del inventario en la Producción de Cemento, Extracción y Procesamiento de Gas Natural o Extracción de Oro sin uso de Mercurio, entre otras. Además, el nivel de inventario 2, toma en cuenta diferentes contextos o escenarios de acuerdo a cada proceso industrial u operación técnica que se tome en cuenta.

En la descripción de cada subcategoría, a partir del capítulo 6 de este documento, se indica el nivel de inventario utilizado para su explicación. Por tanto, el inventario realizado en Bolivia, fue elaborado aplicando los niveles 1 y 2 de inventario del kit de herramientas.

La metodología indicada, se basa en los balances de masa para cada actividad o subcategoría de fuentes de emisión de mercurio, según la siguiente relación:

Emisiones Estimadas de Mercurio (Hg). Kg Hg/a	=	Tasa o Caudal de Actividad	*	Factor de Entrada	*	Factor de Distribución de Salida

Donde:

Tasa o caudal de actividad = Materia prima procesada o producto elaborado en peso o volumen.

Factor de entrada = Contenido de Hg por unidad de producto elaborado. Dato predeterminado por el *Toolkit.*

Factor de distribución de salida = Fracción de entrada, al medio ambiente, de Hg que se libera por vía considerada: aire, agua, suelo o tierra, desechos, etc.

Kg Hg/a = Kilogramo de mercurio al año.

3. Tipos de Fuentes de Emisiones de Mercurio

El mercurio, como elemento químico natural, puede encontrarse en el ambiente en forma inorgánica u orgánica como el metilmercurio.

El mercurio se libera al medio ambiente por causas naturales como incendios forestales o erupciones volcánicas. Es utilizado por **múltiples aplicaciones, incluyendo varios procesos productivos como la extracción y beneficio de oro. También puede ser emitido no intencionalmente a partir de fuentes puntuales como los procesos de fundición de metales y otros.**

Las fuentes de emisión o liberación de mercurio pueden ocurrir debido a los siguientes tipos de fuentes:

Fuentes Naturales; debido a la movilización natural de mercurio que se encuentra en la corteza terrestre, por ejemplo, como consecuencia de la actividad volcánica y erosión de las rocas. Así también, los océanos constituyen fuentes naturales de emisiones de mercurio.

Este tipo de fuentes no son inventariadas en este documento.

Fuentes Antrópicas; debido a la re-movilización de impurezas de mercurio en materias primas como los combustibles fósiles (carbón, gas y petróleo) y otros minerales extraídos, tratados y reciclados.

También como consecuencia del uso deliberado de mercurio en productos y procesos industriales (liberaciones durante la manufactura, derrames, disposición o incineración de productos usados).

Finalmente, debido a la re-movilización de liberaciones antropogénicas de mercurio ocurridas en el pasado y depositadas en suelos, sedimentos, cuerpos de agua, rellenos sanitarios y depósitos de desechos y relaves.

Si bien existen fuentes naturales de emisión y liberación de mercurio, el aumento de las actividades antrópicas ha incidido considerablemente en el incremento de las emisiones con el paso del tiempo, con los consecuentes daños al medio ambiente y la salud humana.

El Convenio de Minamata, tiene por objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio y compuestos de mercurio.

Se estima que las emisiones globales anuales de mercurio provenientes de fuentes antrópicas son de 1.960 toneladas (PNUMA, 2013), siendo la principal fuente la actividad minera aurífera a pequeña escala con el 37%, le sigue la combustión de combustibles fósiles y carbón con el 24%.

En el caso de América Latina y El Caribe, la extracción de oro artesanal y en pequeña escala representa el 71% de las emisiones anuales, seguido de la producción de metales no ferrosos con el 11%.

La Tabla 3.1 muestra las posibles fuentes de emisiones de mercurio que han sido identificadas como presentes o ausentes en Bolivia. En la evaluación cuantitativa y cualitativa solo se incluyen los tipos de fuente identificados como presentes.

Tabla 3.1: Identificación de las fuentes de emisión de mercurio en el país; fuentes presentes (S), ausentes (N), y posibles, pero no identificadas como positivas (?).

Fuentes de emisión (Categoría/ subcategoría)	¿Fuente presente? S/N/?
	¿Fuente presente en Bolivia?
	S/N/?
CATEGORÍA 1: CONSUMO DE ENERGÍA Y PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES	N
Combustión de carbón en grandes centrales eléctricas	N
Otros usos del carbón	N
Combustión/uso de coque de petróleo y petróleo pesado	N
Combustión/uso de diésel, gasoil, petróleo, querosén, GLP y otros destilados livianos a medios	S
Uso de gas natural o limpio	S
Uso de gas por cañería	S
Producción de energía y calor por combustión de biomasa	S
Combustión de carbón vegetal	S
Extracción de petróleo	S
Refinación de petróleo	S
Extracción y procesamiento de gas natural	S
CATEGORÍA 2: PRODUCCIÓN INTERNA DE METALES Y MATERIAS PRIMAS	N
Extracción (primaria) de mercurio y procesamiento inicial	N
Producción de zinc a partir de concentrados	S
Producción de cobre a partir de concentrados	S
Producción de plomo a partir de concentrados	S
Extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación de mercurio	S
Producción de alúmina a partir de bauxita (producción de aluminio)	N
Producción primaria de metal ferroso (producción de arrabio)	N
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, sin uso de retortas	S
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, con uso de retortas	S
Producción de cemento	S
Producción de pasta y papel	S
Producción de mercurio reciclado ("producción secundaria")	N
Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero)	N
CATEGORÍA 3: PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO INTERNOS CON UTILIZACIÓN DELIBERADA DE MERCURIO	N
Producción de cloro-álcali con celdas de mercurio	N
Producción de CVM con catalizador de mercurio	N
Producción de acetaldehído con catalizador de mercurio	N
Termómetros de Hg (médicos, atmosféricos, de laboratorio, industriales, etc.)	N
Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	N
Fuentes lumínicas con mercurio (fluorescentes, compactas)	N
Pilas con mercurio	N
Manómetros e indicadores con mercurio	N
Biocidas y pesticidas con mercurio	N
Pinturas con mercurio	N
Cremas y jabones aclarantes de la piel con productos químicos con mercurio	N
CATEGORÍA 4: ORGANIZACIÓN DEL MANEJO DE DESECHOS GENERALES EN EL PAÍS	S

Fuentes de emisión (Categoría/ subcategoría)	¿Fuente presente? S/N/?
	¿Fuente presente en Bolivia?
Incineración de desechos municipales o generales	N
Incineración de residuos peligrosos	S
Incineración y quema al aire libre de desechos médicos	N
Incineración de lodos residuales	N
Quema al aire libre de desechos (en vertederos y de manera informal)	S
Vertederos o depósitos controlados	S
Vertido informal de desechos generales	S
Sistema/tratamiento de aguas residuales	S
CATEGORÍA 5: CONSUMO GENERAL DE MERCURIO EN PRODUCTOS	S
Empastes de amalgamas dentales	S
Preparación de empastes en clínicas odontológicas	S
Uso: de empastes que ya están en la boca	S
Desechos (dientes perdidos y extraídos)	S
Termómetros médicos de Hg	S
Otros termómetros de vidrio de Hg (aire, laboratorio, lechería, etc.)	?
Termómetros de Hg para control de motores y demás termómetros de Hg de gran tamaño de uso industrial o especializado	?
Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	S
Tubos fluorescentes (de doble terminal)	S
Lámpara compacta fluorescente (de un solo terminal)	S
Otras fuentes de luz con contenido de Hg	S
Óxido de mercurio (celdas de botón y de otros tamaños); también llamadas “celdas de mercurio y zinc”	S
Otras celdas de botón (zinc-aire, celdas de botón alcalinas, plata-óxido)	S
Otras pilas con mercurio (pilas cilíndricas alcalinas comunes, de permanganato, etc.)	?
Poliuretano (PU, PUR) producido con catalizador de mercurio	S
Pinturas con conservantes de mercurio	?
Cremas y jabones aclarantes de la piel con productos químicos con mercurio	?
Dispositivos médicos para tomar la presión sanguínea (esfingomanómetros de mercurio)	?
Otros manómetros e indicadores con mercurio	S
Productos químicos de laboratorio	S
Otros equipos médicos y de laboratorio con mercurio	S
CATEGORÍA 6: CREMATORIOS Y CEMENTERIOS	N
Crematorios	S
Cementerios	S
Vertederos o depósitos controlados	S
Vertido informal de desechos generales	S
Sistema/tratamiento de aguas residuales	S
Crematorios y cementerios	
Crematorios	S
Cementerios	S

4. Emisiones de mercurio

Las emisiones de mercurio, son las cantidades de mercurio que están disponibles como potenciales y existentes a través de las actividades económicas en el país. Esto incluye el mercurio utilizado deliberadamente en productos como termómetros, medidores de presión arterial, lámparas de luz fluorescente, etc., que en Bolivia son importados desde otras naciones que los fabrican. También incluye el mercurio movilizado a través de la extracción y uso de materias primas que contienen mercurio en trazas.

En la Tabla 4.1 se presentan las emisiones de mercurio con las tasas de actividad identificadas, o cantidades de producción, consumo o importación, y las entradas o emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente en Bolivia.

Tabla 4.1: Emisiones de mercurio por categoría

	Fuentes de Emisión (Categoría/ subcategoría)	Tasa de actividad	Unidad	Emisión estimada (kg Hg/a)	Porcentaje equivalente
1	CATEGORÍA: CONSUMO DE ENERGÍA Y PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES				
1.1	Combustión/uso de diésel, gasoil, petróleo, querosén, GLP y otros destilados livianos a medios	1.775.554,77	Producto de petróleo quemado, t/a	9,77	0,02%
1.2	Uso de gas natural (industria, energía eléctrica)	3.785.050.000	Gas usado, Nm3/a	2,27	0,005%
1.3	Uso de gas por cañería (domiciliario, GNV)	1.741.816.237,2	Gas usado, Nm3/a	1,05	0,002%
1.4	Producción de energía y calor por combustión de biomasa	1.515.000	Biomasa quemada, t/a	45,45	0,1%
1.5	Combustión de carbón vegetal	36.000	Carbón vegetal quemado, t/a	4,32	0,01%
1.6	Extracción de petróleo	3.203.980,47	Petróleo crudo producido, t/a	10,89	0,02%
1.7	Refinación de petróleo	2.506.954,32	Petróleo refinado, t/a	8,52	0,02%
1.8	Extracción y procesamiento de gas natural	22.386.004.163	Gas producido, Nm3/a	1.596,12	3,5%
2	CATEGORÍA: PRODUCCIÓN INTERNA DE METALES Y MATERIAS PRIMAS				
2.1	Producción de zinc a partir de concentrados	* 448.970,35	Concentrado usado, t/a	* 0,00	0,00%
2.2	Producción de cobre a partir de concentrados	10.746,07	Concentrado usado, t/a	322	0,7%
2.3	Producción de plomo a partir de concentrados	* 78.508,56	Concentrado usado, t/a	* 0,00	0,00%
2.4	Extracción de oro por métodos distintos a la amalgama de mercurio	24.425	Mineral de oro usado, t/a	366	0,8%
2.5	Extracción de oro con amalgamación de mercurio, sin uso de retortas	13.528,51	Oro producido, kg/a	37.579,2	82,3%
2.6	Extracción de oro con amalgamación de mercurio, con uso de retortas	1.503,17	Oro producido, kg/a	150,32	0,3%
2.7	Producción de cemento	3.336.940	t cemento producido/a	367,06	0,3 %
2.8	Producción de pasta y papel	4.646,57	t biomasa producida/a	0,18	0,0004%
** 3	CATEGORÍA: PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO INTERNOS CON UTILIZACIÓN DELIBERADA DE MERCURIO				
4	CATEGORÍA: ORGANIZACIÓN DEL MANEJO DE DESECHOS GENERALES EN EL PAÍS				
4.1	Incineración de residuos peligrosos	177,12	Incineración de desechos, t/a	4,25	0,01%
4.2	Quema al aire libre de desechos (en vertederos y de manera informal)	120.619	Desechos quemados, t/a	603,1	1,3%

	Fuentes de Emisión (Categoría/ subcategoría)	Tasa de actividad	Unidad	Emisión estimada (kg Hg/a)	Porcentaje equivalente
4.3	Vertederos o depósitos controlados	821.515	Desechos vertidos, t/a	41,5	0,09%
4.4	Vertido informal de desechos generales	361.858	Desechos vertidos, t/a	362	0,8%
4.5	Sistema/tratamiento de aguas residuales	113.245.979	Aguas residuales, m3/a	107	0,2%
5	CATEGORÍA: CONSUMO GENERAL DE MERCURIO EN PRODUCTOS				
5.1	Empastes de amalgamas dentales	10.426.154	Número de habitantes (2014)	1.778,22	3,9%
	Preparación de empastes en clínicas odontológicas				
	Uso: de empastes que ya están en la boca				
	Desecho (dientes perdidos y extraídos)				
5.2	Termómetros médicos de Hg	340.080	Artículos vendidos/a	340,08	0,7%
5.3	Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	10.426.154	Número de habitantes (2014)	1.097,87	2,4%
5.4	Tubos fluorescentes (de doble terminal)	1.301.732	Artículos vendidos/a	32,54	0,07%
5.5	Lámpara compacta fluorescente (de un solo terminal)	232.561	Artículos vendidos/a	2,33	0,005%
5.6	Otras fuentes de luz con contenido de Hg	295.180	Artículos vendidos/a	6,64	0,02%
5.7	Óxido de mercurio (celdas de botón y de otros tamaños); también llamadas "celdas de mercurio y zinc"	0.04	Pilas vendidas t/a	12,80	0,03%
5.8	Otras celdas de botón (zinc-aire, celdas de botón alcalinas, plata-óxido)	0,87	Pilas vendidas t/a	6,09	0,01%
5.9	Poliuretano (PU, PUR) producido con catalizador de mercurio	10.426.154	Número de habitantes (2014)	243,97	0,5%
5.10	Otros manómetros e indicadores con mercurio	10.426.154	Número de habitantes (2014)	40,40	0,09%
5.11	Productos químicos de laboratorio	10.426.154	Número de habitantes (2014)	80,80	0,2%
5.12	Otros equipos médicos y de laboratorio con mercurio	10.426.154	Número de habitantes (2014)	323,21	0,7%
6	CATEGORÍA: CREMATORIOS Y CEMENTERIOS				
6.1	Crematorios	5.560	Cadáveres cremados/a	14	0,03%
6.2	Cementerios	50.108	Cadáveres enterrados/a	125	0,3%
TOTAL DE EMISIONES ESTIMADAS DE Hg				45.684,95	100%

* Las emisiones de Hg en las actividades de producción de Zn y Pb a partir de Concentrados, reportan cero emisiones ya que, en Bolivia, en la gestión 2014 no se produjo ni zinc ni plomo en estado metálico a partir de concentrados, sin embargo, dada la importancia de la producción de los concentrados mencionados en la tabla 4.1 de esos metales en Bolivia, es que se realiza el análisis técnico correspondiente a dicha producción. (ver capítulo 7, Producción de Zn y Pb a Partir de Concentrados).

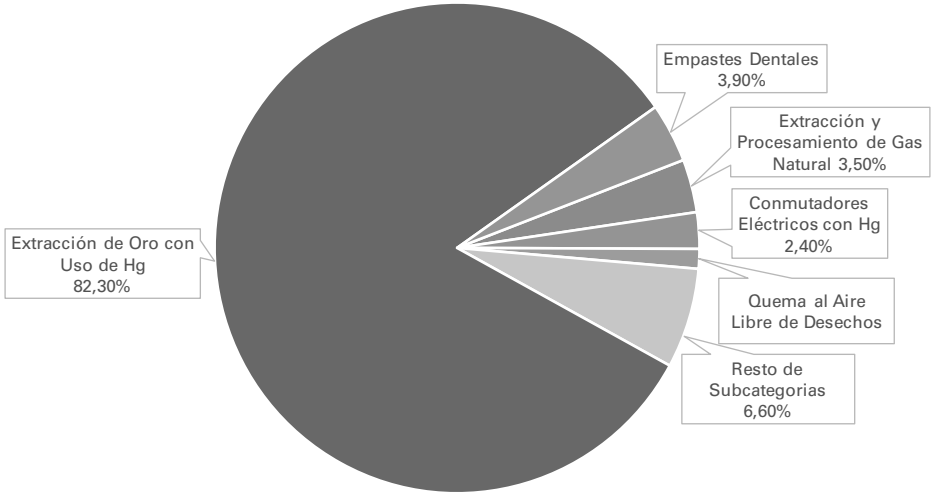
** 3: La Categoría: PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO INTERNOS CON UTILIZACIÓN DELIBERADA DE MERCURIO, corresponde a la fabricación de productos con contenidos de mercurio en su composición. En Bolivia, el año 2014 no se fabricaron productos de estas características, por lo que no se cuantificaron emisiones de mercurio por esta actividad.

La Tabla 4.2 y la Figura 4.1, muestran la clasificación de las subcategorías de fuentes de emisiones de Hg, que representan las mayores contribuciones de mercurio en Bolivia.

Tabla 4.2: Mayores contribuciones de mercurio al medio ambiente en Bolivia

Mayor contribuyente	Fuentes de Emisión (subcategoría)	Tasa de actividad	Unidad	Emisión estimada (kg Hg/a)	Porcentaje equivalente
1°	Extracción de oro con amalgamación de mercurio, sin uso de retortas	13.528,51	Oro producido, kg/a	37.579,2	82,3%
2°	Empastes de amalgamas dentales	10.426.154	Número de habitantes (2014)	1.778,22	3,9%
3°	Extracción y procesamiento de gas natural	22.386.004.163	Gas producido, Nm3/a	1.596,12	3,5%
4°	Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	10.426.154	Número de habitantes (2014)	1.097,87	2,4%
5°	Quema al aire libre de desechos (en vertederos y de manera informal)	120.619	Desechos quemados, t/a	603,1	1,3%
TOTAL DE EMISIONES ESTIMADAS DE Hg				42.654,51	93,4%

Figura 4.1: Mayores contribuciones de mercurio por categoría



La siguiente tabla, muestra las entradas estimadas de mercurio tomando en cuenta la fase de cada actividad, es decir, las emisiones de mercurio que más exponen entradas al medio ambiente en las fases de producción, uso o eliminación.

Tabla 4.3: Resumen de emisiones de mercurio, por fase de producción

Fuentes de emisión de Hg (categoría/ subcategoría)	Entrada estimada de Hg (kg Hg/a) por fase del ciclo de vida (según corresponda)		
	Fase de producción	Fase de uso	Fase de eliminación
CATEGORÍA: CONSUMO DE ENERGÍA Y PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES			
Extracción y refinación de gas natural	1.596,12		
Extracción y uso de otros combustibles fósiles		9,77	
Energía y producción de calor de biomasa		45,45	
CATEGORÍA: PRODUCCIÓN INTERNA DE METALES Y MATERIAS PRIMAS			
Extracción de oro (y plata) con procesos de amalgamación de mercurio	37.579,2		
Extracción y procesamiento inicial de cobre		322	

Fuentes de emisión de Hg (categoría/ subcategoría)	Entrada estimada de Hg (kg Hg/a) por fase del ciclo de vida (según corresponda)		
	Fase de producción	Fase de uso	Fase de eliminación
Extracción y procesamiento inicial de oro por procesos distintos a la amalgamación de mercurio	366		
Producción de cemento	367,06		
Producción de pasta y papel	0,18		
CATEGORÍA: ORGANIZACIÓN DEL MANEJO DE DESECHOS GENERALES EN EL PAÍS			
Vertederos o depósitos controlados			4.108
Vertido informal de desechos generales			1.809
Sistema/tratamiento de aguas residuales			594,54
CATEGORÍA: CONSUMO GENERAL DE MERCURIO EN PRODUCTOS			
Termómetros con mercurio			340,08
Interruptores eléctricos y electrónicos, contactos y relés con mercurio			1.097,87
Fuentes de luz con mercurio			34,87
Pilas que contienen mercurio			12,80
Empastes de amalgamas dentales			1.778,22
Manómetros y medidores			40,40
Productos químicos y equipos de laboratorio			80,80
Incineración de desechos peligrosos			4,25
Incineración informal de desechos			603,1
CATEGORÍA: CREMATORIOS Y CEMENTERIOS			
Crematorios			14
Cementerios			125

Las fases en el ciclo de vida de la producción de algún producto minero, hidrocarburífero u otro, están referidas a las etapas o procesos como: extracción o explotación del yacimiento natural, refinación o beneficio industrial en las plantas, uso o consumo y eliminación o desecho del producto.

Para cada actividad o subcategoría, se asigna la cantidad de emisiones estimadas de Hg por fase o etapa del ciclo de vida del producto. Esto permite tener una mejor contextualización de las emisiones de mercurio generadas según cada actividad.

5. Emisiones de Mercurio por diferentes Vías de Salida

En la tabla 5.1 se presenta las emisiones de mercurio de las categorías y subcategorías de fuentes presentes. Las emisiones de mercurio se dan por las siguientes vías de salida: al agua (cuerpos de agua dulce, incluidas las producidas a través de los sistemas de aguas residuales), a la tierra o suelo, al aire (atmósfera), a los desechos específicos, a los desechos generales y a los subproductos e impurezas correspondientes a los flujos de retorno de mercurio al mercado con subproductos y productos en los que el mercurio no cumple una función deliberada, por ejemplo en hidrocarburos o productos metálicos, zinc o plomo, que aun contienen mercurio en pequeñas concentraciones desde el origen en la corteza terrestre.

Tabla 5.1: Emisiones estimadas de mercurio por vía de salida

Fuentes de Emisión (Categoría/ subcategoría)	EMISIONES ESTIMADAS DE MERCURIO (kg Hg/a) POR VIA DE SALIDA					
	Aire	Agua	Tierra	Subproductos e impurezas	Desechos generales	Tratamiento/ eliminación de desechos específicos del sector
CATEGORÍA: CONSUMO DE ENERGÍA Y PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES						
Combustión/uso de diésel, gasoil, petróleo, querosén, GLP y otros destilados livianos a medios	9,77	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uso de gas natural (industria, energía eléctrica)	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uso de gas por cañería (domiciliario, GNV)	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Producción de energía y calor por combustión de biomasa	45,45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Combustión de carbón vegetal	4,32	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Extracción de petróleo	0,0	2,18	0,0	0,0	0,0	0,0
Refinación de petróleo	2,13	0,09	0,0	0,0	0,0	1,28
Extracción y procesamiento de gas natural	161	319,22	0,00	165	0,00	951
CATEGORÍA: PRODUCCIÓN INTERNA DE METALES Y MATERIAS PRIMAS						
Producción de zinc a partir de concentrados	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Producción de cobre a partir de concentrados	32,2	6,4	0,0	135,4	0,0	148,3
Producción de plomo a partir de concentrados	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Extracción de oro por métodos distintos a la amalgama de mercurio	15	7,3	330	15	0,0	0,0
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, sin uso de retortas	10.146,4	14.626	12.807	0,00	0,00	0,00
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, con uso de retortas	30,06	60,13	60,13	0,00	0,00	0,00
Producción de cemento	220,24	0,00	0,00	73,41	0,00	73,41
Producción de pasta y papel	0,16	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
CATEGORÍA: ORGANIZACIÓN DEL MANEJO DE DESECHOS GENERALES EN EL PAÍS						
Incineración de residuos peligrosos	2,13	0,00	0,00	0,00	0,00	2,13
Quema al aire libre de desechos (en vertederos y de manera informal)	603,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vertederos o depósitos controlados	41,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Vertido informal de desechos generales	181	181	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuentes de Emisión (Categoría/ subcategoría)	EMISIONES ESTIMADAS DE MERCURIO (kg Hg/a) POR VIA DE SALIDA					
	Aire	Agua	Tierra	Subproductos e impurezas	Desechos generales	Tratamiento/ eliminación de desechos específicos del sector
Sistema/tratamiento de aguas residuales	0,0	88	0,0	0,0	15	4,3
CATEGORÍA: CONSUMO GENERAL DE MERCURIO EN PRODUCTOS						
Empastes de amalgamas dentales	35,6	590,4	85,4	64,0	299	299
Preparación de empastes en clínicas odontológicas						
Uso: de empastes que ya están en la boca						
Desecho (dientes perdidos y extraídos)						
Termómetros médicos de Hg	46,6	102,02	25,2	0,00	166,3	0,00
Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	191,03	0,00	231,7	0,00	675,2	0,00
Tubos fluorescentes (de doble terminal)	4,6	0,00	3,6	0,00	24,3	0,00
Lámpara compacta fluorescente (de un solo terminal)	0,33	0,00	0,3	0,00	1,7	0,00
Otras fuentes de luz con contenido de Hg (ver pauta)	2,1	0,00	0,00	0,00	4,5	0,00
Óxido de mercurio (celdas de botón y de otros tamaños); también llamadas "celdas de mercurio y zinc"	1,2	0,00	1,2	0,00	10,4	0,00
Otras celdas de botón (zinc-aire, celdas de botón alcalinas, plata-óxido)	0,00	0,00	0,00	0,00	6,1	0,00
Poliuretano (PU, PUR) producido con catalizador de mercurio	33,4	17	36,1	0	158	0
Otros manómetros e indicadores con mercurio	4,0	12,1	0,00	0,00	24,2	0,00
Productos químicos de laboratorio	0,0	27	0,0	0,0	27	27,5
Otros equipos médicos y de laboratorio con mercurio	0,00	106,7	0,00	0,00	106,7	109,9
CATEGORÍA: CREMATORIOS Y CEMENTERIOS						
Crematorios	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cementerios	0,0	0,0	125	0,0	0,0	0,0
TOTALES	11.830	16.145	13.705	452,5	1.518	1.617

Las emisiones totales estimadas para la vía de salida aire fueron de 11.830 kg Hg/a. para la vía Agua de 16.145 kg Hg/a; para el suelo o tierra de 13.705 kg Hg/a. Como Subproductos e Impurezas 452,5 kg Hg/a, Desechos Generales un total de 1.518 kg Hg/a y como Tratamiento/ eliminación de Desechos Específicos del Sector con 1.617 kg Hg/a.

A continuación, en la Tablas 5.2, 5.3 y 5.4 respectivamente, se muestran las subcategorías de fuentes que representan las mayores contribuciones de mercurio en la atmósfera, el agua y el suelo o tierra en Bolivia.

Tabla 5.2: Mayores fuentes de emisiones estimadas de mercurio al aire

N°	Fuentes de Emisión (subcategoría)	EMISIONES POR VÍA AIRE (kg Hg/a)
1°	Extracción de oro con amalgamación de mercurio, sin uso de retortas	10.146,4
2°	Quema al aire libre de desechos (en vertederos y de manera informal)	603,1
3°	Producción de cemento	220,24
4°	Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	191,03
5°	Vertido informal de desechos generales	181

Tabla 5.3: Mayores fuentes de emisiones estimadas de mercurio al AGUA

N°	Fuentes de Emisión (subcategoría)	EMISIONES VÍA AGUA (kg Hg/a)
1°	Extracción de oro con amalgamación de mercurio, sin uso de retortas	14.626
2°	Empastes de amalgamas dentales	590,4
	Preparación de empastes en clínicas odontológicas	
	Uso: de empastes que ya están en la boca	
	Desecho (dientes perdidos y extraídos)	
3°	Extracción y procesamiento de gas natural	319,22
4°	Vertido informal de desechos generales	181
5°	Otros equipos médicos y de laboratorio con mercurio	106,7

Tabla 5.4: Mayores fuentes de emisiones estimadas de mercurio al SUELO O TIERRA

N°	Fuentes de Emisión (subcategoría)	EMISIONES VÍA SUELO O TIERRA (kg Hg/a)
1°	Extracción de oro con amalgamación de mercurio, sin uso de retortas	12.807
2°	Extracción de oro por métodos distintos a la amalgama de mercurio	330
3°	Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	231,7
4°	Cementerios	125
5°	Empastes de amalgamas dentales	85,4
	Preparación de empastes en clínicas odontológicas	
	Uso: de empastes que ya están en la boca	
	Desecho (dientes perdidos y extraídos)	

De las 3 anteriores tablas de clasificación de mayores fuentes de emisiones estimadas de mercurio por vías de salida, según las cantidades de aportaciones de emisiones de Hg al medio ambiente, la Producción de Oro con Amalgamación de Mercurio, Sin Uso de Retortas, constituye la mayor fuente de aporte de emisiones de mercurio por las vías Aire, Agua y Suelo, siendo estos los factores ambientales más afectados por esta actividad. Es decir, que la utilización de mercurio metálico en operaciones auríferas, se da no solo en la preparación y quema de la amalgama correspondiente que emite Hg al aire, sino además en la etapa previa de conminución y molienda del material que entra en contacto con el mercurio, quedando sus restos en cuerpos de agua y suelos aledaños.

En segundo lugar, pero con mucha menor cantidad de emisiones estimadas de mercurio al aire, está la Quema al Aire Libre de Desechos en Vertederos de Manera Informal, que genera emisiones de Hg a la atmósfera de manera directa, ya que dicha actividad no tiene un control técnico de sus procesos, en los que la incineración de residuos, que pueden contener mercurio en distintas cantidades, libera dicho Hg al aire.

Luego está la producción de cemento con una emisión estimada de 220,24 Kg Hg/a, debido a que la industria cementera puede liberar emisiones de trazas e impurezas de mercurio contenido en la materia prima como la piedra caliza o arcillas utilizadas en la clinkerización del producto.

Con menores cantidades de emisiones estimadas de mercurio a la atmósfera, están el Uso de Conmutadores Eléctricos y Relés con Mercurio y el Vertido Informal de Desechos Generales, que entran dentro las cinco mayores fuentes aportantes de emisiones al aire.

Por su parte, respecto al factor Agua, después de la subcategoría de Producción de Oro con Amalgamación de Mercurio Sin Uso de Retortas, están muy por debajo en cantidades de emisiones estimas de mercurio al medio ambiente, las actividades de Empastes de Amalgamas Dentales (preparación, uso y desecho de empastes), la Extracción y Procesamiento de Gas Natural, el Vertido Informal de Desechos Generales y el Uso de Otros Equipos Médicos, con alrededor de 1.197,32 Kg Hg/a frente a 14.626 Kg Hg/a que emite sólo la actividad de producción de oro artesanal.

De la misma manera para la vía de salida al Suelo o Tierra, después de la actividad aurífera con 12.807 Kg Hg/a, está la extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación, con 330 kg Hg/a, debido principalmente a las grandes cantidades de material removido, sobre todo en yacimientos masivos de oro, es decir, depósitos de gran volumen y baja ley. Luego se encuentran las subcategorías de Uso de Conmutadores eléctricos, Cementerios y Empastes de amalgamas dentales, con emisiones de mercurio que no superan los 232 kg de mercurio al año.

La Tabla 5.5, brinda descripciones y definiciones generales de las vías de salida de las emisiones de mercurio.

Tabla 5.5: Descripción de los tipos de resultados

VÍA DE SALIDA	DESCRIPCIÓN
Aire	Emisiones de mercurio a la atmósfera procedentes de fuentes desde las que se puede expandir en forma local o a lo largo de grandes distancias con masas de aire; por ejemplo, desde: Fuentes como centrales eléctricas alimentadas a carbón, fundición de metales, incineración de residuos; Fuentes como la minería de oro a pequeña escala, desechos quemados informalmente con lámparas fluorescentes, pilas y termómetros.
Agua	Emisiones de mercurio a entornos acuáticos y a sistemas de aguas residuales: Fuentes desde las que el mercurio se difunde a cursos de agua dulce (ríos, lagos, etc.); por ejemplo, emisiones desde: Industrias, hogares, etc., a ambientes acuáticos; Escorrentías de superficie y lixiviados procedentes de suelos y vertederos contaminados con mercurio.
Tierra o suelo	Emisiones de mercurio al suelo y el entorno terrestre: Suelos generales y agua subterránea. Por ejemplo, emisiones procedentes de: Residuos sólidos, procedentes de la limpieza de gas de combustión en centrales eléctricas, utilizados para la construcción de carreteras con grava. Productos de desecho no recogidos vertidos o enterrados de manera informal. Emisiones locales ilimitadas de la industria, como por ejemplo, almacenamiento/entierro de desechos peligrosos en el predio. Propagación de desechos cloacales con contenido de mercurio en tierras agrícolas (desechos cloacales usados como fertilizante). Aplicación de pesticidas con compuestos de mercurio en la tierra, semillas o plantines.

VÍA DE SALIDA	DESCRIPCIÓN
Subproductos e impurezas	Derivados con contenido de mercurio, que vuelven al mercado y no pueden relacionarse directamente con emisiones ambientales; por ejemplo: Ácido sulfúrico producido a partir de la desulfurización del gas de combustión (limpieza de gas de combustión) en centrales de metales no ferrosos con trazas de mercurio. Mercurio metálico como subproducto a partir de extracción de metales no ferrosos.
Desechos generales	Desechos generales: También denominados "desechos municipales". Típicamente, desechos generados en hogares e instituciones que son sometidos a un tratamiento general, como incineración, enterramiento, o vertido o quema informal. Las fuentes de mercurio de los desechos son los productos de consumo con contenido de mercurio deliberado (pilas, termómetros, tubos fluorescentes, etc.), así como residuos de gran volumen como el papel impreso, el plástico, etc., con pequeñas concentraciones de trazas de mercurio.
Tratamiento/ eliminación de desechos específico del sector	Desechos de industrias y consumidores que se recoge y trata en sistemas distintos, y en algunos casos se recicla; por ejemplo: Desechos industriales peligrosos con alto contenido de mercurio que se depositan en sitios seguros dedicados a tal fin. Desechos de consumo peligrosos con contenido de mercurio, principalmente pilas tratadas en forma segura y recogidas por separado, termómetros, interruptores de mercurio, piezas dentales con empastes de amalgamas, etc. Depósitos confinados de colas y rocas/desechos de gran volumen obtenidos de la extracción de metales no ferrosos.

6. Descripción e Inventario de la Categoría: Consumo de Energía y Producción de Combustibles

El aprovechamiento y evaluación de los recursos naturales en Bolivia están relacionados con las macro regiones con las que cuenta el país: Altiplano, Cordillera Andina, Valles, Chiquitanía, Chaco, Amazonía y Yungas.

Un sector que involucra altiplano, Cordillera Andina, Valles y Yungas, conocido como región andina de Bolivia, se caracteriza por su clima frío y altitudes elevadas respecto al nivel del mar, está formada por montañas y nevados, constituyéndose en fuente importante de recursos hídricos.

Estos recursos son aprovechados para la generación de energía eléctrica mediante centrales hidroeléctricas operadas por las diversas empresas: Empresa Eléctrica CORANI S.A. (CORANI), Compañía Boliviana de Energía Eléctrica S.A.(COBEE), Empresa Río Eléctrico S.A. (ERESA), Hidroeléctrica Boliviana S.A. (HB), Sociedad Industrial Energética y Comercial Andina S.A. (SYNERGIA), Servicios de Desarrollo de Bolivia S.A (SDB), Servicios Eléctricos de Tarija (SETAR).

Asimismo, las zonas de los Valles, Llanos y Chaco se caracterizan por su clima templado, bajas altitudes y sus abundantes recursos hidrocarburíferos (gas natural, condensados y petróleo en menor escala) de los cuales, una parte importante es aprovechada por su energía calorífica mediante turbinas a gas o grupos electrógenos para la generación de energía eléctrica en las centrales térmicas de las siguientes empresas: Empresa Eléctrica Valle Hermoso S.A. (EVH), Empresa Eléctrica Guaracachi S.A. (EGSA), Compañía Boliviana de Energía Eléctrica S.A.(COBEE), Compañía Eléctrica Central Bulo Bulo S.A. (CECBB), Empresa Nacional de Electricidad Andina S.A.M. (ENDE ANDINA), Empresa SECCO ENERGIA BOLIVIA S.A. (SECCO).

En la zona de los Llanos Amazónicos también existen empresas que utilizan otras fuentes alternativas como combustible para la generación de energía eléctrica, como ser biomasa, tal es el caso de la empresa: GUABIRÁ ENERGÍA S.A. (GBE).

Finalmente, en la provincia Carrasco, en la zona de los Valles, se aprovecha el recurso eólico existente mediante 2 aerogeneradores instalados en la localidad de Qollpana. La empresa que genera energía con este recurso es la Empresa Eléctrica CORANI S.A. (CORANI).

En la tabla siguiente se presentan las subcategorías dentro de esta categoría de fuente **Consumo de Energía y Producción de Combustibles**, con las principales vías de emisión de mercurio y su enfoque de inventario, que puede ser FP (Enfoque de Fuente Puntual), cuando la actividad se desarrolla en algún sitio específico en el país, o DC (Enfoque Nacional o de Conjunto), cuando en el país se tienen varios sitios en los que se desarrolla la actividad correspondiente, esto para denotar la magnitud de cada actividad.

Tabla 6.1: Consumo de energía y producción de combustibles: subcategorías con principales vías de emisión de mercurio y enfoque de inventario.

CATEGORÍA: Consumo de energía y producción de combustibles							
Nº	**Subcategorías**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Producto**	**Desechos/ residuos**	**Enfoque de inventario**
6.1	Combustión/uso de diésel, gasoil, petróleo, querosén, GLP y otros destilados livianos a medios	X	-	-	-	-	DC
6.2	Uso de gas natural bruto o limpio	X	-	-	-	-	DC
6.3	Uso de gas natural por cañería (calidad de consumo)	X	-	-	-	-	DC
6.4	Producción de energía y calor por combustión de biomasa	X	-	-	-	-	DC
6.5	Combustión de carbón vegetal	X	-	-	-	-	DC
6.6	Extracción de petróleo	-	X	-	-	-	DC/FP
6.7	Refinación de petróleo	X	x	-	-	-	DC/FP
6.8	Extracción y procesamiento de gas natural	X	X	x	X	-	DC/FP

Notas: FP = Enfoque de fuente puntual; DC = Enfoque nacional o de conjunto;
X - Vía de emisión que se prevé sea predominante en la subcategoría;
x - Vías de emisión adicionales que considerar, según la fuente específica y la situación nacional.

6.1 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Combustión/Uso de Diésel, Gasoil, Petróleo, Kerosene, GLP y Otros Destilados Livianos a Medios.

A. Contexto

En Bolivia, aproximadamente el 85% del petróleo producido, corresponde a condensados asociados y provenientes del gas natural y 15% concierne a petróleo como tal. Las plantas de extracción y refinación de petróleo y condensados, no cuentan con eliminadores para la remoción de mercurio que se encuentra en su composición (Ministerio de Hidrocarburos, 2017).

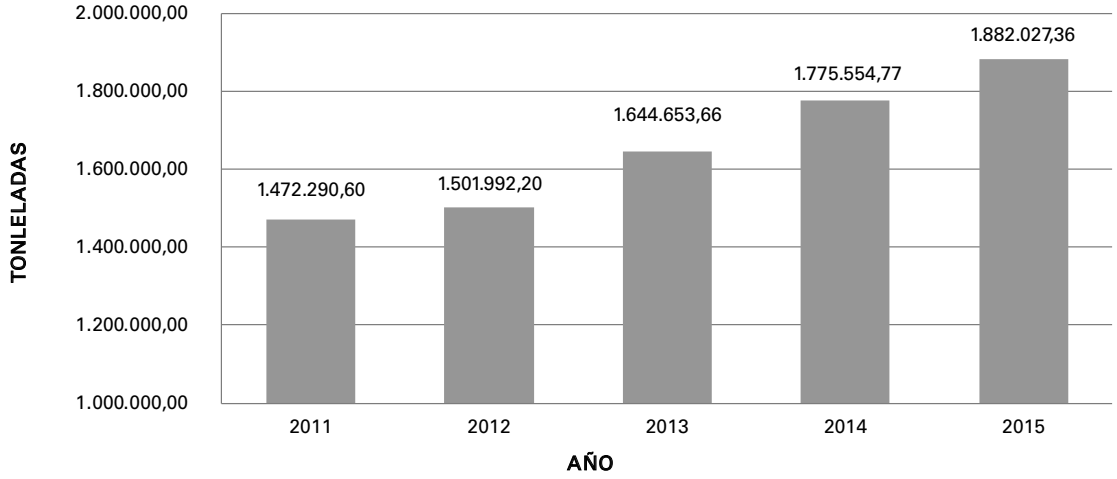
De la refinación del petróleo y condensados en Bolivia, se obtienen los siguientes productos derivados: GLP, gasolina, kerosene, diésel oil, fuel oil, aceites y grasas, con las siguientes cantidades de comercialización entre las gestiones 2011 y 2015:

Tabla 6.1.1: Bolivia, combustión uso de diésel, petróleo. querosene, GLP y otros destilados

COMBUSTION DIÉSEL, KEROSENE, GLP, FUEL OIL, GASOLINA, 2011 - 2015 [Toneladas]				
2011	**2012**	**2013**	**2014**	**2015(p)**
1.472.290,60	1.501.992,20	1.644.653,66	1.775.554,77	1.882.027,36

Fuente: YPFB Refinación (2014). YPFB Corporación (2015 - 2016)

Figura 6.1.1: Bolivia, combustión uso de diésel, petróleo. kerosene, GLP y otros destilados



Fuente: YPFB Refinación (2014). YPFB Corporación (2015 - 2016)

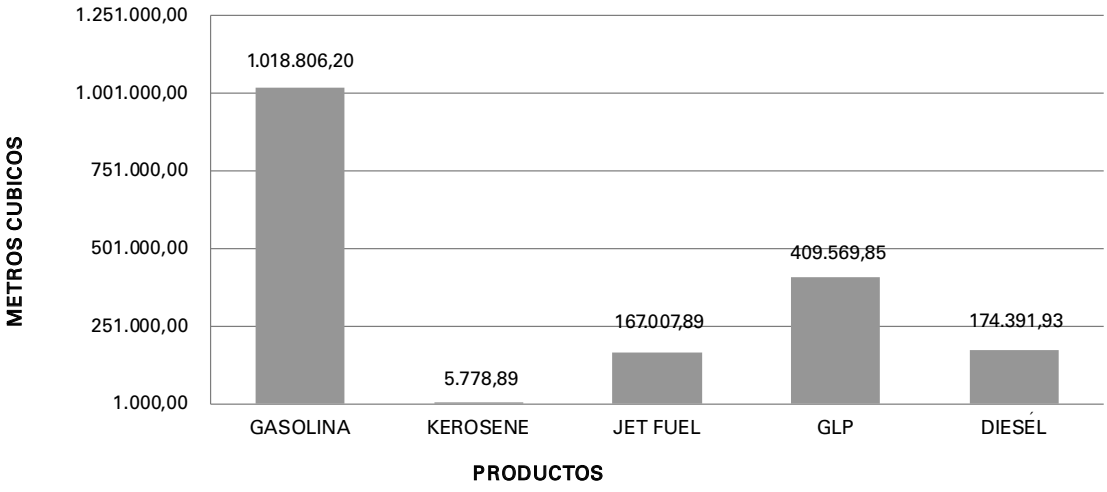
La producción de combustibles en el año 2014, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 6.1.2: Bolivia, producción de cumbustibles, 2014

PRODUCCION DE COMBUSTIBLES, 2014 [Metros Cúbicos]					
PRODUCTO	**Gasolina**	**Kerosene**	**Jet Fuel**	**GLP**	**Diésel**
Cantidad	1.018.806,20	5.778,89	167.007,89	409.569,85	174.391,93

Fuente: YPFB Refinación 2016

Figura 6.1.2: Bolivia, producción de cumbustibles, 2014



Fuente: YPFB Refinación 2016

El petróleo, de manera general, se presenta en forma natural en depósitos de roca sedimentaria y en lugares en los que hubo mar (antiguamente en tiempos geológicos) o donde el petróleo haya podido emigrar por movimientos y fallas tectónicas.

Los restos de animales y plantas, cubiertos por arcillas y arenas durante millones de años, sometidos a grandes presiones y altas temperaturas, junto con la acción de bacterias anaerobias

(que viven en ausencia de aire) provocan la formación del petróleo en tiempos geológicos, es decir en millones de años. En cualquier caso, el petróleo por sí mismo, es un líquido y se encuentra mezclado con gases, condensados y agua.

En la extracción de petróleo, condensados y gas, puede haber dos posibles entradas de mercurio: mercurio de origen natural presente en concentraciones de trazas, y mercurio presente en los fluidos de perforación como resultado del uso de minerales arcillosos comúnmente usados, que contiene mercurio natural en su composición.

Por lo tanto, el petróleo y los condensados, liberan mercurio a la atmosfera, tierra o agua durante la extracción y refinación, así como a través de la combustión de los productos o subproductos de refinería: GLP, gasolina, kerosene, diésel oil, fuel oil, aceites y grasas; y de diversos desechos y lodos de procesos.

B. Determinación de factores

Para la inventariación cuantitativa de las fuentes de emisiones de mercurio en Bolivia, en sus diferentes categorías o actividades generales, se realizan cálculos y relaciones matemáticas que establecen datos y factores que se utilizan en la determinación final de las cantidades de emisiones generadas por cada subcategoría o actividad específica analizada.

En este acápite se realiza la determinación de factores para las subcategorías correspondientes a la Categoría Consumo de Energía y Producción de Combustibles.

SUBCATEGORÍA 6.1	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Combustión/ uso de diésel, gasoil, petróleo, kerosene, GLP y otros destilados livianos a medios	1.775.554,77	t/a

Entrada total estimada de mercurio por la combustión/ uso de diésel, gasoil, petróleo, kerosene, GLP y otros	=	Tasa o caudal de actividad 1.775.554,77 t/a	*	Factor de entrada 5,5 mg Hg /t	*	Factor de conversión 1*10-6 kg Hg/1 mg Hg	=	9,77 Kg Hg/a

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la combustión/ uso de diésel, gasoil, petróleo, kerosene, GLP y otros	=	Entrada total de Hg 9.77 kg/a	*	Factor de distribución al aire 1	=	9.77 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

COMBUSTIÓN/ USO DE DISEL, GASOIL, PETRÓLEO, KEROSENE, GLP Y OTROS DESTILADOS LIVIANOS A MEDIOS	
AIRE	9,77 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	9,77 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad combustión/ uso de diésel, gasoil, petróleo, kerosene, GLP y otros destilados livianos a medios en Bolivia, es igual a 9,77 kilogramos de mercurio el año 2014.

6.2 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Uso de Gas Natural (industria y energía eléctrica)

A. Contexto

El gas natural es un combustible fósil utilizado en la producción de energía eléctrica, en el sector de la industria (alimenticia, minera, etc.), sector transporte y a nivel domiciliario o doméstico. El gas natural contiene pequeñas cantidades de mercurio proveniente de la corteza terrestre, que pasa al medio ambiente exterior durante su extracción, refinación y combustión.

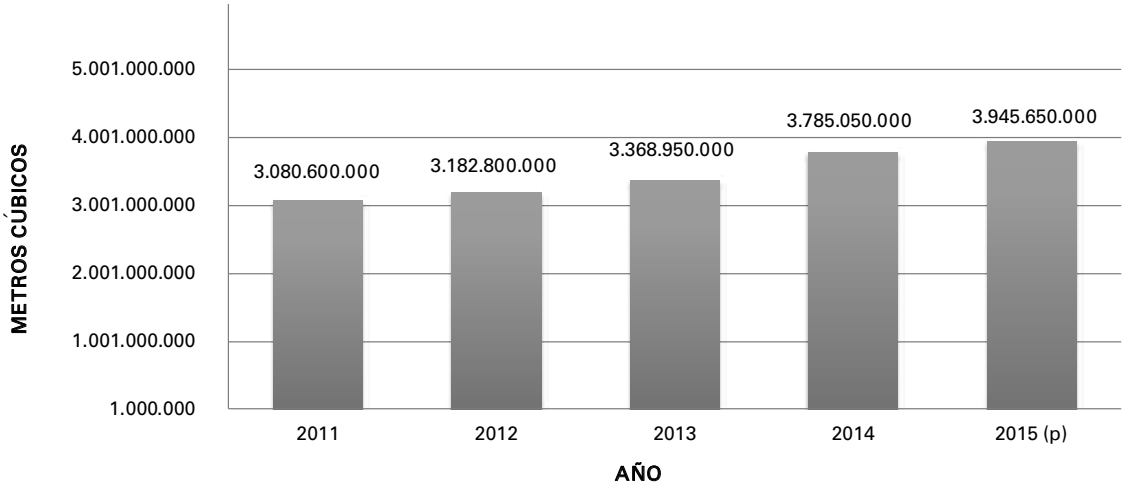
En el siguiente cuadro se muestran las cantidades de uso de gas natural de las gestiones 2011 al 2015:

Tabla 6.2.1: Bolivia, uso de gas natural bruto o limpio, 2011 - 2015

USO DE GAS NATURAL, 2011 - 2015 [Metros Cúbicos]					
PRODUCTO	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015(p)**
Gas Natural	3.080.600.000	3.182.800.000	3.368.950.000	3.785.050.000	3.945.650.000

Fuente: YPFB Refinación 2016
(p) preliminar

Figura 6.2.1: Bolivia, uso de gas natural bruto o limpio, 2011 - 2015



Fuente: YPFB Refinación 2016
(p) preliminar

El mercurio en el gas natural, puede ser removido durante la extracción o en el proceso de refinación, incluso durante la remoción del ácido sulfhídrico (Pirrone et al., 2001).

El gas natural se considera por lo general un combustible limpio que tiene muy bajas concentraciones de mercurio. Las emisiones de mercurio pueden tener lugar durante la extracción, refinación, limpieza y uso del gas (COWI, 2002 y US EPA, 1997b).

B. Determinación de factores

SUBCATEGORÍA 6.2	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Uso de gas natural (industria, energía eléctrica).	3.785.050.000	Nm3/a

Entrada total estimada de mercurio por el uso de gas natural	=	Tasa o caudal de actividad 3.785.050.000 Nm3/a	*	Factor de entrada 0,6 µg Hg /Nm3	*	Factor de conversión 1*10-9 kg Hg/1 µg Hg	=	2,27 Kg Hg/a

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por el uso de gas natural	=	Entrada total de Hg 2,27 kg/a	*	Factor de distribución al aire 1	=	2,27 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

USO DE GAS NATURAL	
AIRE	2,27 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	2,27 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad uso de gas natural en Bolivia, son igual a 2,27 kilogramos de mercurio el año 2014.

6.3 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Uso de Gas por Cañería (domiciliario, GNV)

A. Contexto

En esta subcategoría, el uso de gas por cañería está referido a los sectores de nivel domiciliario y para el combustible utilizado en el sector de transporte, transformado en gas natural vehicular (GNV).

En el siguiente cuadro se encuentran las cantidades de gas natural de las gestiones 2011 al 2015.

Tabla 6.3.1: Bolivia, uso de gas natural bruto o limpio, 2011 - 2015

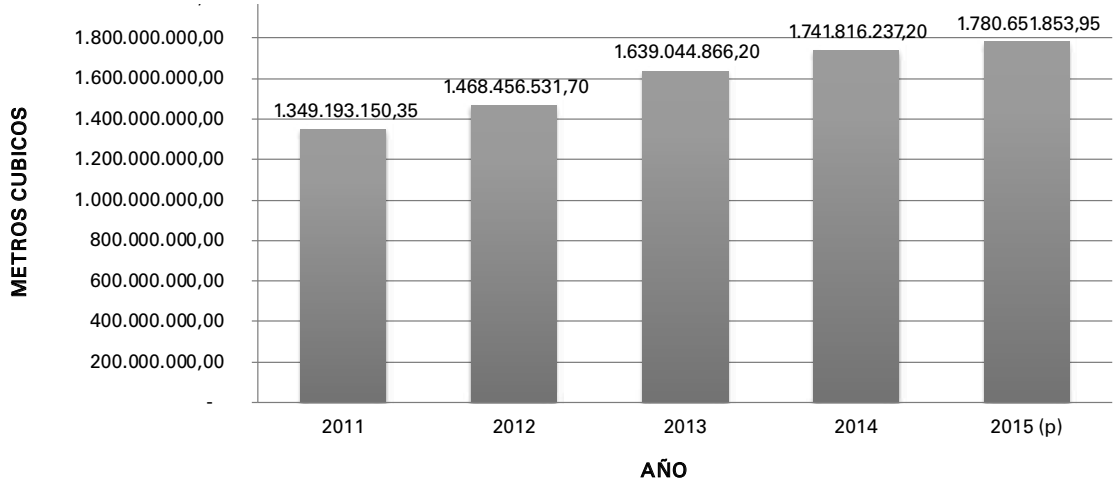
USO DE GAS POR CAÑERIA 2011- 2015 [Metros Cúbicos]					
PRODUCTO	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015(p)**
Gas Natural	1.349.193.150,35	1.468.456.531,70	1.639.044.866,20	1.741.816.237,20	1.780.651.853,95

Fuente: YPFB Refinación 2016
(p) preliminar

Las concentraciones de mercurio en el gas natural varían según la geología local de cada país; no obstante, las concentraciones de mercurio en el suministro a los consumidores "gas de cañería" parecen ser en general muy bajas (COWI, 2002, y US EPA, 1997b).

Para esta subcategoría, el uso de gas por cañerías, al ser recibido y utilizado por los consumidores, se puede considerar que todas las emisiones de mercurio se emitirían al aire durante el uso o la combustión del mismo.

Figura 6.3.1: Bolivia, uso de gas natural bruto o limpio, 2011 - 2015



Fuente: YPFB Refinación 2016
(p) preliminar

Determinación de factores

SUBCATEGORÍA 6.3	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Uso de gas por cañería.	1.741.816.237,2	Nm3/a

Entrada total estimada de mercurio por el uso de gas por cañería	=	Tasa o caudal de actividad: 1.741.816.237,2 Nm3/a	*	Factor de entrada: 0,6 µg Hg /Nm3	*	Factor de conversión: 1*10-9 kg Hg/1 µg Hg	=	1,05 Kg Hg/a

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por el uso de gas por cañería	=	Entrada total de Hg: 1,05 kg/a	*	Factor de distribución al aire: 1	=	1,05 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

USO DE GAS POR CAÑERÍA	
AIRE	1,05 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)

USO DE GAS POR CAÑERÍA	
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	1,05 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad Uso de Gas por Cañería en Bolivia, es igual a 1,05 kilogramos de mercurio el año 2014.

6.4 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Producción de Energía y Calor por Combustión de Biomasa

A. Contexto

La Energía de la biomasa es la que se obtiene de la combustión directa o transformación de la materia en otros combustibles, como alcohol, metanol o aceite. Es una de las mejores fuentes de reemplazo por ser renovable, accesible y controlable por el hombre.

En Bolivia la biomasa que se utiliza para generar electricidad proviene del bagazo de caña de los ingenios azucareros y la cáscara de castaña, que se la utiliza en la distribuidora de energía eléctrica en Riberalta ubicada en el departamento del Beni.

Otros tipos de biomasa que podría ser utilizada en el país para generar electricidad, puede ser la cáscara de girasol (aceiteras), aserrín (aserraderos), cáscara de arroz (beneficiadoras), la leña, carbón, desperdicios forestales, vegetales y animales, que son fuentes importantes de energía en el área rural y en algunos sectores industriales de Bolivia.

La biomasa también es utilizada para cocinar en el sector doméstico, para la generación de electricidad y en algunas industrias que producen ladrillos, yeso, alfarería, arroz y otros; sin embargo, el consumo de biomasa puede estar relacionado a la baja eficiencia, a riesgos para la salud y la actividad de deforestación.

La combustión de biomasa involucra quema de vegetación, viva o muerta, por medio de incendios que incluye pastizales, bosques y residuos agrícolas. Aunque parte de estos incendios pueden ser de origen natural, la mayoría es el resultado de prácticas humanas, accidentales a veces, pero generalmente deliberadas. Es también una fuente significativa de emisiones gaseosas a la atmósfera, que incluye Hg y gases de efecto invernadero como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O); monóxido de carbono (CO), monóxido y dióxido de nitrógeno (NO, NO_2); además de compuestos orgánicos persistentes como dioxinas y furanos (Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, Bolivia 2016).

En la detección de las áreas quemadas para el año 2014, se ha identificado que el 51% se localizaron en el departamento de Santa Cruz, en segundo lugar, con el 38% en el departamento de Beni y en tercer lugar el departamento de La Paz con un 7%. En la siguiente Tabla se detalla la superficie en hectáreas por cada departamento.

N°	DEPARTAMENTO	SUPERFICIE ha
1	Beni	733.487
2	Chuquisaca	4.930

N°	DEPARTAMENTO	SUPERFICIE ha
3	Cochabamba	23.630
4	La Paz	122.779
5	Oruro	226
6	Pando	25.626
7	Potosí	1.539
8	Santa Cruz	971.631
9	Tarija	43.276
Total		1.927.124

Fuente: Sala de Observación Bolivia, Instituto Geográfico Militar

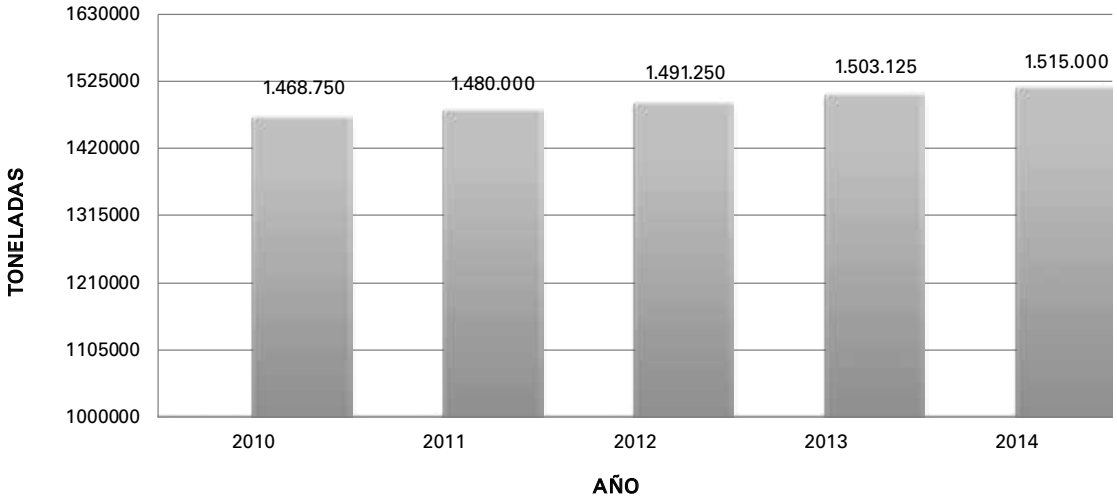
La cantidad de biomasa para los años 2010 a 2014, se refleja en la siguiente tabla

Tabla 6.4.1: Bolivia, biomasa, 2011 - 2015

BIOMASA, 2010 – 2014 [Toneladas]					
PRODUCTO	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
Biomasa	1.468.750	1.480.000	1.491.250	1.503.125	1.515.000

Fuente: Anuario FAO de Productos Forestales, 2014

Figura 6.4.1: Bolivia, biomasa, 2011 - 2015



Fuente: Anuario FAO de Productos Forestales, 2014

La presencia de mercurio en los biocombustibles se origina de forma natural y se depositan o exponen al medio ambiente como resultado de actividades antropogénicas (COWI, 2002), por ejemplo: los árboles (especialmente acículas y hojas) absorben mercurio de la atmósfera con el paso del tiempo (Friedli, H.R. et al., 2001).

La mayor parte del mercurio de la biomasa se emite al aire procedente del proceso de combustión. Una cantidad más pequeña se puede emitir a las cenizas o residuos, cuya medida depende del material específico quemado, del tipo de dispositivo de combustión y de cualquier control de emisiones presente (COWI, 2002).

B. Determinación de factores

SUBCATEGORÍA 6.4	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Producción de energía y calor por combustión de biomasa.	1.515.000	t/a

Entrada total estimada de mercurio por la producción de energía y calor por combustión de biomasa	=	Tasa o caudal de actividad: 1.515.000 t/a	*	Factor de entrada: 0,03 g Hg/t	*	Factor de conversión: 1 kg Hg/1000 g Hg	=	45,45 kg Hg/a

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la producción de energía y calor por combustión de biomasa	=	Entrada total de Hg: 45.45 kg/a	*	Factor de distribución al aire: 1	=	45,45 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA Y CALOR POR COMBUSTIÓN DE BIOMASA	
AIRE	45,45 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	45,45 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad de producción de energía y calor por combustión de biomasa en Bolivia, son iguales a 45,45 kilogramos de mercurio el año 2014.

6.5 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Combustión de Carbón Vegetal

A. Contexto

El carbón vegetal es el residuo sólido que queda cuando se carboniza o se hidroliza la madera en condiciones controladas, en un espacio cerrado, como los hornos de carbón. Durante el proceso de carbonización, el control se realiza sobre la entrada y cantidad de aire (dejando escapar a la atmósfera todos los productos volátiles generados incluido el mercurio) que incide en la descomposición química de la madera para que se forme carbón vegetal.

El carbón está catalogado, junto a la leña y los carbones fósiles (turba, lignito, hulla y antracita) como combustibles sólidos.

Las especies de maderas utilizadas en la producción de carbón vegetal, varían dependiendo la zona de producción, si embargo, en general son seleccionadas para obtener un producto superior, entre las más requeridas tenemos: el Cuchi (Lonchocarpus muelbergianu), Tajibo (Tabebuia sp), Jichituriqui (Aspidosperma cylindrocarpon), Momoqui (Caesalpinia pluviosa), Cuta (Phyllostylon sp.) y Mora (Chlorophora tinctoria), principalmente en Santa Cruz; Duraznillo (Weinmannia sp) Soto kolo (Astroniuar urundeuva) ciquilli (Inga sp) en La Paz y el Soto (Schinopsis brasiliensis) Quebracho blanco (Aspidosperma) en Chuquisaca.

Para la producción de carbón vegetal también se emplean otros materiales leñosos, como cáscaras de nueces y cortezas.

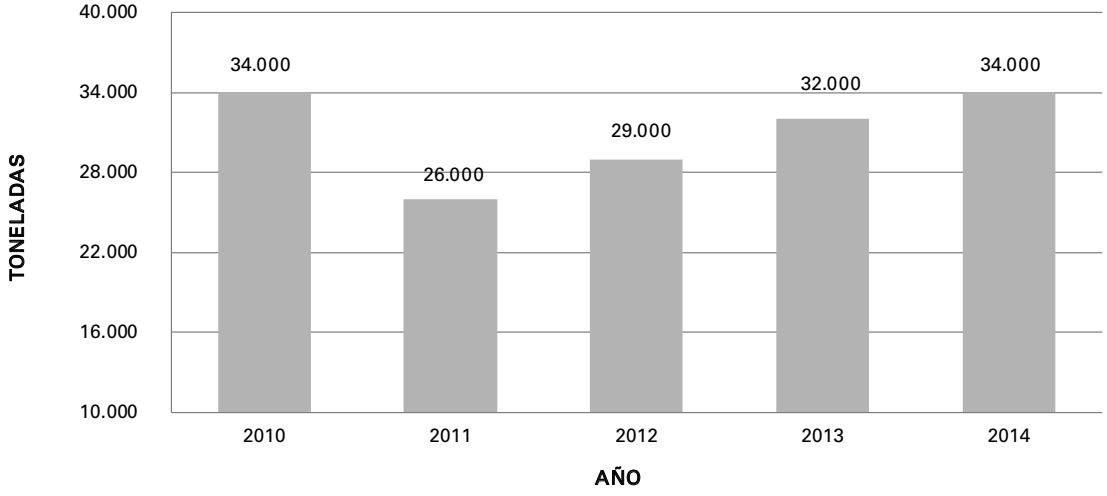
En el siguiente cuadro se encuentra las cantidades de carbón vegetal producido de las gestiones 2010 al 2014:

Tabla 6.5.1: Bolivia, carbón vegetal, 2011 - 2014

CARBON VEGETAL, 2010 – 2014 [Toneladas]					
PRODUCTO	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
Carbón vegetal	34.000	26.000	29.000	32.000	34.000

Fuente: Anuario FAO de Productos Forestales – 2014

Figura 6.5.1: Bolivia, carbón vegetal, 2011 - 2014



Fuente: Anuario FAO de Productos Forestales – 2014

El carbón vegetal al ser producto de la madera y de otros materiales leñosos, contiene de forma natural mercurio y de las actividades antropogénicas, al ser combustionado, libera a la atmósfera emisiones de ese mercurio contenido.

B. Determinación de factores

SUBCATEGORÍA 6.5	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Combustión de carbón vegetal	36.000	t/a

Entrada total estimada de mercurio por la combustión de carbón vegetal	=	Tasa o caudal de actividad 36.000 t/a	*	Factor de entrada 0,12 g Hg/t	*	Factor de conversión 1 kg Hg/1000 g Hg	=	4,32 kg Hg/a

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la combustión de carbón vegetal	=	Entrada total de Hg 4.32 kg/a	*	Factor de distribución al aire 1	=	4,32 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

COMBUSTIÓN DE CARBÓN VEGETAL	
AIRE	4,32 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	4,32 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad combustión de carbón vegetal en Bolivia, son igual a 4,32 kilogramos de mercurio el año 2014.

6.6 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Extracción de Petróleo

A. Contexto

El petróleo es un compuesto químico en el que coexisten partes sólidas, líquidas y gaseosas, formado por compuestos denominados hidrocarburos, conformados por átomos de carbono e hidrógeno, y por otras pequeñas proporciones de nitrógeno, azufre, oxígeno y algunos metales.

La perforación de pozos en busca de petróleo en Bolivia comenzó el año 1923, por los trabajos de exploración realizados por la Standard Oil Company (SOC), los mismos que se concretaron en la perforación de 12 estructuras geológicas y el descubrimiento de cuatro campos petroleros:

Bermejo y San Andita en Tarija, Camiri en Santa Cruz, y Camatindi en Chuquisaca. Desde entonces, la perforación de estructuras geológicas, ha conocido momentos de auge y momentos de paralización.

En los periodos donde existieron más perforaciones de estructuras fueron entre los periodos de 1956 - 1979 y 1973 - 1996. En el periodo 1996 - 2005 hubo una mayor cantidad de pozos perforados que en el periodo posterior 2006 - 2014.

YPFB Corporación para el periodo de 2009 - 2015 refirió que es importante ingresar a una fase de exploración intensiva, principalmente en el marco de la creciente demanda del mercado del Gas Natural en Bolivia, por lo que ha dividido la actividad exploratoria en dos fases: fase con prospectos exploratorios A, de ejecución inmediata para el 2009 - 2015 y una fase exploratoria B, de ejecución mediata entre los años 2016 - 2026.

Para llevar a cabo los planes exploratorios del período 2010 - 2015 con las empresas subsidiarias y las compañías operadoras de los contratos petroleros, YPFB Corporación programó 10 pozos exploratorios de ejecución inmediata a partir de 2009 que implicó los siguientes proyectos (Petrobras), Camiri (YPFB Andina), Timboy (Petroandina), Itaguazurenda (YPFB), Percheles, Carrasco, Vuelta Grande, El Dorado Profundo (Chaco) y Lliquimuni e Iñau (Petroandina).

Los pozos exploratorios a perforarse, en el periodo 2016 - 2026, corresponden al portafolio de prospectos de las compañías Chaco S.A. y YPFB Petroandina S.A, ambas subsidiarias de la compañía estatal del petróleo boliviano, así como YPFB casa matriz y Pluspetrol.

A nivel nacional tenemos los siguientes campos petrolíferos en los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, Tarija y Chuquisaca, expuestos en el cuadro adjunto.

Campos petrolíferos en Bolivia

DEPARTAMENTOS			
COCHABAMBA	**SANTA CRUZ**	**TARIJA**	**CHUQUISACA**
Kanata Norte Paloma Surubi Surubi Noroeste Kanata Carrasco	Sirari Arroyo Negro Los Penocos Patujusal Patujusa W Los Cusis Humberto Suarez Roca Montecristo Tundy La Peña Los Sauces El Dorado Tatarenda Camiri Guairuy	Caigua Los Monos San Telmo Bermejo – P Barredero Toro – P Tigre C	Monteagudo

Fuente: ANH -2015

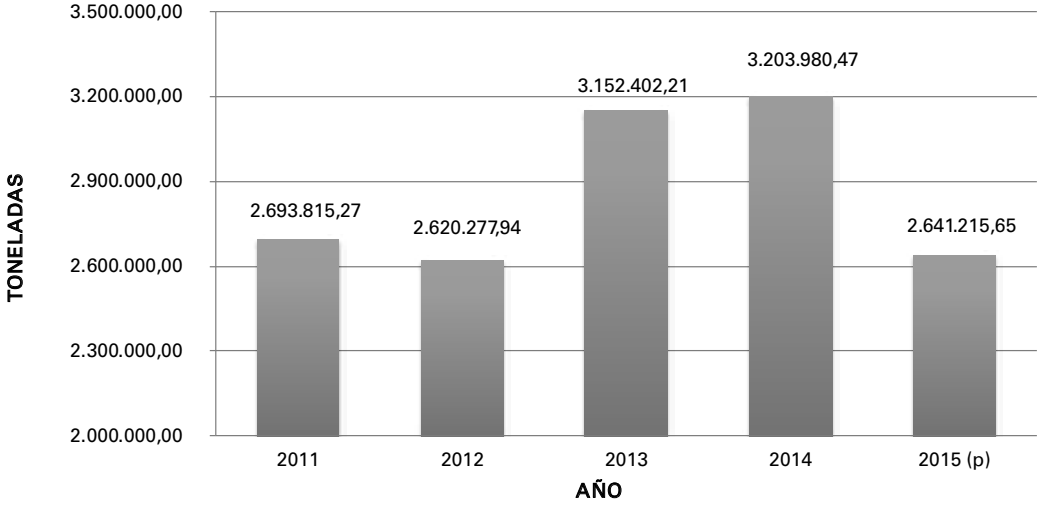
A continuación, se tienen las siguientes cantidades de petróleo crudo sin refinar desde la gestión 2011 a 2015.

Tabla 6.6.1: Bolivia, petróleo crudo sin refinar, 2011 - 2015

PETROLEO CRUDO SIN REFINAR, 2011 - 2015 [Toneladas]					
PRODUCTO	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015(p)**
Petróleo Crudo	2.693.815,27	2.620.277,94	3.152.402,21	3.203.980,47	2.641.215,65

Fuente: YPFB Refinación 2016
(p) preliminar

Figura 6.6.1: Bolivia, petróleo crudo sin refinar, 2011 - 2015



Fuente: YPFB Refinación 2016
(p) preliminar

El petróleo producido contiene pequeñas cantidades de impurezas naturales de mercurio, que pasan a la biosfera por la extracción y el uso, las concentraciones de mercurio pueden variar ampliamente en función de la geología local de la corteza terrestre de subsuelo; además del mercurio naturalmente presente en el petróleo, otra entrada de mercurio en la extracción de petróleo, es el uso de ciertos tipos de lodos de perforación.

B. Determinación de factores

SUBCATEGORÍA 6.6	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Extracción de petróleo	3.203.980,47	t/a

Entrada total estimada de mercurio por la extracción de petróleo	=	Tasa o caudal de actividad	*	Factor de entrada	*	Factor de conversión	=	10,89 Kg Hg/a
		3.203.980,47 t/a		3,4 mg Hg/t		1*10-6 kg Hg/1 mg Hg		

Factores de distribución de salida

AGUA:

Liberaciones al AGUA por la extracción de petróleo	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución al agua	=	2,2 kg Hg/a
		10.89 kg/a		0,2		

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO	
AIRE	0,0 (kg Hg/a)
AGUA	2,18 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	2,18 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad Extracción de Petróleo en Bolivia, son iguales a 2,18 kilogramos de mercurio el año 2014.

6.7 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Refinación de Petróleo

A. Contexto

Los complejos de refinación más importantes del país tienen una capacidad instalada de 86.747 barriles por día (BPD), volumen que sumado a la capacidad instalada de la refinería Oro Negro, llega aproximadamente a 90 mil BPD, como se observa en la siguiente tabla.

CAPACIDAD INSTALADA EN LAS REFINERIAS 2015 [Barriles/ día]	
REFINERÍA	**CAPACIDAD INSTALADA**
Gualberto Villarroel	50.047
Guillermo Elder Bell	33.700
Oro Negro	3.000
Totales	89.747

Fuente: YPFB Refinación (2014). YPFB Corporación (2015 - 2016)

La Refinería Guillermo Elder Bell cuenta con una capacidad instalada de 33.700 barriles de petróleo crudo por día y está conformada por las unidades de crudo del Área 301, el Área 300 y dos plantas de Reformación Catalítica. Está ubicada en el departamento de Santa Cruz y fue inaugurada en el año 1979, desde entonces contribuye al desarrollo nacional con la producción de gasolina y diésel oíl, entre otros productos de importancia estratégica.

Las instalaciones de Refinería Oro Negro se encuentran ubicadas en el Cantón Paurito, a 40 Km de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, en la localidad de Tundy, campo La Peña. La refinería Oro Negro inició sus operaciones en el año 2002, producía diésel oil, a finales del año 2005 incrementó su capacidad de producción tanto en volumen como en productos, teniendo hasta la fecha, producción de Diésel, Gasolina Especial y GLP como productos terminados, Gasolina Blanca y Crudo Reconstituido como productos intermedios.

La Refinería Gualberto Villarroel, es la planta de refinación con mayor capacidad de procesamiento de petróleo en el país, fue construida en el año 1948, esta planta posee dos Unidades de

Reformación Catalítica, teniendo como objetivo principal la producción de gasolina reformada de alto octanaje de 95, para elaborar mayores volúmenes de Gasolina Especial con 85 de octanaje o índice de octano; asimismo cuenta con una planta de lubricantes para la producción de Aceites Base y Aceites Lubricantes Automotrices e Industriales, cuya capacidad de producción es de 2.400 [m^3/mes].

La siguiente tabla muestra algunos datos específicos de las plantas de refinación de petróleo en Bolivia.

Tabla 6.7.1: Refinerías de petróleo consideradas como fuentes puntuales de mercurio

Nombre de fuente específica	Ubicación	Tasa de actividad	Factores de entrada	Sistemas de reducción de la contaminación	Factores de distribución de salida
Refinería Guillermo Elder Bell	Final Av. Santos Doumont, ubicada en el departamento de Santa Cruz	2.506.954,32 t/a	3,4 mg Hg/t	Es información técnica específica confidencial que no dan a conocer las refinerías.	Aire: 2,13 Agua: 0,09 Tratamiento/ eliminación de desechos específicos del sector: 1,28
Refinería Gualberto Villarroel	Av. Petrolera Km 6 ½ departamento de Cochabamba				
Refinería Oro Negro	Cantón Paurito, a 40 Km de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, en la localidad de Tundy, campo La Peña				

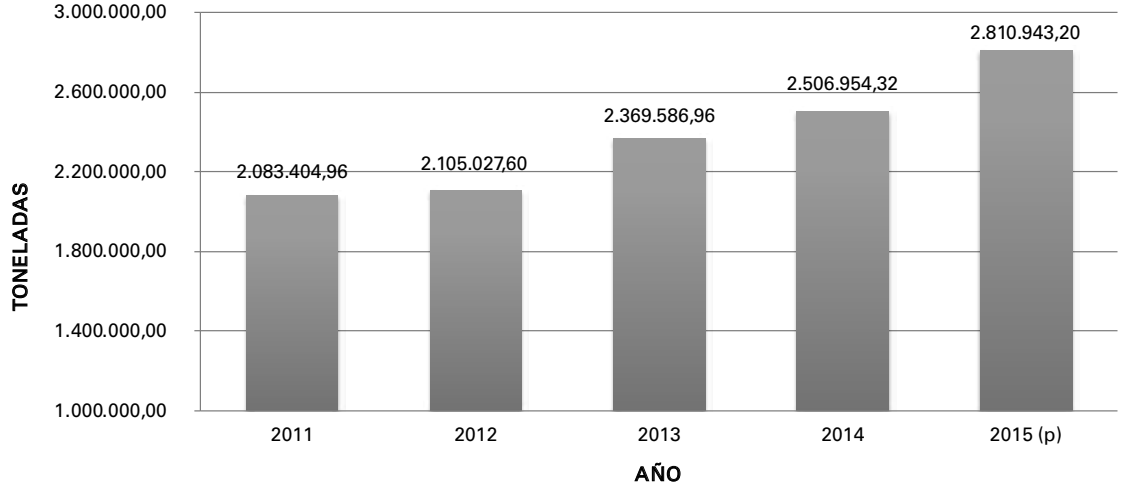
En el siguiente cuadro se encuentra las cantidades de refinación del petróleo de las gestiones 2011 al 2015:

Tabla 6.7.1: Bolivia, refinación de petróleo crudo, 2011 - 2015

REFINACION DE PETROLEO CRUDO, 2011 - 2015 [Toneladas]					
PRODUCTO	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015(p)**
Petróleo Crudo	2.083.404,96	2.105.027,60	2.369.586,96	2.506.954,32	2.810.943,20

Fuente: YPFB Refinación 2016
(p) preliminar

Figura 6.7.1: Bolivia, refinación de petróleo crudo, 2011 - 2015



Fuente: YPFB Refinación 2016
(p) preliminar

En las refinerías, el petróleo crudo se separa por destilación en una variedad de productos refinados, como ser: gasolina, diésel, fuel oil, kerosene, GLP, destilados y residuales. Los distintos productos del aceite o petróleo se separan por destilación mediante el uso de diferentes temperaturas de ebullición de los constituyentes del petróleo. El propano y el combustible/ gasolina son ejemplos de productos con bajos puntos de ebullición, el diésel/gasoil y el kerosene tienen puntos de ebullición ligeramente más altos, el fueloil pesado tiene puntos de ebullición elevados, y el bitumen (asfalto) y el coque de petróleo son ejemplos de las fracciones o residuos con puntos de ebullición más elevados.

En principio, cabría esperar que el mercurio siguiera principalmente a los destilados con puntos de ebullición cercanos a él, pero los datos muestran una distribución más amplia. Es probable que las diferencias en las concentraciones de mercurio de los crudos de alimentación, influyan significativamente en el contenido de mercurio de los productos refinados del petróleo.

B. Determinación de factores

SUBCATEGORÍA 6.7	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Refinación de petróleo	2.506.954,32	t/a

Entrada total estimada de mercurio por la refinación de petróleo	=	Tasa o caudal de actividad 2.506.954. t/a	*	Factor de entrada 3,4 mg Hg/t	*	Factor de conversión 1*10-6 kg Hg/1 mg Hg	=	8,52 Kg Hg/a

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la refinación de petróleo	=	Entrada total de Hg 8,52 kg/a	*	Factor de distribución al aire 0,25	=	2,13 kg Hg/a

AGUA:

Liberaciones al AGUA por la refinación de petróleo	=	Entrada total de Hg 8,52 kg/a	*	Factor de distribución al agua 0,01	=	0,09 kg Hg/a

TRATAMIENTO DE DESECHOS:

Liberaciones al TRATAMIENTO DE DESECHOS por la refinación de petróleo	=	Entrada total de Hg 8,52 kg/a	*	Factor de distribución 0,15	=	1,28 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

REFINACIÓN DE PETRÓLEO	
AIRE	2,13 (kg Hg/a)
AGUA	0,09 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	1,28 (kg Hg/a)
TOTAL	3,5 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad Refinación de Petróleo en Bolivia, son igual a 3,5 kilogramos de mercurio el año 2014.

6.8 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Extracción y Procesamiento de Gas Natural

A. Contexto

El gas natural, es un compuesto químico que está conformado por moléculas de hidrocarburos, formadas por átomos de carbono e hidrógeno y de pequeñas proporciones de óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono y compuestos sulfurosos, todos estos componentes se presentan en estado gaseoso. En nuestro país, el gas natural que se produce se encuentra libre de compuestos sulfurosos, por esta razón es conocido como "gas dulce".

La matriz energética boliviana está basada principalmente en el uso de petróleo, condensados y sus derivados; una gran parte cubre las necesidades energéticas del país, en otros casos, como en el de diésel, este tiene que ser importado debido a que la producción del país no cubre la demanda interna.

Bolivia no cuenta con grandes reservas de líquidos, el potencial de hidrocarburos está concentrado en el gas natural que viene acompañado de condensados de petróleo. La industrialización del gas natural cuenta con plantas como la Planta Separadora de Líquidos Rio Grande, Planta Separadora de Líquidos Carlos Villegas Quiroga, Planta de Gas Natural Licuado, Estaciones de Regasificación y con la puesta en marcha de una Planta Petroquímica de amoniaco y urea, situada en Bulo Bulo en el departamento de Cochabamba.

En el siguiente cuadro se menciona los campos gasíferos ubicados en los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, Tarija y Chuquisaca.

Campos Gasíferos

DEPARTAMENTOS			
COCHABAMBA	**SANTA CRUZ**	**TARIJA**	**CHUQUISACA**
Kanata Katari Bulo – Bulo	Palacios Enconada Puerto Palos Yapacani Sirari Víbora Naranjillos Percheles Junín Santa Rosa W Palometas NW San Ignacio Colpa-Caranda Warnes El Palmar Rio Grande Curiche Tacobo Tajibo Cambeiti	Chaco Sur Ñupuco La Vertiente Los Suris Palo Marcado Madrejones Boliviano San Alberto La Vertiente No Margarita O´Connor Huayco Itau Churumas	Vuelta Grande Porvenir Huacaya

Fuente: ANH, 2016.

Los campos de mayor producción en la gestión 2014 fueron: Sábalo y Margarita–Huacaya representando el 30,5% y 25,2% respectivamente de la producción total. El campo San Alberto representó el 15,2%. Otros campos que tuvieron una producción significativa fueron Yapacaní e Itaú, que representaron el 5,5% y 4,3% del total respectivamente; Río Grande, Bulo Bulo, Curiche, Vuelta Grande y El Dorado Sur representaron respectivamente el 3,2%, 2,7%, 1,9%, 1,9% y 1,5% del total. El "resto de los campos" representaron el 8,1% de la producción total de la gestión 2014. (Boletín Estadístico YPFB, 2014).

Los campos gasíferos de Margarita, Huacaya, Sábalo, San Alberto e Itau contienen mercurio en su composición, aparentemente debido a la gran profundidad de sus pozos que atraviesan estratos geológicos con contenidos de mercurio. Para la eliminación del mercurio, estos campos cuentan con removedores (absorbentes PURASPEC) de mercurio para el gas natural, estos filtros o absorbentes contienen sulfuro metálico mixto, que retienen el mercurio del gas natural.

El mercurio removido del gas natural se queda en los absorbentes o pellets de arcilla denominados PURASPEC, así el gas natural procesado salé de los campos gasíferos con una concentración de 0,6 [µg/m3] de mercurio, para la comercialización, consumo interno y exportación.

Otros campos gasíferos a nivel nacional, que conforman aproximadamente el 30% de los campos productores de gas natural en Bolivia, al ser pozos de poca profundidad, aparentemente no contienen mercurio en su composición, como el campo Incahuasi, que no cuenta con eliminadores de mercurio, ni con mediciones de la concentración de mercurio presente en el mismo.

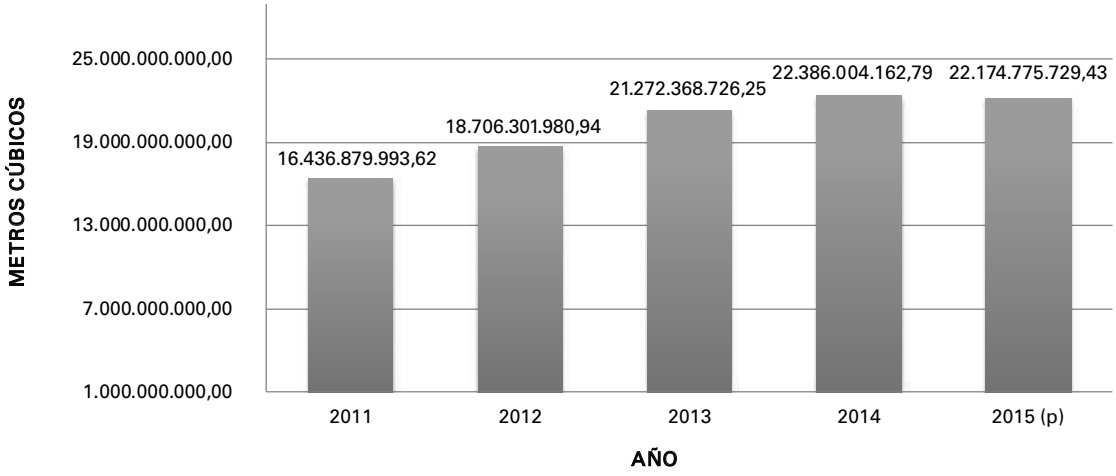
En el siguiente cuadro tenemos la producción bruta de gas natural desde el 2011 al 2015, expresada en metros cúbicos.

Tabla 6.8.1: Bolivia, producción de gas natural, 2011 - 2015

PRODUCCION BRUTA DE GAS NATURAL, 2011 - 2015 [Metros Cúbicos]					
PRODUCTO	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015(p)**
Gas Natural	16.436.879.993,62	18.706.301.980,94	21.272.368.726,25	22.386.004.162,79	22.174.775.729,43

Fuente: INE 2016
(p) preliminar

Figura 6.8.1: Bolivia, producción de Gas Natural, 2011 - 2015



Fuente: INE 2016
(p) preliminar

El gas natural, de manera general, contiene pequeñas cantidades de impurezas naturales de mercurio, las emisiones de este elemento pueden tener lugar durante la extracción, refinación, limpieza y uso (combustión) del hidrocarburo.

B. Determinación de factores

Para el cálculo de la emisión estimada de mercurio por la subcategoría Extracción y Procesamiento de Gas Natural, se tomó en cuenta el nivel 2 del toolkit de herramientas utilizado en el presente análisis, que permite definir el factor de entrada más adecuado a las condiciones de esta actividad.

SUBCATEGORÍA 6.8	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Extracción y procesamiento de gas natural	22.386.004.163	Nm3/a

Asimismo, el cálculo de emisiones estimadas de mercurio, se realizó en dos posibles escenarios: con eliminación de mercurio y sin eliminación de mercurio.

Escenario 1: Procesamiento de gas sin eliminación de mercurio: Se toma el 30% de la producción total o caudal de actividad.

Tasa o Caudal de Actividad al 30% con proceso de eliminación de mercurio	=	Tasa o caudal de actividad	*	Porcentaje (30%)	=	6.715.801.249 Nm3/a
		22.386.004.163		0,3		
		Nm3/a				

Para el cálculo de entrada o generación estimada de mercurio, se utilizó el factor de entrada con valor promedio de 101 µg de Hg/Nm3:

Entrada total estimada de mercurio por la extracción y procesamiento de gas natural	=	Tasa o caudal de actividad 6.715.801.249 Nm3/a	*	Factor de entrada 101 µg de Hg/Nm3	*	Factor de conversión 1*10-9 kg Hg/1 µg Hg	=	13,43 kg Hg/a

Factores de distribución de salida

El cálculo de los factores de distribución de salida, para este escenario son los siguientes:

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la extracción y procesamiento de gas natural	=	Entrada total de Hg 13,43 Kg Hg/a	*	Factor de distribución al agua 0,2	=	2,69 kg Hg/a

AGUA:

Liberaciones al AGUA por la extracción y procesamiento de gas natural	=	Entrada total de Hg 13,43 Kg Hg/a	*	Factor de distribución al agua 0,2	=	2,69 kg Hg/a

SUB PRODUCTOS:

Liberaciones a SUB PRODUCTOS por la extracción y procesamiento de gas natural	=	Entrada total de Hg 13,43 Kg Hg/a	*	Factor de distribución a sub productos 0,5	=	6,72 kg Hg/a

TRATAMIENTO DE DESECHOS:

Liberaciones a ATRATAMIENTO DE DESECHOS por la extracción y procesamiento de gas natural	=	Entrada total de Hg 13,43 Kg Hg/a	*	Factor de distribución 0,1	=	1,34 kg Hg/a

Ecenario 2: Procesamiento de gas con eliminación de mercurio: Se toma el 70% de la producción total o caudal de actividad.

Tasa o Caudal de Actividad al 70% con proceso de eliminación de mercurio	=	Tasa o caudal de actividad 22.386.004.163 Nm3/a	*	Porcentaje (70%) 0,7	=	15.670.202.914 Nm^3/a

Para el cálculo de entrada o generación estimada de mercurio, se utilizó el factor de entrada con valor mínimo de 2 µg de Hg/Nm^3:

Entrada total estimada de mercurio por la extracción y procesamiento de gas natural	=	Tasa o caudal de actividad 15.670.202.914 Nm3/a	*	Factor de entrada 2 µg de Hg/Nm3	*	Factor de conversión 1*10-9 kg Hg/1 µg Hg	=	1.582,69 kg Hg/a

Factores de distribución de salida

El cálculo de los factores de distribución de salida, para este escenario son los siguientes:

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la extracción y procesamiento de gas natural	=	Entrada total de Hg 1.582,69 Kg Hg/a	*	Factor de distribución al aire 0,1	=	158,27 kg Hg/a

AGUA:

Liberaciones al AGUA por la extracción y procesamiento de gas natural	=	Entrada total de Hg 1.582,69 Kg Hg/a	*	Factor de distribución al agua 0,2	=	316,54 kg Hg/a

SUB PRODUCTOS:

Liberaciones a SUB PRODUCTOS por la extracción y procesamiento de gas natural	=	Entrada total de Hg 1.582,69 Kg Hg/a	*	Factor de distribución a sub productos 0,1	=	158,27 kg Hg/a

TRATAMIENTO DE DESECHOS:

Liberaciones a ATRATAMIENTO DE DESECHOS por la extracción y procesamiento de gas natural	=	Entrada total de Hg 1.582,69 Kg Hg/a	*	Factor de distribución 0,6	=	949,61 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio

EXTRACCION Y PROCESAMIENTO DE GAS NATURAL	
AIRE	160,96 (kg Hg/a)
AGUA	319,22 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	164,98 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	950,96 (kg Hg/a)
TOTAL	1.596,12 (kg Hg /a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad de extracción y procesamiento de gas natural en Bolivia, son igual a 1.596,12 kilogramos de mercurio el año 2014.

Tabla 6.8.2: Refinerías de Gas Natural consideradas fuentes puntuales de emisiones de mercurio

Nombre de fuente específica	Ubicación	Tasa de actividad	Factores de entrada	Factores de distribución de salida
Planta Separadora de Líquidos Rio Grande	Municipio de Cordillera en la localidad de Cabezas en el departamento de Santa Cruz	22.386.004.163 Nm3/a	Escenario 1: 101 µg de Hg/Nm3 Escenario 2: 2 µg de Hg/ Nm3	Escenario 1: Procesamiento de gas sin eliminación de mercurio, el 30% de gas que se procesa. Aire: 0,2 Agua: 0,2 Subproducto: 0,5 Tratamiento/eliminación de desechos específico del sector: 0,1 Escenario 2: Procesamiento de gas con eliminación de mercurio, el 70% de gas que se procesa. Aire: 0,1 Agua: 0,2 Subproducto: 0,1 Tratamiento/eliminación de desechos específico del sector: 0,6
Planta Separadora de Líquidos Carlos Villegas Quiroga	Municipio de Yacuiba en la provincia Gran Chaco en el departamento de Tarija			
Planta de Gas Natural Licuado	Municipio de Cordillera en la localidad Río Grande			

7. Datos e Inventario de la Categoría: Producción Interna de Metales y Materias Primas

En la siguiente tabla se presentan las subcategorías correspondientes a esta categoría y las principales vías de emisión de mercurio.

Tabla 7.1: Producción Interna de metales y materias Primas: subcategorías con principales vías de emisión de mercurio y enfoque de inventario

CATEGORÍA: Producción Interna de Metales y Materias Primas							
Nº	**Subcategorías**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Producto**	**Desechos/ residuos**	**Enfoque de inventario**
7.1	Producción de zinc a partir de concentrados	X	x	-	X	-	DC
7.2	Producción de cobre a partir de concentrados	X	x	-	X	-	DC
7.3	Producción de plomo a partir de concentrados	X	x	-	X	-	DC
7.4	Extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación de mercurio	X	x	X	x	-	DC
7.5	Extracción de oro con amalgamación de mercurio, sin uso de retortas	X	X	X	-	-	DC
7.6	Extracción de oro con amalgamación de mercurio, con uso de retortas	X	X	X	-	-	DC
7.7	Producción de cemento	X	-	-	x	-	DC/FP
7.8	Producción de pulpa y papel	X	-	-	-	-	FP

Notas: FP = Enfoque de fuente puntual; DC = Enfoque nacional o de conjunto
X - Vía de emisión que se prevé sea predominante en la subcategoría;
x - Vías de emisión adicionales que considerar, según la fuente específica y la situación nacional.

7.1 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Producción de Zinc a Partir de Concentrados

En la gestión 2014, Bolivia produjo concentrados de zinc, exportados en su totalidad, no así zinc metálico como producto final de este elemento.

Por lo tanto, las consideraciones y cálculos de estimaciones de emisiones de mercurio al medio ambiente, son realizados en este acápite 7.1, pero los resultados cuantitativos no se toman en cuenta en el total de emisiones para Bolivia en este inventario, siendo que las emisiones correspondientes se darán una vez se procesen o fundan los concentrados y se produzca zinc metálico en otros países distintos a Bolivia.

Según estadísticas del Ministerio de Minería y Metalurgia a través de la Unidad de Política Minera y Fiscalización, el zinc es un mineral de producción realizada principalmente por el sector privado. Sin embargo, hasta la gestión 2014, no se reportaron acciones concretas para transformar la materia prima de concentrados de zinc hasta conseguir el estado metálico del mismo.

A. Contexto

El análisis de los recursos y reservas mineras en el país se realiza a partir de la producción de zinc, oro, plata, plomo y estaño, dado que estos representan los principales productos del sector minero en Bolivia. Con base en la siguiente tabla, las reservas probadas y probables de zinc en

1990, alcanzarían para 41 años de explotación. Las reservas posibles para 52 años. Las reservas probadas y probables de estaño, oro, plata y plomo alcanzan para 65, 222, 120 y 28 años de explotación, respectivamente.

Tabla 7.1.1: Reservas de minerales metálicos en Bolivia

(En Toneladas)

MINERALES	RESERVAS PROBADAS Y PROBABLES	RESERVAS POSIBLES
* ZINC	4.245.810	5.383.600
ESTAÑO	1.126.258	78.382
ORO	1.156	676
PLATA	37.248	15.314
* PLOMO	559.747	1.073.666
* COBRE	26.658	247.932
ANTIMONIO	96.781	24.163
WOLFRAM	24.578	63.138
BISMUTO	4.606	67.700

* Minerales tomados en cuenta en el análisis de fuentes de emisiones de mercurio.
Fuente: Enríquez, J. (2007)

El 73% de las exportaciones mineras en Bolivia (gestión 2014), correspondieron a concentrados de zinc, concentrados de plata y oro metálico. El valor de las ventas totales llegó a $us 2.921,9 millones, según datos del Servicio Nacional de Registro y Control de la Comercialización de Minerales y Metales (SENARECOM, 2015).

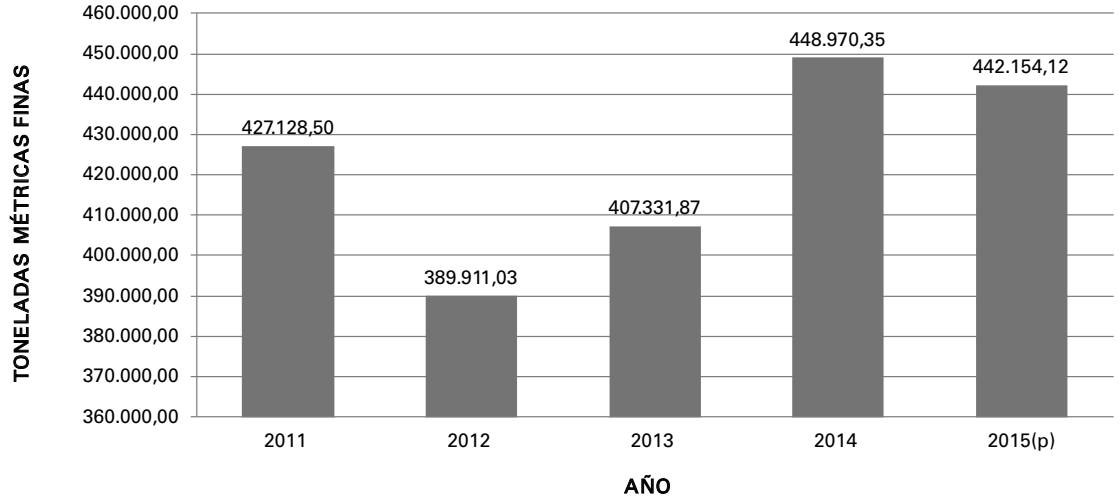
El mineral con mayor demanda en el país es el zinc y sus concentrados, cuyas exportaciones representan el 30% de las ventas totales, le sigue el oro con un 24% y en tercer lugar está la plata y sus concentrados con un 19%. Las ventas de estaño en bruto, concentrados de plomo, plata en bruto, joyas en oro y concentrados de cobre, entre otros, suman el restante 27%.

Tabla 7.1.2: Bolivia, producción de zinc, 2011 - 2015

PRODUCCIÓN DE CONCENTRADOS DE ZINC, 2011-2015 (En toneladas métricas finas)					
PRODUCTO	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015(p)**
Concentrados de Zinc	427.128,50	389.911,03	407.331,87	448.970,35	442.154,12

Fuente: Ministerio de Minería y Metalurgia-Unidad de Análisis y Política Minera-Dossier Estadístico Minero Metalúrgico 2015.
(p): Preliminar

Figura 7.1.2: Bolivia, producción de zinc, 2011 - 2015



Fuente: Ministerio de Minería y Metalurgia-Unidad de Análisis y Política Minera-Dossier Estadístico Minero Metalúrgico 2015.
(p): Preliminar

De las visitas técnicas realizadas en el país, se destaca la Empresa Minera San Cristóbal, ubicada en la provincia Nor Lípez del departamento de Potosí.

San Cristóbal es uno de los yacimientos de zinc, plomo y plata más grandes del mundo. La mineralización de la mina San Cristóbal es de baja ley, pero de gran volumen y, por esta razón, el método de explotación usado es el de tajo abierto. La operación está orientada a la producción de minerales concentrados de zinc-plata y plomo-plata, actualmente es la operación minera más grande en la historia de Bolivia, el sexto productor más grande de zinc en el mundo y el cuarto productor más grande de plata en el mundo.





Fotografías 7.1.1 y 7.1.2: Empresa Minera San Cristóbal, orientada a la producción de concentrados de zinc-plata y plomo-plata

B. Determinación de factores

Para la inventariación cuantitativa de las fuentes de emisiones de mercurio en Bolivia, en sus diferentes categorías o actividades generales, se realizan cálculos y relaciones matemáticas que establecen datos y factores que se utilizan en la determinación final de las cantidades de emisiones generadas por cada subcategoría o actividad específica analizada.

En este punto se realiza la determinación de factores para las subcategorías correspondientes a la Categoría Producción Interna de Metales y Materias Primas.

Para la subcategoría Producción de Zinc a partir de concentrados, se tomó en cuenta el factor de entrada predeterminado con una concentración intermedia de mercurio en concentrados de zinc de 65 g/tonelada métrica, nivel 1.

SUBCATEGORÍA 7.1	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Producción de zinc a partir de concentrados	448.970,35	t/a

Entrada total estimada de mercurio por la producción de zinc a partir de concentrados	=	Tasa o caudal de actividad 448.970,35 t/a	*	Factor de entrada 65 g/t	*	Factor de conversión 1 kg Hg/1000 g Hg	=	29.183 Kg Hg/a

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la producción de zinc a partir de concentrados	=	Entrada total de Hg 29.183 kg/a	*	Factor de distribución al aire 0,1	=	2.918,3 kg Hg/a

AGUA:

Liberaciones al AGUA por la producción de zinc a partir de concentrados	=	Entrada total de Hg 29.183 kg/a	*	Factor de distribución al agua 0,02	=	583,7 kg Hg/a

SUBPRODUCTOS E IMPUREZAS:

Liberaciones por SUBPRODUCTOS E IMPUREZAS por la producción de zinc a partir de concentrados		Entrada total de Hg 29.183 kg/a	*	Factor de distribución al agua 0,42	=	12.256,9 kg Hg/a

TRATAMIENTO/ ELIMINACIÓN DE DESECHOS

ESPECÍFICO DEL SECTOR:

Liberaciones por TRATAMIENTO/ ELIMINACIÓN DE DESECHOS por la producción de zinc a partir de concentrados	=	Entrada total de Hg 29.183 kg/a	*	Factor de distribución 0,46	=	13.424,2 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

PRODUCCIÓN DE ZINC A PARTIR DE CONCENTRADOS	
AIRE	2.918,3 (kg Hg/a)
AGUA	583,7 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	12.256,9 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	13.424,2 (kg Hg/a)
TOTAL	29.183,1 (kg Hg/a)

Las emisiones de mercurio al medio ambiente por la actividad Producción de Zinc a Partir de Concentrados, se estima fueron iguales a 29.183,1 kilogramos de mercurio, en el sitio o lugar (país) donde procesaron los concentrados mediante fundición u otro método de producción de zinc. Se hace notar, que en Bolivia se produjeron concentrados de Zn, no así producción de zinc metálico que es la fase que genera emisiones de mercurio, por lo que dichas emisiones al medio ambiente, no son tomadas en cuenta en el inventario de fuentes de emisiones de mercurio al medio ambiente en Bolivia.

De acuerdo al análisis realizado por el instrumental del PNUMA, el mineral de donde se extrae el zinc, puede contener cantidades traza de mercurio. En el proceso de extracción del zinc del mineral asociado por lo general a técnicas de fundición, se utilizan procesos que liberan este mercurio del material rocoso. Este mercurio puede evaporarse y seguir a las corrientes gaseosas en el proceso de extracción, en la mayoría de los casos, o seguir a las corrientes de procesos húmedos (líquidos), según la tecnología de extracción utilizada. A menos que se capture el mercurio en pasos del proceso especialmente destinados a este fin.

7.2 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Producción de Cobre a Partir de Concentrados

A. Contexto

El país cuenta con plantas industriales de procesamiento de minerales como los ingenios de Corocoro, Karachipampa, Vinto y dos refinerías de pequeña escala de zinc. El Estado procesa los minerales que más se producen en Bolivia y aumentará la producción de los valiosos metálicos, que en 2014 representaron solo el 18% de las exportaciones del sector.

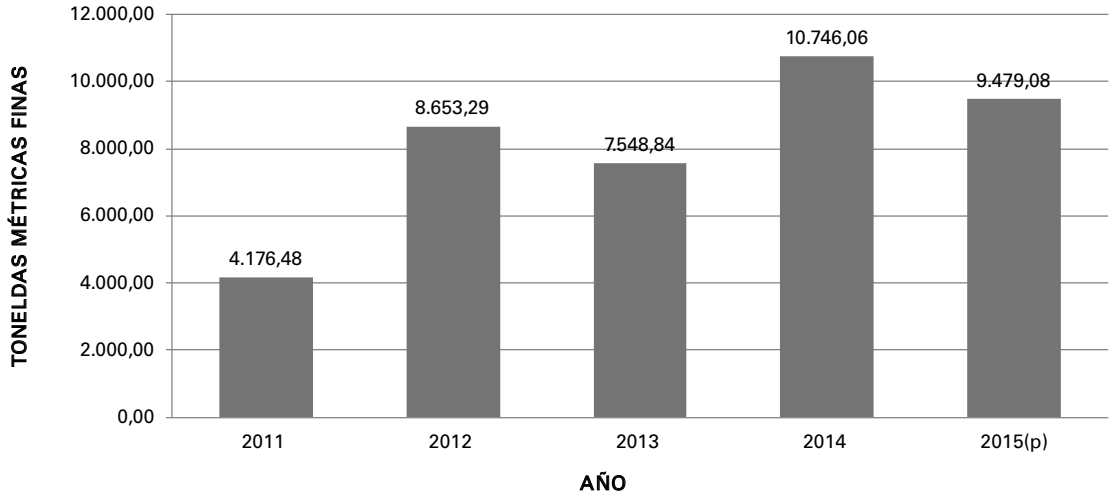
Según datos del Ministerio de Minería y Metalurgia, la mina de Corocoro fiscalizada por la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), produce 160 toneladas de cobre al mes, teniendo una ley de 99.99% de pureza.

Tabla 7.2.1: Bolivia, producción de cobre, 2011 - 2015

PRODUCCIÓN DE MINERALES DE COBRE, 2011 - 2015 (En toneladas métricas finas)					
PRODUCTO	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015(p)**
Cobre	4.176,48	8.653,29	7.548,84	10.746,07	9.479,08

Fuente: Ministerio de Minería y Metalurgia-Unidad de Análisis y Política Minera-Dossier Estadístico Minero Metalúrgico 2015.
(p): Preliminar

Figura 7.2.1: Bolivia, producción de cobre, 2011 - 2015



Fuente: Ministerio de Minería y Metalurgia-Unidad de Análisis y Política Minera-Dossier Estadístico Minero Metalúrgico 2015.
(p): Preliminar

Se ha visitado la Empresa Minera Estatal de Corocoro, empresa productora de cobre metálico en Bolivia. Las láminas de cobre producidas en la empresa estatal son altamente requeridas en el mercado internacional por su pureza, que alcanza el 99,99%. Las láminas denominadas cátodos de cobre que, por su alta pureza, tienen buena recepción en el mercado internacional como ser el europeo, el brasilero, el venezolano y el de Korea del Sur. La mina de Corocoro se encuentra ubicada en la provincia Pacajes de departamento de La Paz.





Fotografías 7.2.1 y 7.2.2: Empresa Minera Estatal de Corocoro, productora de cátodos de cobre, ubicada en la provincia Pacajes, departamento de La Paz.

B. Determinación de factores

Se tomó en cuenta el factor de entrada predeterminado con una concentración de mercurio intermedia en concentrados de cobre de 30 g/tonelada métrica, según el nivel 1 del toolkit de herramientas utilizado en el presente documento.

SUBCATEGORÍA 7.2	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Producción de cobre a partir de concentrados	10.746,07	t/a

Entrada total estimada de mercurio por la producción de cobre a partir de concentrados	=	Tasa o caudal de actividad: 10.746,07 t/a	*	Factor de entrada: 30 g/t	*	Factor de conversión: 1 kg Hg/1000 g Hg	=	322,4 kg Hg/a

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la producción de cobre a partir de concentrados	=	Entrada total de Hg: 322,4 kg/a	*	Factor de distribución al aire: 0,1	=	32,2 kg Hg/a

AGUA:

Liberaciones al AGUA por la producción de cobre a partir de concentrados	=	Entrada total de Hg: 322,4 kg/a	*	Factor de distribución al agua: 0,02	=	6,4 kg Hg/a

SUBPRODUCTOS E IMPUREZAS:

Liberaciones por SUBPRODUCTOS E IMPUREZAS por la producción de cobre a partir de concentrados	=	Entrada total de Hg: 322,4 kg/a	*	Factor de distribución al agua: 0,42	=	135,4 kg Hg/a

TRATAMIENTO/ ELIMINACIÓN DE DESECHOS ESPECÍFICO DEL SECTOR:

Liberaciones por TRATAMIENTO/ ELIMINACIÓN DE DESECHOS por la producción de cobre a partir de concentrados	=	Entrada total de Hg: 322,4 kg/a	*	Factor de distribución: 0,46	=	148,3 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

PRODUCCIÓN DE COBRE A PARTIR DE CONCENTRADOS	
AIRE	32,2 (kg Hg/a)
AGUA	6,4 (kg Hg/a)

PRODUCCIÓN DE COBRE A PARTIR DE CONCENTRADOS	
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB - PRODUCTOS	135,4 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	148,3 (kg Hg/a)
TOTAL	322,4 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad Producción de Cobre a partir de Concentrados en Bolivia, son iguales a 322,4 kilogramos de mercurio el año 2014.

Los minerales a partir de los cuales se extrae el cobre (principalmente minerales sulfhídricos) pueden contener cantidades traza de mercurio. En la extracción del cobre del mineral, se utilizan procesos que liberan este mercurio de los materiales mineralógicos y rocosos. Este mercurio puede evaporarse y seguir a las corrientes gaseosas en el proceso de extracción (en la mayoría de los casos) o seguir a las corrientes de procesos húmedos (líquidos), según la tecnología de extracción utilizada.

7.3 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Producción de Plomo a Partir de Concentrados

A. Contexto

En la gestión 2014, Bolivia produjo concentrados de plomo, exportados en su totalidad, no así plomo metálico como producto final de este elemento.

Por lo tanto, las consideraciones y cálculos de estimaciones de emisiones de mercurio al medio ambiente, son realizados en este acápite 7.3, pero los resultados cuantitativos no se toman en cuenta en el total de emisiones para Bolivia en este inventario, siendo que las emisiones correspondientes se darán una vez se procesen o fundan los concentrados y se produzca plomo metálico más allá de las fronteras de Bolivia.

En el país se tiene la Empresa Metalúrgica Karachipampa (EMK), fundidora estatal dedicada al rubro de producción de plomo metálico con una pureza del 99,97%, a partir de concentrados sulfurados de plomo y plata. Se halla ubicada a 7 Km. de la ciudad de Potosí, sobre la carretera a Sucre, a una altitud de 3.950 m.s.n.m. con una superficie de 304.600 m2.

La planta tiene una capacidad instalada de 51 mil toneladas métricas (TM) anuales de concentrados de plomo y plata, operada a través del horno Kivcet que trabaja a más de 1.350 grados centígrados. De la cantidad indicada, 40 mil TM (78%) son provistas por la empresa San Cristóbal. Las restantes 11 mil TM (22%) provienen de las cooperativas mineras y de las empresas privadas Porco y Bolívar, que trabajan a riesgo compartido con la estatal COMIBOL.

La infraestructura instalada en Karachipampa, a partir de la gestión 2014, tiene la capacidad de producir metal crudo que es sometido a refinación térmica y húmeda, para la obtención de plomo metálico.

En agosto de 2014, la empresa EMK inició la producción de lingotes de plomo y plata, pero poco después sufre un desperfecto técnico de importancia en el horno Kivcet, que interrumpió su trabajo a poco de iniciado en esa gestión.



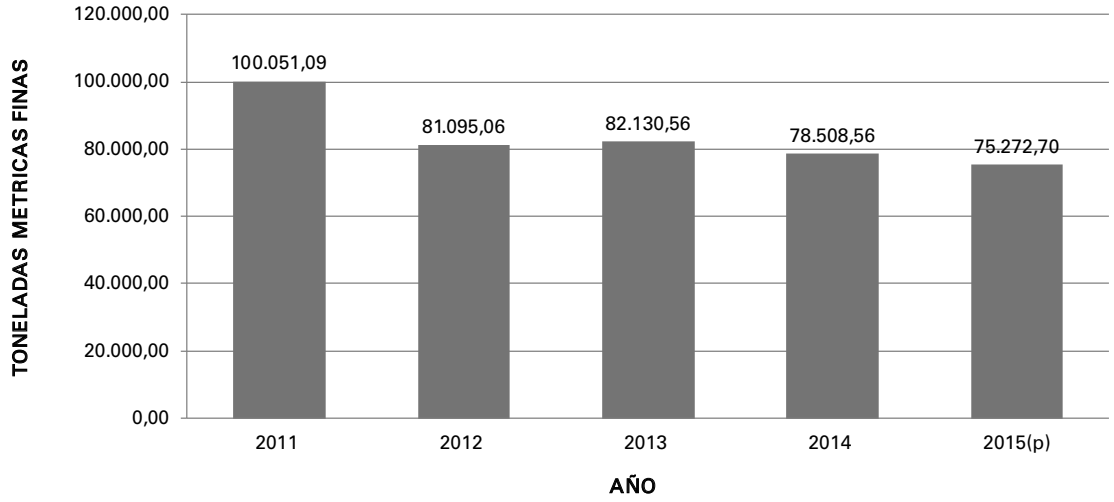
Fotografías 7.3.1 a 7.3.4: Empresa Metalúrgica Karachipampa (EMK), empresa fundidora del sector estatal dedica a producir plomo y plata en lingotes.

Tabla 7.3.1: Bolivia, producción de plomo, 2011 - 2015

PRODUCCIÓN DE CONCENTRADOS PLOMO, 2011 - 2015 (En toneladas métricas finas)					
PRODUCTO	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015(p)**
Plomo	100.051,09	81.095,06	82.130,56	78.508,56	75.272,70

Fuente: Ministerio de Minería y Metalurgia-Unidad de Análisis y Política Minera-Dossier Estadístico Minero Metalúrgico 2015. (p) preliminar.

Figura 7.3.1: Bolivia, producción de plomo, 2011 - 2015



Fuente: Ministerio de Minería y Metalurgia-Unidad de Análisis y Política Minera-Dossier Estadístico Minero Metalúrgico 2015.
(p): Preliminar

Por lo citado anteriormente, al año 2014 en el país, no se reportaron actividades de producción de plomo a partir de concentrados (lingotes de plomo), por tanto, esta actividad es considerada como fuente potencial de emisiones de mercurio.

B. Determinación de factores

Para la subcategoría Producción de Plomo a partir de concentrados, se tomó en cuenta el factor de entrada predeterminado con una concentración de mercurio intermedia en concentrados de plomo de 30 g/tonelada métrica, nivel 1.

SUBCATEGORÍA 7.3	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Producción de plomo a partir de concentrados	78.508,56	t/a

Entrada total estimada de mercurio por la producción de plomo a partir de concentrados	=	Tasa o caudal de actividad: 78.508,56 t/a	*	Factor de entrada: 30 g/t	*	Factor de conversión: 1 kg Hg/1000 g Hg	=	2.355,2 Kg Hg/a

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la producción de plomo a partir de concentrados	=	Entrada total de Hg: 2.355,3 kg/a	*	Factor de distribución al aire: 0,1	=	235,5 kg Hg/a		

AGUA:

Liberaciones al AGUA por la producción de plomo a partir de concentrados	=	Entrada total de Hg: 2.355,2 kg/a	*	Factor de distribución al aire: 0,02	=	47,1 kg Hg/a		

SUBPRODUCTOS E IMPUREZAS:

Liberaciones por SUBPRODUCTOS E IMPUREZAS por la producción de plomo a partir de concentrados	=	Entrada total de Hg: 2.355,2 kg/a	*	Factor de distribución al agua: 0,42	=	989,2 kg Hg/a		

TRATAMIENTO/ ELIMINACIÓN DE DESECHOS

ESPECÍFICO DEL SECTOR:

Liberaciones por TRATAMIENTO/ ELIMINACIÓN DE DESECHOS por la producción de plomo a partir de concentrados	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución	=	1.083,4 kg Hg/a
		2.355,2 kg/a		0,46		

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

PRODUCCIÓN DE PLOMO A PARTIR DE CONCENTRADOS	
AIRE	235,5 (kg Hg/a)
AGUA	47,1 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	989,2 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	1.083,4 (kg Hg/a)
TOTAL	2.355,3 (kg Hg/a)

Las emisiones de mercurio al medio ambiente por la actividad de producción de plomo a partir de concentrados, se estima fueron iguales a 2.355,3 kilogramos de mercurio, en el sitio o lugar (país) donde procesaron los concentrados mediante fundición u otro método de producción de plomo.

Se hace notar, que en Bolivia se produjeron concentrados del plomo (Pb), no así producción de plomo metálico que es la fase que genera emisiones de mercurio, por lo que dichas emisiones al medio ambiente, no son tomadas en cuenta en el inventario de fuentes de emisiones de mercurio al medio ambiente en Bolivia.

7.4 Descripción y Cálculos de las Subcategorías: - Extracción de Oro por Métodos Distintos a la Amalgamación de Mercurio. - Extracción de Oro con Amalgamación de Mercurio, Sin Uso de Retortas. - Extracción de Oro con Amalgamación de Mercurio, con Uso de Retortas

A. Contexto

Bolivia es un país tradicionalmente minero, siendo esta actividad la segunda más importante de las exportaciones en el país, con más del 30% en los últimos años. En la diversidad extractiva de productos minerales, el oro es el segundo en importancia.

El país cuenta con una gran cantidad de regiones auríferas: en la **Cordillera Oriental** se encuentra la provincia aurífera de Apolobamba, el distrito aurífero de Yani, la provincia aurífera de La Paz; en la **Zona Subandina** está la provincia aurífera de Cocapata en el departamento de Cochabamba, la cuenca aurífera de Tipuani-Mapiri en el departamento de La Paz y el sector de Moxos en el departamento del Beni; en las **Llanuras Aluvionales** se encuentra la provincia aurífera de San Ramón-San Javier en el departamento de Santa Cruz; y finalmente en el **Escudo Precámbrico** están los distritos auríferos de Don Mario y San Simón en el departamento de Santa Cruz. (Guardia y Pérez, 2016).

Los productores de oro son las empresas privadas y las cooperativas, no existiendo la participación estatal. Dentro del sector privado no están presentes las grandes empresas multinacionales del oro, siendo sus participantes empresas fundamentalmente nacionales con menores volúmenes de capital, artesanales y de menor escala.

En la minería aurífera existen diferentes métodos de explotación dependiendo de la clase de yacimiento: a cielo abierto u "open pitt", mecanizado en plataformas, terrazas, subterráneo, semi mecanizado en cauces antiguos, etc. Para beneficiar el oro existe una diferencia importante por las capacidades de tratamiento, mayor tonelaje en plataformas y terrazas, y menor en cauces antiguos.

En el caso de yacimientos aluviales, el sistema de recuperación de oro es simple, consistente en una etapa de lavado y clasificación mecanizada en plataformas y terrazas; manual y rudimentaria en cauces antiguos, y otra etapa de concentración en canaletas, desde la más primitiva cubierta con piedras de rodado, hasta algo más avanzada con rejillas de metal, que retiene solamente el oro grueso, arrojando el oro fino al río junto con los desperdicios.

El uso del mercurio se da en la amalgamación con el oro fino retenido por las canaletas. Finalmente, la amalgama es sometida a incineración directa y expuesta al ambiente para eliminar el mercurio y dejar libre el oro.

En los últimos años debido al aumento internacional de los precios del oro, hubo una expansión importante de las zonas de explotación aurífera, fundamentalmente liderada por el sector cooperativizado. Según la Federación Regional de Cooperativas Mineras Auríferas, en Bolivia existen 1.700 cooperativas mineras, y de esa cantidad 1.100 se dedican a la explotación de oro (65%) en todo el país. De este porcentaje, el 91% (1.000) están en el departamento de La Paz.

La producción de oro en Bolivia, tuvo cambios importantes en los últimos años. Por ejemplo, de 11 toneladas de oro en el año 2011 a 27,5 toneladas en el 2012, de 18 toneladas para el 2013, luego otra vez sube a 24,8 t en el año 2014 (año de análisis del presente inventario) y de 12,8 t en la gestión 2015.

En el siguiente cuadro y figura, se muestra los cambios mencionados en la producción de oro y su valor con el registro de amalgamas.

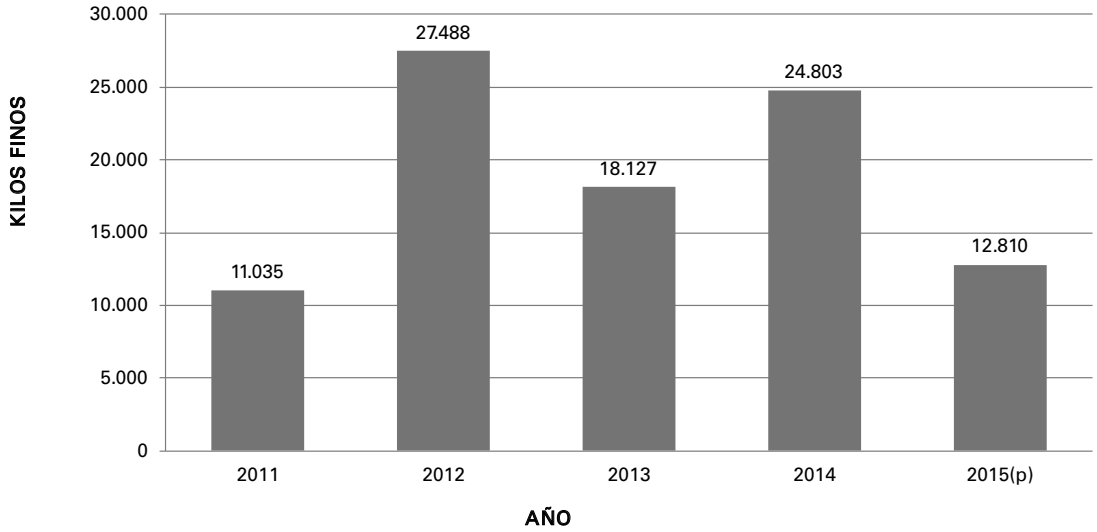
Tabla 7.4.1: Bolivia, producción de oro, 2011- 2015

PRODUCCIÓN DE ORO	2011	2012	2013	2014	2015 (dato preliminar)
Producción de oro sin amalgamas	6.513	6.973	6.751	-	-
Producción de oro con amalgamas	4.522	20.515	11.376	-	-
Producción de oro total, con y sin amalgamas	11.035	27.488	18.127	24.803	12.818

Fuente: Dossier Estadístico Minero Metalúrgico 1980 – 2015

* Datos de producción en kilos finos

Figura 7.4.1: Bolivia, producción de oro, 2011- 2015



Fuente: Ministerio de Minería y Metalurgia-Unidad de Análisis y Política Minera-Dossier Estadístico Minero Metalúrgico 2015.
(p): Preliminar

Nótese un súbito aumento de la producción de oro en forma de amalgamas en la gestión 2012, que podría deberse a dos causas. Por un lado, se argumenta que, por la mala calidad de los yacimientos, sería imposible llegar a estos volúmenes de producción interna de oro, lo que sugiere que, debido a la baja imposición tributaria se habría importado oro de contrabando de los países vecinos para luego reexportarlo. Otra hipótesis sostiene que desde antes ya se exportaba oro de contrabando, y que la baja en la alícuota sería un mecanismo de formalización de esa producción. De cualquier manera, es claro que resulta muy frágil la capacidad de fiscalizar la producción de oro para el pago de regalías por parte de las autoridades. (Presentación del Ministerio de Minería y Metalurgia y SENARECOM, 2012 - 2015).

Según el Ministerio de Minería y Metalurgia, los posibles escenarios en cuanto a la abrupta alza de producción de oro en Bolivia, son:

1. Está ingresando oro del Perú.
2. Las cooperativas mineras estarían produciendo mucho más oro de lo que reportan.
3. Actividades mineras ilegales.
4. Las empresas comercializadoras están vendiendo sus reservas de oro, por altos precios y temor de que baje de pronto.

B. Determinación de factores

Para los años 2014 y 2015 (Cuadro 7.4.1), el Ministerio de Minería y Metalurgia, no diferenció la producción de oro con o sin uso de amalgamas, sólo reporta totales. De cualquier manera, el criterio que se emite en el presente documento respecto a la utilización de mercurio, es el siguiente:

De la producción total para la gestión 2014, es decir 24.803 kilos de oro, 1.316 kilos son producidos por la Minería Privada, lo que representa el 5,31% del total. Mientras que el 94,69%, equivalente a 23.487 kilos fueron producidos por el sector de las Cooperativas Mineras (Dossier Estadístico Minero Metalúrgico 1980 – 2015).

La producción aurífera realizada por los mineros privados fue conseguida por otros métodos distintos a la amalgamación con mercurio, como ser cianuración, gravimetría u otras técnicas de recuperación.

Mientras que las cantidades de oro producido por las Cooperativas Mineras, según MEDMIN, 2000, el 36% no utilizaría mercurio en el beneficio del oro, en tanto que el 64% si utilizaría mercurio para la recuperación del metal dorado.

A su vez, de la producción mencionada (64% del total), equivalente a 15.031,68 kilos, el 90% fue producido sin utilizar retortas en la quema de la amalgama de mercurio con el mineral de oro, lo que representa 13.528,51 kilos/Au. El restante 10%, equivalente a 1.503,17 kilos de producción de oro (Au), fue recuperado utilizando los enclaves de sistema cerrado para tratar la amalgama.

Por lo tanto, tomando en cuenta las consideraciones anteriores, las cantidades de producción de oro asignadas a cada subactividad o subcategoría relacionada, sería:

SUBCATEGORÍAS: 7.4.1, 7.4.2 y 7.4.3	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
* Extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación de mercurio	* 24.425	t/a (mineral de oro usado)
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, sin uso de retortas	13.528,51	kg/a (oro producido)
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, con uso de retortas	1.503,17	kg/a (oro producido)

* Para la subcategoria Extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación de mercurio, se tiene una tasa de actividad o producción de oro de 9.771,32 kilogramos producidos entre la minería privada y un sector menor de las cooperativas. La cantidad de producción o tasa de actividad, es multiplicada por un factor de conversión de 2.500 (toneladas de mineral de oro usado o material con contenidos de oro, removido por tonelada de oro producido) lo cual da un valor de 24.425 de toneladas de mineral de oro usado, que es utilizado como la verdadera Tasa o Caudal de Actividad (Toolkit nivel 1 – PNUMA).

Entrada total estimada de mercurio por la extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación de Hg	=	Tasa o caudal de actividad	*	* Factor de entrada	*	Factor de conversión	=	366 kg Hg/a
		24.425 t/a		* 15 g/t		1 kg Hg/1000 g Hg		

* Factor de entrada según Guideline for Inventory, level 2, versión 1.4, January 2017.

Para la subcategoría **Extracción de oro con amalgamación de Hg sin uso de retortas**, se han considerado 2 posibles escenarios: 1) a partir de mineral entero y 2) a partir de concentrados. Siendo que aproximadamente el 90% de la producción de oro, en esta subcategoría, corresponde al mineral aurífero entero combinado con material estéril de granulometría variada. En esta fase del proceso de recuperación se utiliza mercurio para beneficiar el oro, es decir desde parte de la molienda o conminución, por lo que se asume un factor de entrada igual a 3. Mientras que el aproximadamente 10% restante, de esta subcategoría, concierne a concentrados de oro con menor cantidad de material estéril mezclado. En estos concentrados se usa el mercurio para conseguir una amalgama que sirve finalmente para recuperar el oro. Para este segundo escenario se toma en cuenta un factor de entrada menor al primero, es decir un factor de 1 kg/t como se presenta en los siguientes cálculos:

Escenario 1) a partir de mineral entero

Entrada total estimada de mercurio por la extracción de oro con amalgamación de Hg, sin uso de retortas	=	Tasa o caudal de actividad: 12.025,34 kg/a	*	Factor de entrada: 3 kg/t	=	36.076,03 kg Hg/a

Escenario 2) a partir de concentrados

Entrada total estimada de mercurio por la extracción de oro con amalgamación de Hg, sin uso de retortas	=	Tasa o caudal de actividad: 1.503,17 kg/a	*	Factor de entrada: 1 kg/t	=	1.503,17 kg Hg/a

Finalmente, para la subcategoría **Extracción de oro con amalgamación de mercurio, con uso de retortas,** los cálculos son los siguientes:

Entrada total estimada de mercurio por la extracción de oro con amalgamación de Hg, con uso de retortas	=	Tasa o caudal de actividad: 1.503,17 kg/a	*	Factor de entrada: 0,1 kg/a	=	150,32 kg Hg/a

Factores de distribución de salida, por subcategoría.

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación de Hg.	=	Entrada total de Hg: 366 kg/a	*	Factor de distribución al aire: 0,04	=	14,7 kg Hg/a

1) a partir de mineral entero

Liberaciones al AIRE por la extracción de oro con amalgamación de Hg, sin uso de retortas.	=	Entrada total de Hg: 36.076,03 kg/a	*	Factor de distribución al aire: 0,25	=	9.019,01 kg Hg/a

2) a partir de concentrados

Liberaciones al AIRE por la extracción de oro con amalgamación de Hg, sin uso de retortas.	=	Entrada total de Hg: 1.503,17 kg/a	*	Factor de distribución al aire: 0,75	=	1.127,38 kg Hg/a

Liberaciones al AIRE por la extracción de oro con amalgamación de Hg, con uso de retortas.	=	Entrada total de Hg 150,32 kg/a	*	Factor de distribución al aire 0,2	=	30,06 kg Hg/a

AGUA:

Liberaciones al AGUA por la extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación de Hg.	=	Entrada total de Hg 366 kg/a	*	Factor de distribución al agua 0,02	=	7,3 kg Hg/a

1) a partir de mineral entero}

Liberaciones al AGUA por la extracción de oro con amalgamación de Hg, sin uso de retortas.	=	Entrada total de Hg 36.076,03 kg/a	*	Factor de distribución al agua 0,4	=	14.430,41 kg Hg/a

2) a partir de concentrados

Liberaciones al AGUA por la extracción de oro con amalgamación de Hg, sin uso de retortas.	=	Entrada total de Hg 1.503,17 kg/a	*	Factor de distribución al agua 0,13	=	195,41 kg Hg/a

Liberaciones al AGUA por la extracción de oro con amalgamación de Hg, con uso de retortas.	=	Entrada total de Hg 150,32 kg/a	*	Factor de distribución al agua 0,4	=	60,13 kg Hg/a

SUELO:

Liberaciones al SUELO por la extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación de Hg.	=	Entrada total de Hg 366 kg/a	*	Factor de distribución al suelo 0,9	=	329,7 kg Hg/a

1) a partir de mineral entero

Liberaciones al SUELO por la extracción de oro con amalgamación de Hg, sin uso de retortas.	=	Entrada total de Hg 36.076,03 kg/a	*	Factor de distribución al suelo 0,35	=	12.626,61 kg Hg/a

2) a partir de concentrados

Liberaciones al SUELO por la extracción de oro con amalgamación de Hg, sin uso de retortas.	=	Entrada total de Hg 1.503,17 kg/a	*	Factor de distribución al suelo 0,12	=	180,38 kg Hg/a

Liberaciones al SUELO por la extracción de oro con amalgamación de Hg, con uso de retortas.	=	Entrada total de Hg 150,32 kg/a	*	Factor de distribución al suelo 0,4	=	60,13 kg Hg/a

SUBPRODUCTOS E IMPUREZAS:

Liberaciones a SUBPRODUCTOS E IMPUREZAS por la extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación de Hg.	=	Entrada total de Hg 366 kg/a	*	Factor de distribución al suelo 0,04	=	14,7 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías y por subcategoría.

EXTRACCIÓN DE ORO POR MÉTODOS DISTINTOS A LA AMALGAMA DE Hg	
AIRE	14,7 (kg Hg/a)
AGUA	7,3 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	329,7 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	14,7 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	366 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad de extracción de oro por métodos distintos a la amalgama de mercurio en Bolivia, son iguales a 366 kilogramos de mercurio el año 2014.

EXTRACCIÓN DE ORO CON AMALGAMACIÓN DE Hg, SIN USO DE RETORTAS (a partir de mineral entero)	
AIRE	9.019,01 (kg Hg/a)
AGUA	14.430,41 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	12.626,61 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	36.076,03 (kg Hg/a)

EXTRACCIÓN DE ORO CON AMALGAMACIÓN DE Hg, SIN USO DE RETORTAS (a partir de concentrados)	
AIRE	1.127,38 (kg Hg/a)
AGUA	4.689,88 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	180,38 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	1.503,17 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad Extracción de Oro con Amalgamación de Mercurio Sin Uso de Retortas (a partir de mineral entero y concentrados) en Bolivia, es igual a 37.579,20 kilogramos de mercurio en la gestión 2014.

EXTRACCIÓN DE ORO CON AMALGAMACIÓN DE Hg, CON USO DE RETORTAS	
AIRE	30,06 (kg Hg/a)
AGUA	60,13 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	60,13 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	150,32 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad Extracción de Oro con Amalgamación de Mercurio Con Uso de Retortas en Bolivia, es igual a 150,32 kilogramos de mercurio el año 2014.

7.5 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Producción de Cemento

A. Contexto

En el país las principales materias primas para la producción de cemento son la arcilla y la piedra caliza. Además, se identifican dos rutas más frecuentes de procesos para la fabricación de cemento: proceso seco y húmedo.

Los hornos de cemento modernos utilizan con frecuencia el proceso seco, en el que las materias primas son precalentadas generando gases de alta temperatura ascendentes que salen del horno y entran en contacto con las materias primas que fluyen hacia abajo.

El uso del proceso húmedo, en el que la mezcla molida se combina con agua y se introduce en el horno, utiliza alrededor de 40% más energía que el proceso seco.

Los combustibles más frecuentemente utilizados son el carbón, derivados de petróleo y el gas natural. En muchos casos, también se utiliza una serie de combustibles alternativos como biomasa. En el país, por su bajo costo, es notablemente mayoritario el uso de gas natural.

Bolivia cuenta con siete fábricas de cemento ubicadas en los departamentos de Chuquisaca, La Paz, Cochabamba, Oruro, Tarija y Santa Cruz; los cuales cuentan con hornos de vía seca con precalentador y precalcinador.

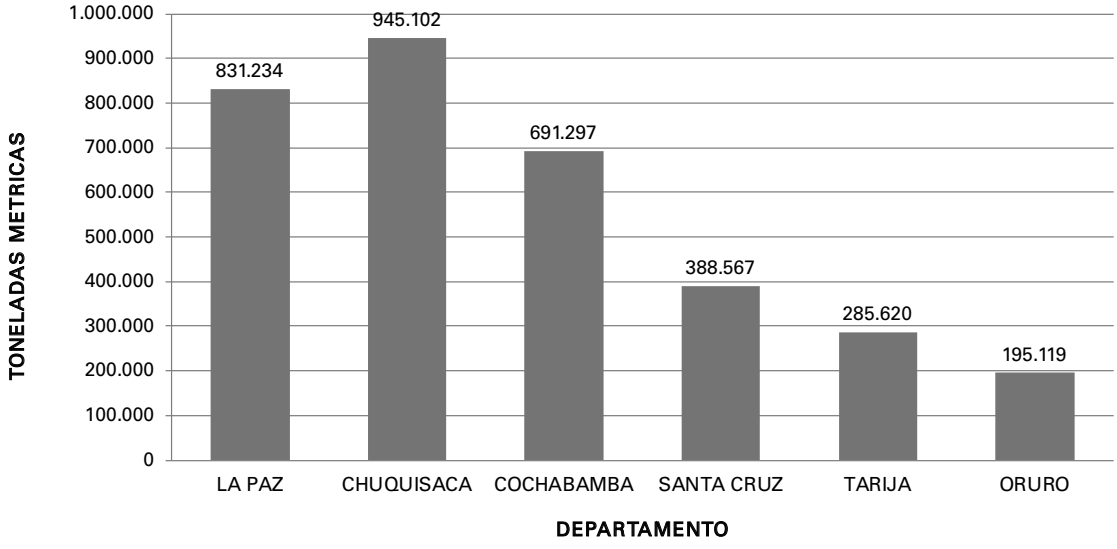
La producción de cemento ha presentado un crecimiento muy importante en los últimos años (más del 50% al 2014), siendo que para el 2014 el departamento de Chuquisaca es el que presenta mayor producción 945.102 TM, a través de la empresa FANCESA, seguido de La Paz con 831.234 TM (SOBOCE VIACHA), Cochabamba con 691.297 TM(COBOCE IRPA IRPA), Santa Cruz con 388.567 TM (SOBOCE WARNES E ITACAMBA), Tarija con 285.620 TM (SOBOCE EL PUENTE) y Oruro con 195.119 TM (SOBOCE EMISA),haciendo un total de 3.336.939 TM de cemento.

Tabla 7.5.1: Evolución de la producción de cemento por departamento, Bolivia 2010 - 2015
(En toneladas métricas)

PERIODO	LA PAZ	CHUQUISACA	COCHABAMBA	SANTA CRUZ	TARIJA	ORURO	TOTAL
2010	676.346	658.895	412.818	308.259	200.360	157.703	2.414.382
2011	775.883	707.724	440.720	269.931	228.869	176.623	2.657.650
2012	802.551	744.009	446.549	296.859	235.193	188.928	2.714.089
2013	830.146	863.306	528.884	357.521	273.256	208.034	3.061.147
2014	831.234	945.102	691.297	388.567	285.620	195.119	3.336.940
2015 (p)	846.473	1.019.816	744.147	350.001	290.356	217.415	3.468.209

Fuente: Instituto Nacional de Estadística. INE, 2015

Figura 7.5.1: Bolivia, producción de cemento por departamento, 2014
(En toneladas métricas)



Fuente: Insituto Nacional de Estadistica - INE, 2015.

Tabla 7.5.2: Evolución de las ventas de cemento por departamento, 2014

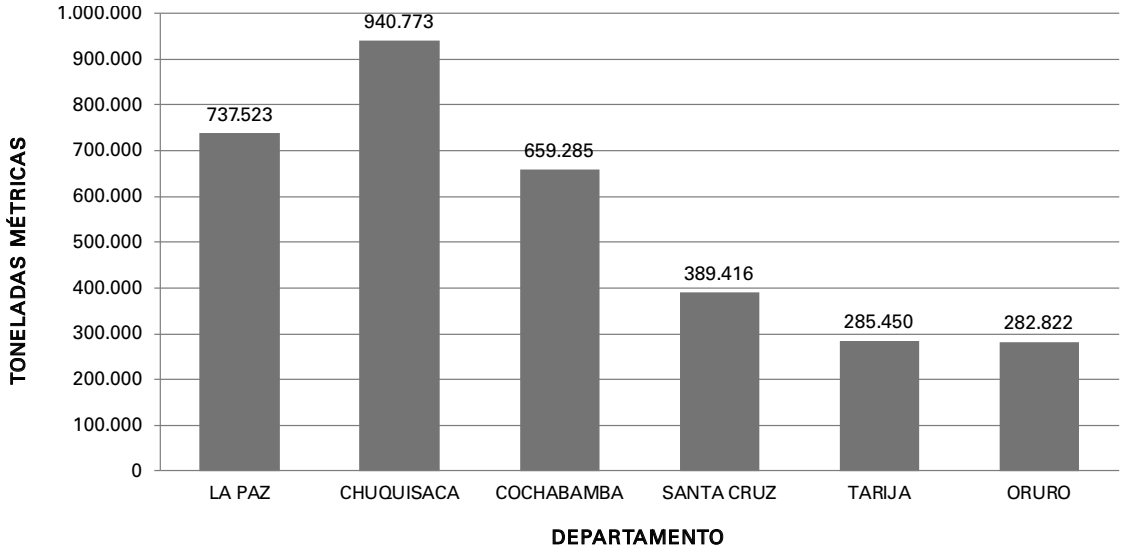
(En toneladas métricas)

PERIODO	LA PAZ	CHUQUISACA	COCHABAMBA	SANTA CRUZ	TARIJA	ORURO	TOTAL
2010	653.209	667.861	379.091	319.957	199.895	209.381	2.429.394
2011	694.021	697.372	435.735	290.214	225.854	230.309	2.638.169
2012	699.170	746.401	455.506	325.626	238.485	261.875	2.727.063
2013	744.106	891.815	521.196	379.541	273.427	287.992	3.098.077
2014	737.523	940.773	659.285	389.416	285.450	282.822	3.295.268
2015 (p)	720.096	1.010.111	693.360	382.759	293.229	317.551	3.417.105

Fuente: Insituto Nacional de Estadistica - INE.
(p) Preliminar

Figura 7.5.2: Bolivia, venta de cemento por departamento, 2014

(En toneladas métricas)



Fuente: Insituto Nacional de Estadistica - INE.

Las materias primas utilizadas para la producción de cemento contienen concentraciones de trazas de mercurio que se encuentran en la corteza terrestre de manera natural, tal es el caso de la piedra caliza y los diferentes tipos de arcillas.

La principal vía de salida del mercurio, alimentado junto con las materias primas, son las emisiones a la atmósfera. Luego están las trazas de mercurio que quedan en el cemento producido. Esta subcategoría es fuente potencial de emisiones de mercurio del tipo de producción que involucra materiales con bajas concentraciones de mercurio, pero en cantidades muy grandes.

De las visitas técnicas realizadas en el país, se destaca la Fábrica Nacional de Cemento S.A (FANCESA). El cemento producido es elaborado en la planta de CalOrcko en Sucre, sobre la base de clinker, puzolana y yeso, de acuerdo a la norma boliviana NB 01.

En la gestión 2014, FANCESA tuvo una producción de cemento de 945.102 toneladas métricas.

La producción de cemento, en FANCESA, tuvo un crecimiento del 15% respecto a los volúmenes de la gestión 2013, por lo que fue oportuna la puesta en marcha de su segunda línea de producción que le ha permitido a la Empresa, acompañar el crecimiento del mercado nacional.







Fotografías 7.5.1, 7.5.2 y 7.5.3: Fábrica Nacional de Cemento (FANCESA), empresa dedica a producir cemento, Sucre, Bolivia.

B. Determinación de factores

Para la subcategoría de Producción de Cemento, se tomó en cuenta el factor de entrada predeterminado con una concentración de mercurio intermedia en cemento producido de 0,11 g/ tonelada métrica, según el nivel 2 del toolkit de herramientas.

SUBCATEGORÍA 7.5	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Producción de Cemento	3.336.940	t/a

Entrada total estimada de mercurio por la producción de cemento	=	Tasa o caudal de actividad	*	Factor de entrada	*	Factor de conversión	=	367,06 Kg Hg/a
		3.336.940 t/a		0,11 g/t		1 kg Hg/1000 g Hg		

Factores de distribución de salida

En la presente subcategoría y de acuerdo a las visitas realizadas a empresas del rubro, se usó el escenario de salida con control simple de partículas (PES/DP/FT), acorde al nivel 2 del toolkit de herramientas.

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la producción de cemento	=	Entrada total de Hg 367,06 kg/a	*	Factor de distribución al aire 0,6	=	220, 24 kg Hg/a

SUBPRODUCTOS E IMPUREZAS:

Liberaciones por SUBPRODUCTOS E IMPUREZAS por la producción de cemento	=	Entrada total de Hg 367,06 kg/a	*	Factor de distribución al agua 0,2	=	73,41 kg Hg/a

TRATAMIENTO/ ELIMINACIÓN DE DESECHOS ESPECÍFICO DEL SECTOR:

Liberaciones por TRATAMIENTO/ ELIMINACIÓN DE DESECHOS por la producción de plomo a partir de concentrados	=	Entrada total de Hg 367,06 kg/a	*	Factor de distribución 0,2	=	73,41 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

PRODUCCIÓN DE CEMENTO	
AIRE	220,24 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	73,41 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	73,41 (kg Hg/a)
TOTAL	367,06 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad de producción de cemento en Bolivia, son iguales a 367,06 kilogramos de mercurio el año 2014.

7.6 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Producción de Pasta y Papel

A. Contexto

El País cuenta con la empresa estatal Papeles de Bolivia (PAPELBOL), ubicada en Villa Tunari. Produce un promedio mensual de 80 toneladas de papel bond de diferente gramaje, destinado a la elaboración de cuadernos y revistas.

Actualmente, el 95% de la producción de papel bond está destinado a la elaboración de material escolar y un 5% a la producción de papel para revistas, a través de otra empresa que se encarga del acabado en la ciudad de La Paz.

La empresa boliviana estatal PAPELBOL, inicia operaciones en noviembre de 2013 y ya en la gestión 2014 tuvo una producción 8.400 toneladas de papel bond, de 60, 75 y 90 gramos para cubrir un 20 por ciento del mercado nacional. En 2015, se tenía prevista una producción de 15 mil toneladas de papel al mes con un ingreso del 32% en el mercado nacional.

En el siguiente cuadro se muestra a detalle la producción, de PAPELBOL, de los diferentes tipos de papel a nivel nacional en la gestión 2014.

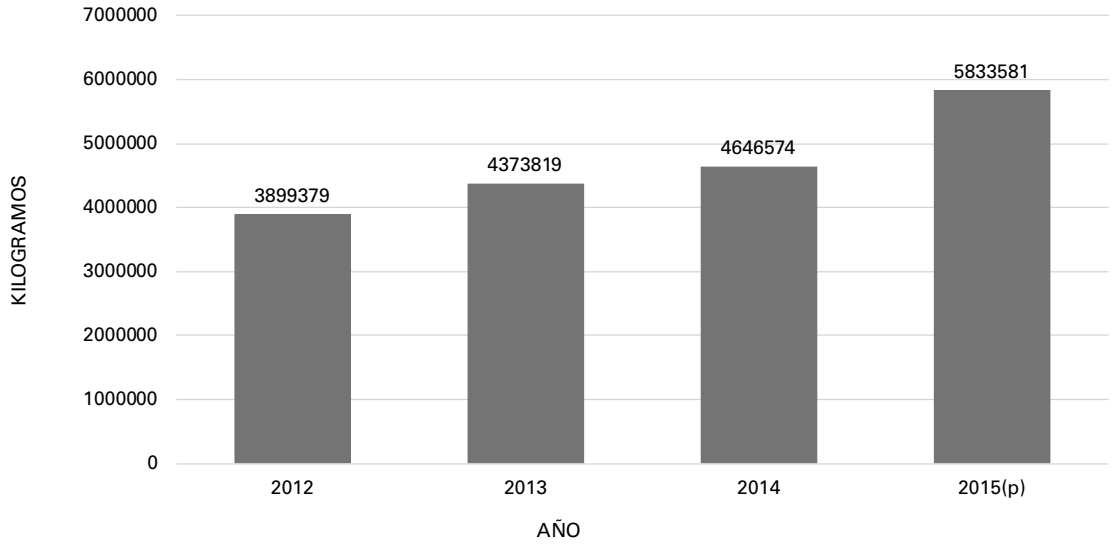
Tabla 7.6.1: Bolivia, producción de diferentes tipos de papel, 2012-2015

PRODUCTO	UNIDAD MEDIDA	2012	2013	2014	2015 (p)
PAPEL SABANA	Resma	27.595	27.898	28.205	28.515
PAPEL KRAFT	Kilo	3.899.379	4.373.819	4.646.574	5.833.581
PAPEL BOND	Resma	112.690	108.919	65.300	48.050

Fuente: Instituto Nacional de Estadística-INE-Encuesta Trimestral a la Industria Manufacturera
(p) Preliminar

El siguiente gráfico muestra la producción de papel Kraft a nivel nacional en la gestión 2014.

Figura 7.6.1: Bolivia, producción de papel kraft, 2012-2015



Fuente: Insituto Nacional de Estadistica - INE.
(p): Prelimiar

En la industria de la pulpa y del papel, la pulpa de madera se produce a partir de la madera cruda por medios de procesos químicos o mecánicos, o por una combinación de ambos. La fuente de entrada de mercurio son trazas contenidas en la materia prima madera, en los combustibles utilizados para la producción de energía y muy probablemente, en los productos químicos empleados en los procesos (NaOH, cloruros). Anteriormente, el uso de bactericidas que contienen mercurio contribuía a las emisiones de mercurio a partir de la producción de pulpa y papel (Instrumental del PNUMA, 2015).

La Empresa Pública Nacional Estratégica Papeles de Bolivia, PAPELBOL, tiene como objetivo, incentivar la producción nacional con valor agregado, ofertando productos de calidad a precios justos, satisfaciendo las demandas del mercado, contribuyendo a la soberanía productiva, reduciendo la importación de papel y fundamentalmente la generación de empleos e ingresos económicos para el país. PAPELBOL depende del Servicio de Desarrollo de las Empresas Públicas Productivas (SEDEM), entidad bajo tuición del Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural.

PAPELBOL procesa papel Kraft para elaboración de cajas de cartón. En la gestión 2014, se tuvo una producción de 700 toneladas totales, de las cuales se produjo 150 toneladas de papel reciclado, 350 toneladas de papel kraft y más de 200 toneladas de papel blanco.





Fotografía 7.6.1 y 7.6.2: Empresa Pública Nacional Estratégica Papeles de Bolivia, PAPELBOL, Villa Tunari, Cochabamba, Bolivia.

B. Determinación de factores

Para la subcategoría de producción de pulpa y papel, se tomó en cuenta el factor de entrada predeterminado con una concentración de mercurio intermedia de 0,0385 g/tonelada métrica, según el nivel 2 del toolkit de herramientas.

SUBCATEGORÍA 7.6	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Producción de Pulpa y Papel	4.646,57	t/a

Factores de Distribución de Salida

Entrada total estimada de mercurio por la producción de pulpa y papel	=	Tasa o caudal de actividad	*	Factor de entrada	*	Factor de conversión	=	0,18 Kg Hg/a
		4.646,57 t/a		0,0385 g/t		1 kg Hg/1000 g Hg		

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la producción papel	=	Entrada total de Hg 0,18 kg/a	*	Factor de distribución al aire 0,9	=	0,16 kg Hg/a

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones por DESECHOS GENERALES por la producción de papel	=	Entrada total de Hg 0,18 kg/a	*	Factor de distribución al agua 0,1	=	0,02 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

PRODUCCIÓN DE PULPA Y PAPEL	
AIRE	0,16 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,02 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	0,18 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad de producción de pulpa y papel en Bolivia, son iguales a 0,18 kilogramos de mercurio el año 2014.

8. Datos e Inventario de la Categoría: Producción y Procesamiento Internos con Utilización Deliberada de Mercurio

En el país, durante la gestión 2014, no existió producción ni procesamiento internos de productos con uso intencional de mercurio, ya que aquellos productos que contienen mercurio en su composición, son importados en su totalidad.

De cualquier manera, en la tabla siguiente se presentan las subcategorías dentro de esta categoría de fuente.

Tabla 8.1: Producción y procesamiento internos con utilización deliberada de mercurio

CATEGORÍA: Producción y Procesamiento Internos con Utilización Deliberada de Mercurio						
Subcategoría	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Producto**	**Desechos/ residuos**	**Enfoque de inventario**
Producción de cloro-álcali con celdas de mercurio	-	-	-	-	-	-
Producción de CVM con catalizador de mercurio	-	-	-	-	-	-
Producción de acetaldehído con catalizador de mercurio	-	-	-	-	-	-
Termómetros de Hg (médicos, atmosféricos, de laboratorio, industriales, etc.)	-	-	-	-	-	-
Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	-	-	-	-	-	-
Fuentes de luz con mercurio (fluorescentes, compactas, otras: ver pauta)	-	-	-	-	-	-
Pilas con mercurio	-	-	-	-	-	-
Manómetros e indicadores con mercurio	-	-	-	-	-	-
Biocidas y pesticidas con mercurio	-	-	-	-	-	-
Pinturas con mercurio	-	-	-	-	-	-
Cremas y jabones aclarantes de la piel con productos químicos con mercurio	-	-	-	-	-	-

9. Datos e Inventario de la Categoría: Organización del Manejo de Desechos Generales en El País

En la siguiente tabla se presentan las subcategorías dentro de esta categoría de fuente y las principales vías de emisión de mercurio.

Tabla 9.1: Organización del manejo de desechos generales en El País: subcategorías con principales vías de emisión de mercurio y enfoque de inventario

CATEGORÍA: Organización del Manejo de Desechos Generales en El País							
Nº	**Subcategoría**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Producto**	**Desechos/ residuos**	**Enfoque de inventario**
9.1	Incineración de residuos peligrosos	X	-	-	-	-	FP
9.2	Quema al aire libre de desechos (en vertederos y de manera informal)	X	-	-	-	-	DC
9.3	Vertederos o depósitos controlados	X	X	-	-	-	FP/DC
9.4	Vertido informal de desechos generales	x	X	X	-	-	DC
9.5	Sistema/tratamiento de aguas residuales	-	X	-	-	x	FP

Notas: FP = Enfoque de fuente puntual; DC = Enfoque nacional o de conjunto;
X - Vía de emisión que se prevé sea predominante en la subcategoría;
x - Vías de emisión adicionales que considerar, según la fuente específica y la situación nacional.

De acuerdo a información obtenida en el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, se estima que, en Bolivia, se generan aproximadamente 4.782 Ton/día, equivalente a 1.745.280 Ton/año de residuos sólidos. La generación en el área urbana, representa el 87% que equivale a 4.150 Ton/día y 1.514.646 Ton/año; mientras que la generación en el área rural, representa el 13%, equivalente a 632 Ton/día y 230.634 Ton/año.

Se calcula que la producción per-cápita promedio nacional de residuos sólidos domiciliarios en el área urbana es de 0,50 Kg/habitante-día y la rural de 0,20 Kg/habitante-día. El 55,2% corresponde a materia orgánica o biodegradable, el 22,1% a material reciclable y el 22,7% se considera como material no aprovechable: de los cuales se estima que el 4% son residuos peligrosos generados por los establecimientos de salud.

A nivel general, la fracción orgánica representa más del 50% del total de residuos generados, a excepción de algunos municipios que presentan valores menores. Respecto a los residuos reciclables, la generación de plásticos está por encima del 10%, particularmente en las ciudades de mayor población, cuya actividad principal es el comercio. En segundo lugar, están los papeles y cartones, en promedio por encima del 7%. Con respecto a los metales y vidrios estos varían en el orden del 1 al 3%.

Tabla 9.2: Bolivia, indicadores generales de la gestión de residuos sólidos

INDICADOR	VALOR
Producción per-cápita domiciliario promedio	0,50 (Kg/Habitante-día)
Producción per-cápita municipal promedio	0,58 (Kg/Habitante-día)
Generación total nacional (2014)-INE	1.303.992 ton/año
Composición media de residuos	55,2% Orgánicos; 22,1% Reciclables y 22,7% No aprovechables.
Entidades de servicio de aseo	El 15% de los municipios cuenta con entidades municipales y/o unidades técnicas específicas.
Programas municipales	El 10% de los municipios cuenta con programas municipales.
Reglamentos de aseo urbano	El 2,4% de los municipios cuenta con reglamentos para el servicio de aseo urbano y el 1,5% con reglamentos para el aprovechamiento de residuos sólidos.
Cobertura recolección área urbana	Capitales 86%; Mayores 78%; Intermedios 63%; Menores 42%.
Sitios de disposición	37% botaderos a cielo abierto; 18% botaderos controlados; 45% rellenos sanitarios.
Municipios que realizan proyectos piloto de aprovechamiento de residuos sólidos	15 municipios, 4,6%

Fuente: Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico. Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos – DEGGIRS, 2017

Respecto a la gestión de residuos peligrosos, existen pocos avances en el país. De manera parcial solo en las ciudades capitales han logrado implementar sistemas diferenciados de servicio para los residuos de establecimiento de salud, además de pilas y baterías. En el caso de los residuos industriales, no se desarrolla un servicio especializado, por lo que muchas veces terminan siendo depositados en botaderos juntos a los domiciliarios.

Similar situación sucede con los residuos especiales, a nivel nacional no se realiza la gestión adecuada para este tipo de residuos. Por lo general los que mayor problema generan son los neumáticos o llantas desechadas y escombros, los cuales muchas veces terminan depositados en áreas públicas, ríos y quebradas. Otro tipo de residuos que está generando dificultades en su gestión, son los eléctricos y electrónicos por los diversos componentes que tienen.

De acuerdo al análisis realizado por el Instrumental del PNUMA o toolkit de herramientas, el contenido de mercurio en la corriente de desechos se origina a partir de tres grupos principales: 1) mercurio utilizado intencionalmente en productos descartados y desechos de procesos; 2) impurezas de mercurio natural en materiales de gran volumen (plásticos, papel, etc.) y minerales; y 3) mercurio como un contaminante traza generado por humanos en materiales de gran volumen.

Las concentraciones de mercurio dependen directamente de las entradas de mercurio al desecho, y por lo tanto probablemente variarán mucho entre diferentes países de acuerdo a sus características propias. En Bolivia no se diferencian los desechos en función a su origen o contenido de mercurio.

9.1 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Incineración de Residuos Peligrosos

El contenido de mercurio en el flujo de desechos peligrosos se origina principalmente en el mercurio utilizado en forma deliberada en productos desechados y desechos de procesos. Algunos desechos peligrosos se incineran como parte del manejo del tratamiento/eliminación. Las concentraciones de mercurio dependen directamente de las entradas de mercurio al desecho.

A. Contexto

Un residuo peligroso es un desecho con propiedades intrínsecas que ponen en riesgo la salud de las personas o que pueden causar un daño al medio ambiente. Algunas de dichas propiedades son las siguientes: la inflamabilidad, la toxicidad, la corrosividad, la reactividad y la radiactividad.

En Bolivia, HUMUS SRL, es una empresa ubicada en el departamento de Santa Cruz, dedicada al rubro de la gestión de residuos sólidos peligrosos, se constituye en la pionera en este importante servicio a nivel nacional. Hoy en día la empresa presta servicios a diferentes empresas del sector petrolero, industrial y comercial, tratando y disponiendo de todos los residuos peligrosos que se generan como resultado de sus actividades. Entre las cuales se encuentra el tratamiento térmico y tratamiento de residuos especiales y/o peligrosos.

HUMUS S.R.L, bajo estrictas normas de seguridad y en cumplimiento de las leyes vigentes en el país, realiza la disposición final de residuos empetrolados, industriales con impregnaciones de aceites, grasas, solventes, etc.; mediante un tratamiento térmico por combustión primaria; post combustión, realizado en las mismas instalaciones de HUMUS SRL.

El tratamiento térmico se realiza con equipamiento de alta tecnología, el cual cumple con los niveles de exigencia en tema de emisión de fuentes fijas. En la visita realizada a la empresa, se verifico que dentro los sistemas de control de contaminación atmosférica, cuentan con un horno incinerador de doble cámara de combustión y torres de lavado. La empresa, en la gestión 2014, tuvo una capacidad de incineración de aproximadamente 69,12 (Toneladas) de residuos peligrosos.





Fotografías 9.1.1 y 9.1.2: Empresa HUMUS SRL presta servicios de incineración de Residuos Peligrosos, en Horno Pirolítico, Santa Cruz, Bolivia.

B. Determinación de factores

Para la inventariación cuantitativa de las fuentes de emisiones de mercurio en Bolivia, en sus diferentes categorías o actividades generales, se realizan cálculos y relaciones matemáticas que establecen datos y factores que se utilizan en la determinación final de las cantidades de emisiones generadas por cada subcategoría o actividad específica analizada.

En este punto se realiza la determinación de factores para las subcategorías correspondientes a la Categoría Organización del Manejo de Desechos Generales en El País.

Para la subcategoría Incineración de Residuos Peligrosos, se tomó en cuenta el factor de entrada predeterminado con una concentración de mercurio intermedia de 24 g/tonelada de desechos incinerados, según el nivel 2 del toolokit de herramientas.

SUBCATEGORÍA 9.1	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Incineración de residuos peligrosos	177,12	t/a

Entrada total estimada de mercurio por la incineración de residuos peligrosos	=	Tasa o caudal de actividad 177,12 t/a	*	Factor de entrada 24 g/t	*	Factor de conversión 1 kg Hg/1000 g Hg	=	4,26 Kg Hg/a

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la incineración de residuos peligrosos	=	Entrada total de Hg 4,26 kg/a	*	Factor de distribución al aire 0,5	=	2,13 kg Hg/a

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones por TRATAMIENTO/ ELIMINACIÓN DE DESECHOS por la incineración de residuos peligrosos		Entrada total de Hg 4,26 kg/a	*	Factor de distribución al agua 0,5	=	2,13 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

INCINERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS	
AIRE	2,13 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	2,13 (kg Hg/a)
TOTAL	4,26 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad Incineración de Residuos Peligrosos en Bolivia, son iguales a 4,26 kilogramos de mercurio el año 2014.

9.2 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Quema al Aire Libre de Desechos (en vertederos y de manera informal)

La quema informal de desechos se define como la incineración de residuos, realizada en condiciones informales, como barriles, contenedores o en tierras no urbanizadas, sin controles de gases de combustión y residuos de incineración vertidos de manera difusa en el suelo o tierra. Si el mercurio está presente en los desechos, parte de este será emitido al aire y otra parte permanecerá en los residuos de incineración, tal como desechos sin quemarse y semi degradados, con la posibilidad de emisiones de mercurio adicionales subsiguientes al aire, agua subterránea y aguas de la superficie (Instrumental del PNUMA).

A. Contexto

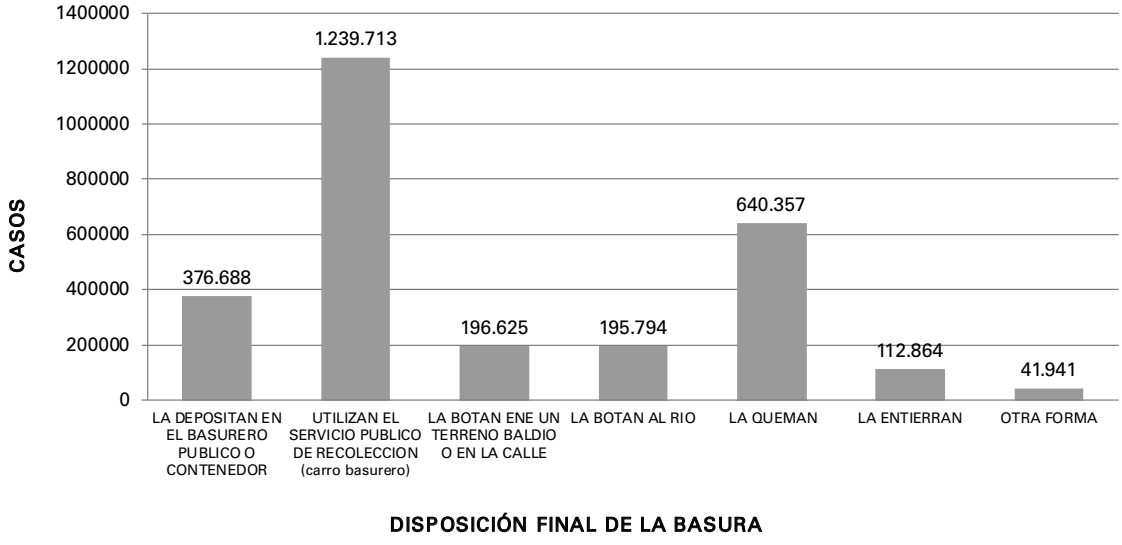
Entre los años 2012 y 2013, en Instituto Nacional de Estadística INE, realizó la Encuesta Continua de Hogares, en áreas urbanas y rurales del país, de la cual se pudo extraer la siguiente información respecto a la disposición final de residuos sólidos por la población.

De todos los municipios que conforman el país, el 90,8% dispone sus residuos a cielo abierto, el 6,1% en botaderos controlados y sólo el 3,1% en rellenos sanitarios.

No se tienen reportes formales sobre quema a cielo abierto de basura en los rellenos sanitarios municipales, sin embargo, se han denunciado varios casos de incendios accidentales, por ejemplo, incendios ocurridos en los rellenos sanitarios de las ciudades de Cochabamba y Santa Cruz, además del vertedero municipal de la ciudad de Cobija.

De acuerdo a datos del último censo de población y vivienda del 2012 en Bolivia (INE 2015) la disposición de la basura domiciliaria generada, se la maneja de la siguiente manera.

Figura 9.2.1: Bolivia, disposición final de la basura domiciliaria generada, 2014



Fuente: Instituto Nacional de Estadística-INE-2015

De acuerdo a datos e información analizada, el 37% de la basura generada es dispuesta en botaderos a cielo abierto en el país, e incinerada de manera informal, es decir aproximadamente 120.619 Toneladas.





Fotografías .2.1 y 9.2.2: Incendio en depósito de neumáticos de botadero de Cochabamba.

Finalmente, según el VAPSB, de los municipios que conforman el país, y del total de residuos generados a nivel nacional, aproximadamente el 45% es dispuesto en rellenos sanitarios, el 18% se dispone en botaderos controlados y el 37% es dispuesto en botaderos a cielo abierto. A nivel poblacional, se estima que, del total de población, solo el 34% es atendido con la tecnología de rellenos sanitarios.

B. Determinación de factores

Para la subcategoría Quema al Aire Libre de Desechos, se tomó en cuenta el factor de entrada predeterminado con una concentración de mercurio intermedia de 5 g/tonelada métrica de desechos incinerados, según nivel 1 del toolkt de herramientas.

SUBCATEGORÍA 9.2	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Quema al aire libre de desechos	120.619	t/a

Entrada total estimada de mercurio por la quema al aire libre de desechos	=	Tasa o caudal de actividad 120.619 t/a	*	Factor de entrada 5 g/t	*	Factor de conversión 1 kg Hg/1000 g Hg	=	603,10 Kg Hg/a

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la quema al aire libre de desechos	=	Entrada total de Hg 603,10 kg/a	*	Factor de distribución al aire 1	=	603,10 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

QUEMA AL AIRE LIBRE DE DESECHOS	
AIRE	603,10 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	603,10 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad Quema al Aire Libre de Desechos en Bolivia, son iguales a 603,10 kilogramos de mercurio el año 2014.

9.3 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Vertederos o Depósitos Controlados

A. Contexto

Según datos proporcionados por el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico VAPBS, en el país los municipios que cuentan con rellenos sanitarios son: La Paz, Santa Cruz de la Sierra, Oruro, Tarija, El Alto, Sacaba, Villa Abecia y Tarabuco. A nivel nacional, técnicamente destaca el relleno sanitario de La Paz por las operaciones de control, descarga, cobertura y tratamiento de gases y lixiviados. Por otro lado, sólo los rellenos sanitarios mecanizados de La Paz, Santa Cruz de la Sierra y El Alto, hasta la fecha han implementado tecnologías de tratamiento biológico y/o físico-químico para los lixiviados. Entre los rellenos sanitarios semimecanizados destaca el relleno sanitario del municipio de Sacaba. Ente los rellenos manuales, destaca el relleno sanitario del municipio de Tarabuco.





Fotografías 9.3.1 y 9.3.2: Relleno sanitario de Alpacoma en La Paz y Relleno sanitario de Villa Ingenio en El Alto.

En el siguiente gráfico se muestra la generación de residuos sólidos a nivel nacional durante las gestiones 2010-2015.

Tabla 9.3.1: Bolivia, Generación de Residuos Sólidos, 2010-2015

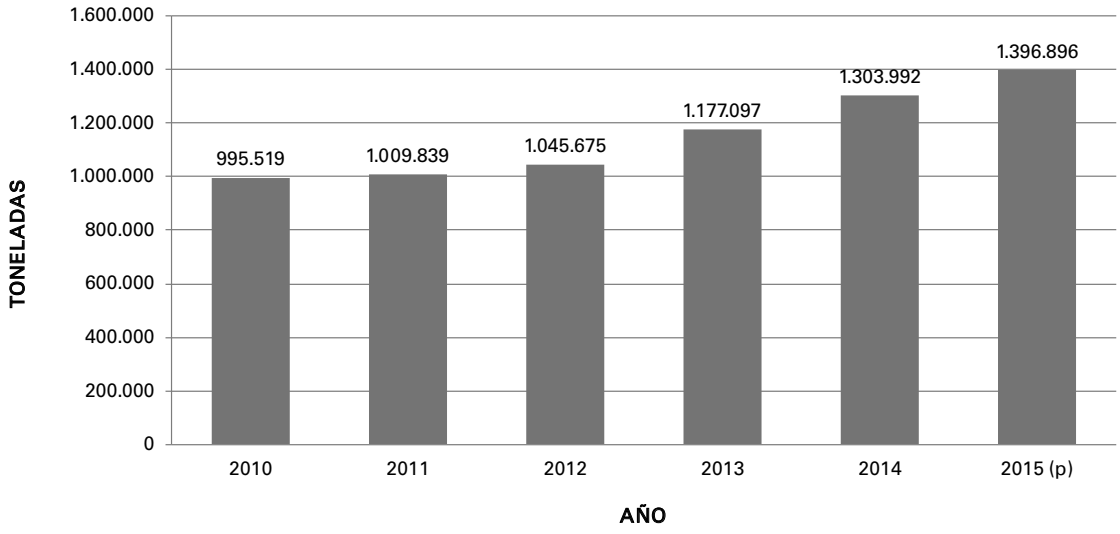
(En Toneladas)

DEPARTAMENTO	2010	2011	2012	2013	2014	2015 (p)
SUCRE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	54.209	56.575
LA PAZ	177.817	177.629	181.267	186.378	187.650	206.308
COCHABAMBA	131.866	136.428	140.233	166.849	178.034	177.517
ORURO	44.277	44.473	47.996	49.389	55.855	53.710
POTOSÍ	58.670	50.459	53.914	49.918	84.237	80.769
TARIJA	47.709	51.764	53.794	49.668	47.001	53.459
SANTA CRUZ	359.826	363.808	376.507	400.928	430.103	488.737
TRINIDAD	24.264	22.113	26.424	88.340	24.322	19.805
COBIJA	7.794	9.452	3.756	n.d.	50.729	59.701
EL ALTO	143.296	153.712	161.785	185.627	191.853	200.315
TOTAL	995.519	1.009.839	1.045.675	1.177.097	1.303.992	1.396.896

Fuente: Instituto Nacional de Estadística - INE.
n.d. no se tienen datos.

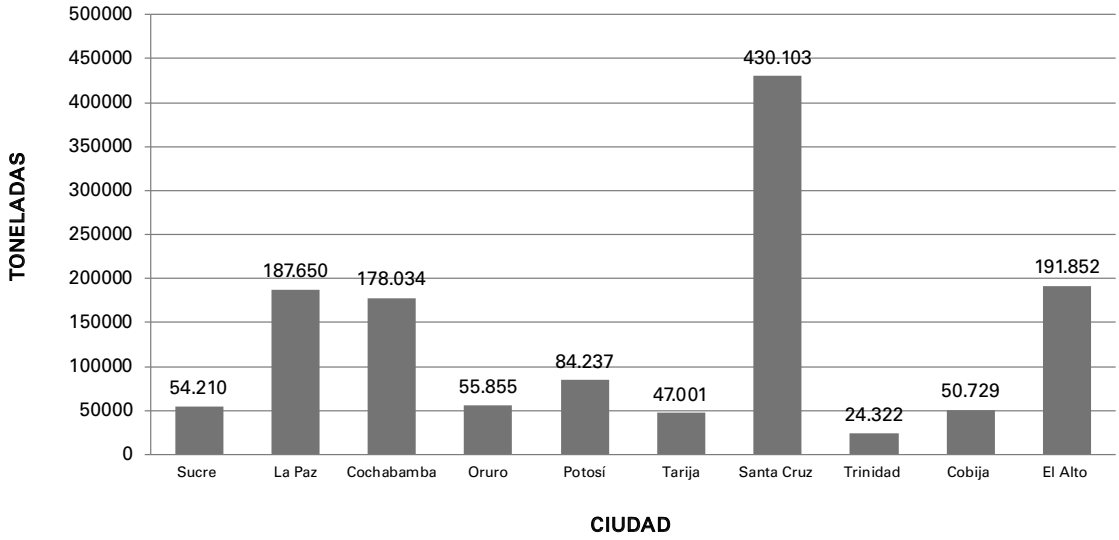
Figura 9.3.1: Bolivia, generación de residuos sólidos, 2010-2015

(En Toneladas)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística - INE.
(p): Preliminar

Figura 9.3.2: Bolivia, generación de residuos sólidos, por ciudades, 2014
(En Toneladas)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística - INE.

B. Determinación de factores

Para la subcategoría Vertido de Desechos en Depósitos Controlados, se tomó en cuenta el factor de entrada predeterminado con una concentración de mercurio intermedia de 5 g/tonelada de desechos en vertederos o depósitos controlados, según el nivel 1 del toolkit de herramientas.

SUBCATEGORÍA 9.3	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Vertido de desechos en depósitos controlados	821.515	t/a

Entrada total estimada de mercurio por el vertido de desechos en depósitos controlados	=	Tasa o caudal de actividad 821.515 t/a	*	Factor de entrada 0,05 g/t	*	Factor de conversión 1 kg Hg/1000 g Hg	=	41,5 Kg Hg/a

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por el vertido de desechos en depósitos controlados	=	Entrada total de Hg 41,5 kg/a	*	Factor de distribución al aire 0,99	=	41,1 kg Hg/a

AGUA:

al AGUA por el vertido de desechos en depósitos controlados	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución al agua	=	0,4 kg Hg/a
		41,5 kg/a		0,001		

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

VERTIDO DE DESECHOS EN DEPOSITOS CONTROLADOS	
AIRE	41,1(kg Hg/a)
AGUA	0,4 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	41,5 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad Vertido de Desechos en Depósitos Controlados en Bolivia, son iguales a 603,10 kilogramos de mercurio el año 2014.

9.4 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Vertido Informal de Desechos Generales

El vertido informal de desechos generales, está referido al esparcido de residuos realizado en condiciones informales sin salvaguardas para minimizar las emisiones de contaminantes al entorno. Si el mercurio está presente en los desechos, representa una posibilidad de emisiones de mercurio al aire, aguas subterráneas y aguas de la superficie.

A. Contexto

La falta de planificación en la gestión de los residuos en el país, genera una de las prácticas más comunes en la disposición final, los botaderos a cielo abierto. Estos botaderos, generalmente corresponden a fosas excavadas o depresiones naturales, donde se depositan los residuos sin ninguna medida de prevención y control de la contaminación y por lo general se realiza la quema de residuos con cierta frecuencia. El factor agua, es el que presenta impactos de mayor magnitud, considerando que tales aguas pueden ser utilizadas para consumo humano, riego u otros similares, el impacto se hace aun mayor debido a que los desechos son depositados a orillas de los ríos o cerca de cuerpos de agua en general. De la misma forma, las aguas subterráneas y suelos se ven afectados, debido a la falta de impermeabilización y consecuentemente la infiltración de lixiviados.

Según el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico-VAPSB, se calcula que el 30% de éstos están próximos a orillas de ríos, el 5% cerca de cultivos y el 25% a una distancia menor a 1 Km del centro poblado, tal como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 9.4.1: Bolivia, características en la ubicación de los botaderos a cielo abierto

DEPARTAMENTO	EN SUELOS APROVECHABLES PARA CULTIVOS	EN CUERPOS DE AGUA	A UNA DISTANCIA MENOR A 1Km DEL CENTRO POBLADO	TOTAL MUNICIPIOS
Chuquisaca	2	3	0	8
La Paz	0	12	9	35
Cochabamba	0	16	1	24
Oruro	0	2	8	14
Potosí	0	2	6	13
Tarija	0	2	0	6
Santa Cruz	6	5	8	35
Beni	0	3	3	11
Pando	0	1	4	8
Total municipios	8	46	39	154
Porcentaje respecto del 100%	5%	30%	25%	100%

Fuente: Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico.







Fotografías 9.4.1 a 9.4.3: Botadero a cielo abierto en Cotoca, Santa Cruz. Disposición de residuos a orillas del Río Koana Puerto Pérez, La Paz. Disposición de desechos a orillas del Río Rocha Vinto, Cochabamba.

B. Determinación de factores

Para la subcategoría Vertido Informal de Desechos Generales, se tomó en cuenta el factor de entrada predeterminado con una concentración de mercurio intermedia de 5 g/tonelada, según el nivel 1 del toolkit de herramientas.

SUBCATEGORÍA 9.4	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Vertido informal de desechos generales	361.858	t/a

Entrada total estimada de mercurio por el vertido informal de desechos generales	=	Tasa o caudal de actividad 361.858 t/a	*	Factor de entrada 1 g/t	*	Factor de conversión 1 kg Hg/1000 g Hg	=	362 Kg Hg/a

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por el vertido informal de desechos generales	=	Entrada total de Hg 362 kg/a	*	Factor de distribución al aire 0,5	=	181 kg Hg/a

AGUA:

Liberaciones al AGUA por el vertido informal de desechos generales	=	Entrada total de Hg 362 kg/a	*	Factor de distribución al aire 0,5	=	181 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

VERTIDO INFORMAL DE DESECHOS GENERALES	
AIRE	181(kg Hg/a)
AGUA	181 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	362 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad Vertido Informal de Desechos Generales en Bolivia, son iguales a 362 kilogramos de mercurio el año 2014.

9.5 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Sistema/ Tratamiento de Aguas Residuales

A. Contexto

En el país la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (AAPS), regula, desde la gestión 2011, a sesenta (60) Empresas Prestadoras de Servicio de Agua Potable (EPSA).

Según la AAPS, 24 EPSAS cuentan con PTAR (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales) y de estas casi todas cuentan con un sistema de tratamiento de aguas residuales por medio de lagunas.

De acuerdo a datos proporcionados por la autoridad AAPS, en la siguiente tabla (9.5.1) se identifica a cada una de las empresas prestadoras de servicios de agua en el país y el volumen de agua tratada por cada una de las mismas en la gestión 2014.

Tabla 9.5.1: Volumenes tratados de aguas residuales, 2014

VOLUMEN TRATADO DE AGUAS RESIDUALES EN m3/AÑO					
Nº	**EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIO**	**SIGLA**	**DEPARTAMENTO**	**CATEGORIA**	**VOLUMEN TRATADO DE AGUAS RESIDUALES, 2014**
1	COOPERATIVA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO GUAYARAMERÍN LTDA.	CAPAG	BENI	B	NC
2	COOPERATIVA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO TRINIDAD LTDA.	COATRI	BENI	B	2.875.622,40
3	COOPERATIVA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO SAN BORJA LTDA.	COAPASB	BENI	C	NR
4	SERVICIO MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO RIBERALTA	SEMAPAR	BENI	C	NR
5	SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE COCHABAMBA	SEMAPA	COCHABAMBA	A	16.199.588,30
6	EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLAO EMAPAS SACABA	EMAPAS	COCHABAMBA	B	NR
7	COOPERATIVA DE AGUA POTABLE Y SERVICIOS CHIMORÉ LTDA.	CAPSCH	COCHABAMBA	C	NR
8	COOPERATIVA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE SERVICIOS SHINAHOTA LTDA.	COOAPASH	COCHABAMBA	C	NR
9	EMPRESA LOCAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.	ELAPAS	CHUQUISACA	B	4.228.463,30
10	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS CAMARGO LTDA.	COSERCA	CHUQUISACA	D	NR
11	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS PADILLA LTDA.	COSEPP	CHUQUISACA	C	NR
12	EMPRESA PÚBLICA SOCIAL DE AGUA Y SANEAMIENTO.	EPSAS	LA PAZ	A	12.299.040,00
13	COOPERATIVA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO CARANAVI LTDA	COSAPAC	LA PAZ	C	NR
14	EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO VIACHA	EMAPAV	LA PAZ	C	NC
15	COOPERATIVA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO LTDA.	COSAPSI	LA PAZ	C	NC
16	SERVICIO LOCAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO	SeLA	ORURO	B	NC
17	EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALACANTARILLADO SANITARIO	EMAPA	ORURO	C	NR
18	COOPERATIVA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO COAPAS VINTO LTDA.	COAPAS VINTO	ORURO	D	NR

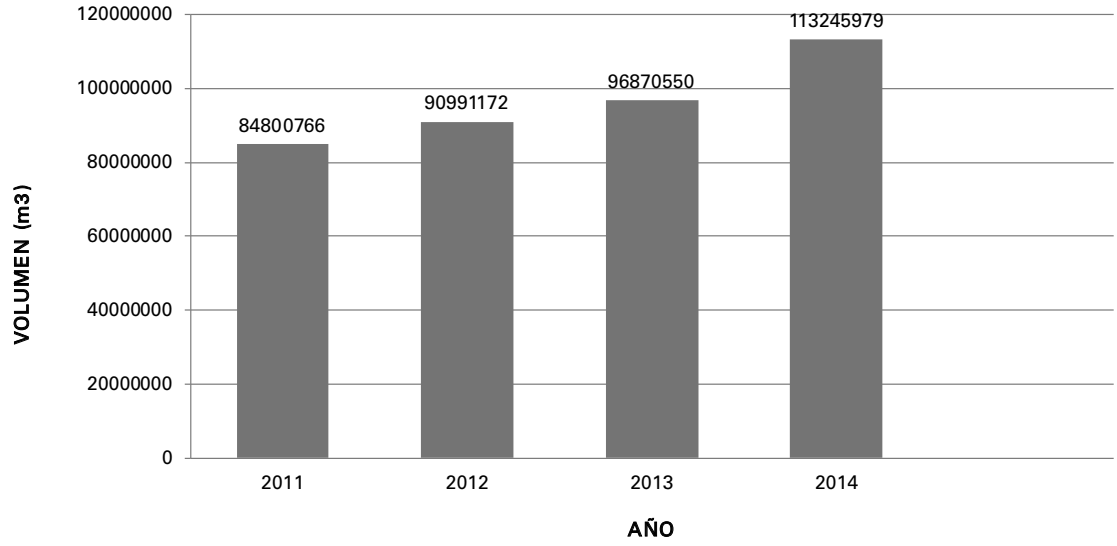
VOLUMEN TRATADO DE AGUAS RESIDUALES EN METROS CUBICOS (m3/año)					
Nº	**EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIO**	**SIGLA**	**DEPARTAMENTO**	**CATEGORIA**	**VOLUMEN TRATADO DE AGUAS RESIDUALES, 2014**
19	EMPRESA MUNICIPAL DE SERVIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE COBIJA.	EPSA COBIJA	PANDO	B	NC
20	ADMINISTRACIÓN AUTONOMA PARA OBRAS SANITARIAS.	AAPOS	POTOSI	B	NC
21	EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO BÁSICO VILLAZÓN.	EMSABAV	POTOSI	C	387.235,00
22	COOPERATIVA DE AGUA POTABLE UYUNI LTDA.	CAPU	POTOSI	C	NC
23	EMPRESA MUNICIPAL PRESTADORA DE SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO TUPIZA	EMPSAAT	POTOSI	C	NR
24	ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO BUSTILLO MANCOMUNIDAD SOCIAL	BUSTILLO	POTOSI	B	NC
25	COOPERATIVA SERVICIOS PÚBLICOS 1º DE MAYO LTDA.	COOPAGUAS	SANTA CRUZ	B	5.566.103,40
26	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS PAMPA DE LA ISLA	COOPAPPI	SANTA CRUZ	B	NC
27	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO "PLAN TRES MIL" LTDA.	COOPLAN	SANTA CRUZ	B	NC
28	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS LIMONCITO PUERTO RICO LTDA.	COOPLIM	SANTA CRUZ	C	NC
29	COOPERATIVA DE AGUA POTABLE COTOCA	COSAP	SANTA CRUZ	C	NR
30	COOPERATIVA DE SEVICIOS PÚBLICOS VILLA LOS CHACOS LTDA.	COSCHAL	SANTA CRUZ	C	NC
31	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS WARNES LTDA.	COSEP W	SANTA CRUZ	C	614.952,00
32	COOPERATIVA DE SERVICIOS MINERO	COSMIN	SANTA CRUZ	C	NC
33	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS MONTERO LTDA.	COSMOL	SANTA CRUZ	B	4.768.368,29
34	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS ANDRES IBAÑEZ	COSPAIL	SANTA CRUZ	B	1.512.740,00
35	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS ASCENCIÓN DE GUARAYOS LTDA.	COSPAS	SANTA CRUZ	C	NR
36	COOPERATIVA SERVICIOS PÚBLICOS HUMBERTO LEIGUE	COSPHUL	SANTA CRUZ	C	NC
37	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS LA GUARDIA.	LA GUARDIA	SANTA CRUZ	C	226.008,00
38	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS SANTA CRUZ LTDA.	SAGUAPAC	SANTA CRUZ	A	50.366.324,00
39	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS EL TORNO.	SEAPAS	SANTA CRUZ	C	315.710,00
40	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS 6 DE OCTUBRE LTDA.	6 DE OCTUBRE	SANTA CRUZ	C	NR
41	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS SAN JUAN BAUTISTA LTDA	SAJUBA	SANTA CRUZ	B	NC
42	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS BUENA VISTA LTDA.	COOPAGUAB	SANTA CRUZ	C	NC
43	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS GERMAN BUSCH LTDA.	COSPUGEBUL	SANTA CRUZ	C	198.720,00
44	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS EL CARMEN LTDA.	COOSPELCAR	SANTA CRUZ	C	NC
45	COPERATIVA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE SAN JUAN LTDA.	COSAJU	SANTA CRUZ	C	NC
46	COOPERATIVA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO SAN IGNACIO DE VELASCO.	COOSIV	SANTA CRUZ	C	94.364,40
47	SERVICIO AUTONOMO MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO RURRENABAQUE.	SAMAPAR	BENI	C	NR
48	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS "LA PORTEÑA LTDA.	LA PORTEÑA	SANTA CRUZ	C	NR
49	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS FLORIDA LTDA.	LA FLORIDA	SANTA CRUZ	C	NR
50	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA LTDA.	COSFAL	SANTA CRUZ	C	NR

VOLUMEN TRATADO DE AGUAS RESIDUALES EN m3/AÑO					
Nº	**EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIO**	**SIGLA**	**DEPARTAMENTO**	**CATEGORIA**	**VOLUMEN TRATADO DE AGUAS RESIDUALES, 2014**
51	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS PORTACHUELO LTDA.	COSPOL	SANTA CRUZ	C	NR
52	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS FERNÁNDEZ ALONZO	COSEPFA	SANTA CRUZ	C	NR
53	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS 1RO DE MAYO	COMAYO	SANTA CRUZ	C	NR
54	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS SAN XAVIER LTDA.	COSSAJA	SANTA CRUZ	C	NR
55	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS MONTES CLAROS LTDA.	COSMON	SANTA CRUZ	C	460.426,00
56	COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS LIBERTADOR SIMÓN BOLIVAR.	COSIMBO	SANTA CRUZ	C	NR
57	COOPERATIVA DE SERVICIOS DE AGUA Y ALCANTARILLADO TARIJA LTDA.	COSAALT	TARIJA	B	8.479.680,00
58	EMPRESA MUNICIPAL AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO BERMEJO.	EMAAB	TARIJA	C	1.135.769,04
59	EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO YACUIBA.	EMAPYC	TARIJA	B	2.195.390,88
60	ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO MANCOMUNIDAD SOCIAL "CHACO".	MANCHACO	TARIJA	B	1.321.474,20
VOLUMEN TOTAL DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS					**113.245.979,21**

Fuente: Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico-AAPS

El siguiente gráfico, muestra el volumen total tratado de aguas residuales a nivel nacional durante las gestiones 2011 al 2014.

Figura 9.5.1: Bolivia, volumen tratado de aguas residuales, 2011-2014



Fuente: Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico.-AAPS

Los factores más importantes que determinan las emisiones de mercurio en aguas residuales son la cantidad de desechos que contienen mercurio, que se liberan al sistema, y la concentración de mercurio en estos desechos.

El contenido de mercurio en aguas residuales se origina principalmente en dos grupos de fuente: 1) mercurio utilizado intencionalmente en productos y procesos, como amalgamas dentales, derrame de termómetros y otros dispositivos, además de descargas industriales; y 2) mercurio

emitido a la atmósfera, lixiviados que por precipitación y escorrentía terminan en sistemas de aguas residuales.

En Bolivia no se cuenta con información ni datos específicos relativos a cantidades ni concentraciones de mercurio en aguas residuales.





Fotografía 9.5.1 a 9.5.2.: Planta de tratamiento de aguas residuales de SEMAPA, zona de Cala Cala, Cochabamba; Planta de tratamiento de aguas residuales, SAGUAPAC, Santa Cruz.



Fotografía 9.5.3: Planta de tratamiento de aguas residuales PUCHUKOLLO, ciudad de El Alto

B. Determinación de factores

Para la subcategoría Sistemas/Tratamiento de Aguas Residuales, se tomó en cuenta el factor de entrada predeterminado con una concentración de mercurio intermedia de 0,945 mg de Hg/m3 de aguas residuales de desechos en vertederos o depósitos controlados.

SUBCATEGORÍA	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Sistema/Tratamiento de aguas residuales	113.245.979	t/a

Entrada total estimada de mercurio por el sistema de tratamiento de aguas residuales	=	Tasa o caudal de actividad	*	Factor de entrada	*	Factor de conversión	=	107 Kg Hg/a
		113.245.979 m3/a		0,945 mg/m3		1 kg Hg/1.000.000 g Hg		

A partir de la cantidad de emisiones de mercurio al medio ambiente por el tratamiento de aguas residuales, se toman en cuenta 2 escenarios de análisis en función a los métodos o sistemas de tratamiento que utilizan los operadores de las EPSAS, además de las consideraciones que realiza el kit de herramientas en su nivel 2.

Primer escenario: 80% de las empresas cuentan con el sistema de tratamiento mecánico.

Al 80% (113.245.979 * 0,8 = 90.596.783,2 m3/a)

Entrada total estimada de mercurio por el sistema de tratamiento de aguas residuales	=	Tasa o caudal de actividad	*	Factor de entrada	*	Factor de conversión	=	85,6 Kg Hg/a
		90.596.783,2 m3/a		0,945 mg/m3		1 kg Hg/1.000.000 g Hg		

Factores de distribución de salida

AGUA:

Liberaciones al AGUA por el sistema de tratamiento de aguas residuales	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución al aire	=	77,05 kg Hg/a
		85,6 kg/a		0,9		

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones por DESECHOS GENERALES por el sistema de tratamiento de aguas residuales	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución al aire	=	8,56 kg Hg/a
		85,6 kg/a		0,1		

Segundo escenario: 20% de las empresas operadoras cuentan con el sistema de tratamiento mecánico y biológico (lodos activados).

AL 20% (113.245.979 * 0,2 = 22.649.195,8 m3/a)

Entrada total estimada de mercurio por el sistema de tratamiento de aguas residuales	=	Tasa o caudal de actividad	*	Factor de entrada	*	Factor de conversión	=	21,4 Kg Hg/a
		22.649.195,8 m3/a		0,5 mg/m3		1 kg Hg/1.000.000 g Hg		

AGUA:

Liberaciones al AGUA por el sistema de tratamiento de aguas residuales	=	Entrada total de Hg 21,40 kg/a	*	Factor de distribución al aire 0,5	=	10,7 kg Hg/a

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones por DESECHOS GENERALES por el sistema de tratamiento de aguas residuales	=	Entrada total de Hg 21,40 kg/a	*	Factor de distribución al aire 0,3	=	6,42 kg Hg/a

TRATAMIENTO/ELIMINACIÓN ESPECÍFICO DEL SECTOR:

Liberaciones por DESECHOS GENERALES por el sistema de tratamiento de aguas residuales	=	Entrada total de Hg 21,40 kg/a	*	Factor de distribución al aire 0,2	=	4,28 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías (escenario 1 + escenario 2)

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
AIRE	0,0(kg Hg/a)
AGUA	87,75 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	14,98 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	4,28 (kg Hg/a)
TOTAL	107 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente por la actividad Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en Bolivia, son iguales a 107 kilogramos de mercurio el año 2014.

10. Datos e Inventario de la Categoría: Consumo General de Mercurio en Productos

Esta categoría se refiere al consumo nacional de una amplia gama de productos de consumo, con contenidos de Hg en su composición, como: termómetros, manómetros, tensiómetros, fuentes de luz (bombillas fluorescentes, tubos fluorescentes), pilas y relés, así como productos a los que se debe añadir mercurio para que cumplan su función, como las amalgamas dentales. Para el caso de nuestro país, se consideró la importación de estos productos que contienen mercurio añadido.

En la tabla a continuación, se presentan las subcategorías dentro de esta categoría de fuente y las principales vías de emisión de mercurio.

Tabla 10.1: Consumo general de mercurio en productos, como mercurio metálico y sustancias que contienen mercurio: subcategorías con principales vías de emisión de mercurio y enfoque de inventario

CATEGORÍA: Consumo general de mercurio en productos, como mercurio metálico y sustancias que contienen mercurio							
N°	Subcategoría	Aire	Agua	Tierra	Producto	Desechos/ residuos	Enfoque de inventario
10.1	Empastes de amalgamas dentales	x	X	x	x	x	DC
	Preparación de empastes en clínicas odontológicas						
	Uso: de empastes que ya están en la boca						
	Desecho (dientes perdidos y extraídos)						
10.2	Termómetros médicos de Hg	x	X	x	x	X	DC
10.3	Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	x	X	x	-	X	DC
10.4	Tubos fluorescentes (de doble terminal)	x	-	x	-	X	DC
10.5	Lámpara compacta fluorescente (de un solo terminal)	x	-	x	-	X	DC
10.6	Otras fuentes de luz con contenido de Hg (ver pauta)	x	-	x	-	X	DC
10.7	Óxido de mercurio (celdas de botón y de otros tamaños); también llamadas "celdas de mercurio y zinc"	x	-	x	-	X	DC
10.8	Otras celdas de botón (zinc-aire, celdas de botón alcalinas, plata-óxido)	x	-	x	-	X	DC
10.9	Poliuretano (PU, PUR) producido con catalizador de mercurio	x	X	x	-	X	DC
10.10	Otros manómetros e indicadores con mercurio	x	X	-	-	X	DC
10.11	Productos químicos de laboratorio	-	X	-	-	X	DC
10.12	Otros equipos médicos y de laboratorio con mercurio	-	X	-	-	X	DC

Notas: DC = Enfoque nacional o de conjunto.
X - Vía de emisión que se prevé sea predominante en la subcategoría;
x - Vías de emisión adicionales que considerar, según la fuente específica y la situación nacional.

En esta categoría de productos que contienen mercurio metálico y sustancias de mercurio, solo se considera la importación de los mismos que ingresan al país y no así los artículos comercializados internamente, por no existir un control de las empresas que venden estos productos a la población.

En el siguiente cuadro se describe la importación de productos con mercurio de las gestiones 2010 a 2015.

Tabla 10.2: Bolivia: Importación de productos con mercurio

PRODUCTO	2010	2011	2012	2013	2014(p)	2015(p)
	Peso Bruto [kg]	Peso Bruto [kg]	Peso Bruto [kg]	Peso Bruto [kg]	Peso Bruto [kg]	Peso Bruto [kg]
MERCURIO	1.710	8.710	15.837	9.268	12.701	151.462
SULFATO DE MERCURIO	16	0	2	5	5	4
MERBROMINA (DCI) (MERCUROCROMO)	29	1.032	215	216	0	29
LOS DEMÁS COMPUESTOS ORGANOMERCÚRICOS	22	24	2	2	0	0
LOS DEMÁS COMPUESTOS INORGÁNICOS U ORGANICOS, DE MERCURIO, EXCEPTO LAS AMALGAMAS	3	6	0	0	0	0
LOS DEMÁS COMPUESTOS INORGÁNICOS U ORGÁNICOS DE MERCURIO, DE CONSTITUCIÓN QUIMICA DEFINIDA, EXCEPTO LAS AMALGAMAS	0	0	0	34	11	3
COMPUESTOS ORGANOMERCÚRICOS	0	0	2	0	0	3
LOS DEMÁS COMPUESTOS INORGÁNICOS U ORGÁNICOS DE MERCURIO, QUE NO SEAN DE CONSTITUCIÓN QUÍMICA DEFINIDA. EXCEPTO LAS AMALGAMAS	0	0	115	102	37	0
LOS DEMÁS COMPUESTOS INORGÁNICOS (INCLUIDA EL AGUA DESTILADA, DE CONDUCTIBILIDAD O DEL MISMO GRADO DE PUREZA); AIRE LIQUIDO, AUNQUE SE LE HAYAN ELEMINADO LOS GASES NOBLES; AIRE COMPRIMIDO; AMALGAMAS	49	2.094	163	96.624	66	69
PILAS Y BATERIAS DE PILAS, ELÉCTRICAS, DE ÓXIDO DE MERCURIO, CILINDRICAS	16	0	20.500	0	0	0
PILAS Y BATERIAS DE PILAS, ELÉCTRICAS, DE ÓXIDO DE MERCURIO, DE "BOTON"	0		1.286	153	37	5
LAS DEMÁS PILAS Y BATERIAS DE PILAS, ELÉCTRICAS, DE OXIDO DE MERCURIO	538	197	0	14	0	1
TERMÓMETROS Y PIRÓMETROS DE LÍQUIDO, CON LECTURA DIRECTA DE USO CLÍNICO	11.910	11.926	5.191	6.262	10.454	4.560

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2016
(p) preliminar

Para el análisis y cálculos de las siguientes subcategorías, se tomaron en cuenta las cantidades de productos importados o tasas de actividad, combinadas con datos de población de país, índice de electrificación y densidad de personal odontológico presentados en la Tabla 10.1.1.

Tabla 10.3: Antecedentes para los cálculos de factores predeterminados para amalgamas dentales y determinados tipos de productos

Subcategoría	Datos utilizados
Empastes de amalgamas dentales	Población de país, densidad de personal odontológico
Interruptores eléctricos y relés con mercurio	Población de país, tasa de electrificación (porcentaje de población con acceso a electricidad)
Poliuretano (PU, PUR) producido con catalizador de mercurio	Población de país, tasa de electrificación (porcentaje de población con acceso a electricidad)
Otros manómetros e indicadores con mercurio	Población de país, tasa de electrificación (porcentaje de población con acceso a electricidad)
Productos químicos de laboratorio	Población de país, tasa de electrificación (porcentaje de población con acceso a electricidad)
Otros equipos de laboratorio con mercurio	Población de país, tasa de electrificación (porcentaje de población con acceso a electricidad)

ANTECEDENTES PARA LOS CÁLCULOS PREDETERMINADOS Y PRUEBA DE RANGO			
País	**Población en 2010 (proyección al año 2014; UNSD, 2012 – proyección al año 2014)**	**Personal odontológico cada 1.000 habitantes**	**Tasa de electrificación, % de población con acceso a la electricidad**
Bolivia	10.426.154	0,707	78

NOTA: Los datos de la Tabla 10.1.1 se exponen como parte del kit de herramientas. Están basados en las fuentes de las autoridades internacionales (datos de población: UNSD; datos odontológicos: OMS, datos de electrificación: IEA).

10.1 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Empastes de Amalgamas Dentales

A. Contexto

La amalgama dental es una aleación compuesta por mercurio y otros metales como ser plata, estaño, cobre y zinc. Es un material que ha sido utilizado en odontología desde el año 1826 para la restauración de piezas dentarias. Si bien no es un material estético, presenta excelentes características de resistencia, durabilidad y plasticidad para adaptarse adecuadamente a la forma y tamaño de la cavidad preparada, motivo por el cual ha sido ampliamente utilizada, disminuyendo su uso en los últimos años debido a la aparición de materiales más estéticos y menos nocivos en relación a los posibles efectos que ejercería el mercurio liberado en forma de vapor una vez que la amalgama endurece (Leaño Rodríguez L., 2012).

El mercurio en forma gaseosa es altamente tóxico y en el interior de la boca puede alcanzar una temperatura de 40 °C, por lo que podría existir una continua liberación de mercurio en determinadas situaciones, por ejemplo, al masticar fuertemente, utilizar pastas dentales que contienen flúor, ingerir bebidas muy calientes o acidas, fumar o masticar chicle, el mercurio es absorbido a través del cuerpo, lo que se refleja en enfermedades, trastornos y disfunciones que son síntomas de una intoxicación por mercurio.

Hace aproximadamente una década atrás, la amalgama dental se utilizaba en todos los centros odontológicos para la restauración de piezas dentarias, por los avances tecnológicos en los últimos años, los dentistas ofrecen diversas opciones cuando se trata de seleccionar materiales para obturar caries, reemplazando la amalgama de mercurio.

Esta subcategoría incluye: preparación de los empastes de amalgamas dentales en clínicas odontológicas, uso de empastes de amalgamas que ya están en la boca y desechos (dientes perdidos y extraídos) con amalgamas dentales.

B. Determinación de factores

Para el inventario cuantitativo de las fuentes de emisiones de mercurio en Bolivia, en sus diferentes categorías o actividades generales, se realizan cálculos y relaciones matemáticas que establecen datos y factores que se utilizan en la determinación final de las cantidades de emisiones generadas por cada subcategoría o actividad específica analizada.

La tasa de actividad, referida a la cantidad de productos, utilizada en el inventario de esta actividad, está relacionada directamente al número de habitantes del país, como recomienda el kit de herramientas para el Nivel 1, al no contar con datos específicos en Bolivia, sobre esta subcategoría.

SUBCATEGORÍA 10.1	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Empastes de amalgamas dentales	10.426.154	Número de habitantes

Para el cálculo de la emisión estimada de mercurio, se toma la cantidad de personal odontológico por cada 1000 habitantes y el número de dentistas por cada 1000 habitantes (dato predeterminado según kit de herramientas):

Entrada total estimada de mercurio por el uso de empastes de amalgamas dentales	=	Tasa o caudal de actividad / 10.426.154 habitantes	*	Factor de entrada / 0,2 g Hg/a * hab	*	Factor de conversión / 1 kg Hg/1000 g Hg	*	Cantidad de personal odontológico cada 1000 habitantes 1/0,707	*	Dentistas por cada 1000 habitantes / 78 /100	=	1.778,22 Kg Hg/ a

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por los empastes de amalgamas dentales	=	Entrada total de Hg / 1.778,22 kg/a	*	Factor de distribución al aire / 0,02	=	35,6 kg Hg/a

AGUA:

Liberaciones al AGUA por los empastes de amalgamas dentales	=	Entrada total de Hg / 1.778,22 kg/a	*	Factor de distribución al agua / 0,332	=	590,4 kg Hg/a

TIERRA:

Liberaciones al TIERRA por los empastes de amalgamas dentales	=	Entrada total de Hg 1.778,22 kg/a	*	Factor de distribución a la tierra 0,048	=	85,4 kg Hg/a

SUBPRODUCTOS E IMPUREZAS:

Liberaciones de SUBPRODUCTOS E IMPUREZAS por los empastes de amalgamas dentales	=	Entrada total de Hg 1.778,22 kg/a	*	Factor de distribución 0,036	=	64,0 kg Hg/a

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones de DESECHOS GENERALES por los empastes de amalgamas dentales	=	Entrada total de Hg 1.778,22 kg/a	*	Factor de distribución 0,168	=	298,7 kg Hg/a

TRATAMIENTO DE DESECHOS:

Liberaciones de TRATAMIENTO DE DESECHOS por los empastes de amalgamas dentales	=	Entrada total de Hg 1.778,22 kg/a	*	Factor de distribución 0,168	=	298,7 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

EMPASTES DE AMALGAMAS DENTALES	
AIRE	35,6 (kg Hg/a)
AGUA	590,4 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	85,4 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	64,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	298,7 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	298,7 (kg Hg/a)
TOTAL	1.373,0 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente debido a los Empastes de Amalgamas Dentales en Bolivia, son iguales a 1.373,0 kilogramos de mercurio el año 2014. Este valor ajustado por un factor de 1,295135 (según kit de herramientas nivel 1) da una cuantía final de 1.778,22 Kg de Hg/a, inventariados en el presente documento.

10.2 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Termómetros Médicos de Hg

Los termómetros son instrumentos diseñados para medir la temperatura de cualquier material seleccionado, con líquidos que pueden ser mercurio, alcohol coloreado, agua, etc. Existen muchos tipos de termómetros: pirómetros, termómetros de lámina bimetálica, termómetros de gas, termómetros de resistencia, termopar, termistor, termómetros digitales y termómetros clínicos.

A. Contexto

Los termómetros de mercurio, para uso clínico, al romperse emiten vapores de mercurio que pueden producir intoxicación, dependiendo de la cantidad inhalada, puede presentar daño pulmonar permanente, daño cerebral a largo plazo e incluso la muerte.

Algunos de los síntomas que provoca la inhalación de este elemento, en caso de tratarse de una cantidad considerable, son vómitos, dificultad respiratoria, tos fuerte, sabor metálico e inflamación y sangramiento de encías.

La cantidad de importación, de termómetros con mercurio para uso clínico, a nuestro país, de los años 2014 y 2015, se encuentran en la siguiente tabla:

CANTIDAD DE TERMÓMETROS IMPORTADOS, 2014 - 2015 [unidades]		
PRODUCTO	**2014**	**2015**
Termómetros	340.080	175.955

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2017.

No se tienen datos de importación diferenciada de termómetros de vidrio con mercurio para medición de aire, laboratorio, lechería, termómetros para control de motores, termómetros de mercurio de gran tamaño de uso industrial o especializado.

En Bolivia, se realizó un levantamiento de datos de cantidades de termómetros de mercurio en hospitales y centros de salud en las ciudades de Potosí, Cochabamba, Chuquisaca, Oruro, Santa Cruz de la Sierra y Cobija, como se tiene en el cuadro a continuación:

Tabla 10.2.1: Datos de cantidades de termómetros de mercurio en hospitales y centros de salud

CIUDAD	HOSPITAL O POLICLINICO	CANTIDAD TERMOMETRO
	HOSPITAL OBRERO (CNS)	1000
POTOSI	HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE INMACULADA CONCEPCION	30
	HOSPITAL DANIEL BRACAMONTE	1307
CHUQUISACA	POLICLINICO SUCRE (CNS)	30
	HOSPITAL CRISTO DE LAS AMERICAS "SAN JUAN DE DIOS	12
	HOSPITAL GINECO OBSTETRICO NEONATAL "DR. JAIME SANCHEZ PORCEL	1045
	HOSPITAL OBRERO N° 6 "DR. JAIME MENDOZA"	52
	HOSPITAL SANTA BARBARA	350
	INSTITUTO NACIONAL DE PSIQUIATRIA "GREGORIO PACHECO"	24
	HOSPITAL OBRERO (CNS)	7221

CIUDAD	HOSPITAL O POLICLINICO	CANTIDAD TERMOMETRO
	HOSPITAL GENERAL "SAN JUAN DE DIOS"	
ORURO	HOSPITAL MATERNO INFANTIL "JUAN LECHIN OQUENDO"	67
	SEGURO SOCIAL UNIVERSITARIO	167
	CENTRO INTEGRAL DE MEDICINA FAMILIAR 10 DE FEBRERO	39
COCHABAMBA	HOSPITAL SETON DE LA CAJA PETROLERA	529
	PAISE RECOLETA N° 32 (CNS)	9
	CIMFA POLICONSULTORIO N° 64 (CNS)	112
	CIMFA VILLA GALINDO (CNS)	32
	HOSPITAL SAN VICENTE DE PAUL	100
	HOSPITAL INFANTIL "GERMAN URQUIDI"	0
	CLÍNICA ANGELA	0
	CLÍNICA COCHABAMBA	0
	POLICLÍNICO N° 70 QUILLACOLLO (CNS)	35
	SEGURO SOCIAL UNIVERSITARIO	23
	HOSPITAL UNIVALLE	60
	VIEDMA	43
	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS	243
	HOSPITAL DE LA CAJA PETROLERA	85
	CENTRO MEDICO FUNDACIÓN CENTRO MULTIFUNCIONAL ADOLFO KOLPING	32
	HOSPITAL DE LAMUJER "DR PERCY BOLAND RODRIGUEZ"	100
SANTA CRUZ DE LA SIERRA	CENTRO MEDICO SIRANI	0
	HOSPITAL PSQUIATRICO FUNDACION CENTRO DE SALUD MENTAL BLANCA AÑEZ DE LOZADA	0
	HOSPITAL JAPONES	2
	CLINICA NUCLEAR	2
	CAJA DE SALUD DE LA BANCA PRIVADA	132
	HOSPITAL OBRERO	
COBIJA	HOSPITAL ROBERTO GALINDO TERÁN (CNS)	58
	CIMFA COBIJA (CNS)	6
	CAJA DE SALUD CORDES	0
	CLINICA UNEDI	0
	POLICONSULTORIO DIVINO NIÑO	0
	CAJA DE SALUD DE CAMINOS Y R.A.	0
	CORPORACION DEL SEGURO SOCIAL MILITAR COSSMIL	0
	POLICONSULTORIO DE LA CAJA PETROLERA-SUB ZONAL COBIJA	1
LA PAZ	HOSPITAL ARCO IRIS SRL	444
	TOTAL	**13.392**

Fuente: Elaboracíon propia

B. Determinación de factores

Para la subcategoría Termómetros Médicos, se tomó en cuenta el nivel 2 del kit de herramientas, el factor de entrada promedio y una tasa o caudal de actividad relativa a la cantidad de importación de termómetros.

SUBCATEGORÍA 10.2	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Termómetros Médicos	340.080	artículos/a

Entrada total estimada de mercurio por Termómetros médicos	=	Tasa o caudal de actividad 340.080 artículos / a	*	Factor de entrada 1 g de Hg/ articulo	*	Factor de conversión 1 kg Hg /1000 g Hg	=	340,08 kg Hg/a

Factores de distribución de salida

Antes de entrar al cálculo de los factores de distribución de salida como tal, es bueno tomar en cuenta la siguiente consideración: "en Bolivia, del total de residuos generados, el 45% está dispuesto en rellenos sanitarios, el 18% se dispone en botaderos controlados y el 37% restante es dispuesto en botaderos a cielo abierto. (Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico VAPSB)".

Tomando en cuenta la consideración precedente, más el análisis realizado en las planillas parametrizadas del nivel 2 del kit de herramientas **(Apéndice 1 - Planillas Parametrizadas Nivel 2),** para el cálculo de los factores de distribución de salida, se tomaron en cuenta dos escenarios posibles:

Escenario 1: Manejo Controlado de Desechos. Sin recolección por separado.

Para este primer escenario, el 63% de la emisión de mercurio generada, se da a partir del manejo controlado de desechos.

AIRE:

Liberaciones al AIRE por los Termómetros Médicos	=	Entrada total de Hg 340,08*0.63 Kg Hg/a	*	Factor de distribución al aire 0,1	=	21,43 kg Hg/a

AGUA:

Liberaciones al AGUA por los Termómetros Médicos	=	Entrada total de Hg 340,08*0,63 Kg Hg/a	*	Factor de distribución al agua 0,3	=	64,28 kg Hg/a

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES por los Termómetros Médicos	=	Entrada total de Hg 340,08*0,63 Kg Hg/a	*	Factor de distribución a sub productos 0,6	=	128,55 kg Hg/a

Escenario 2: Manejo informal de desechos generalizado. Sin recolección por separado.

Para el segundo escenario, el 37% de las emisiones de mercurio generadas, se dan a partir del manejo informal de desechos generalizado.

AIRE:

Liberaciones al AIRE por los Termómetros Médicos	=	Entrada total de Hg 340,08*0,37 Kg Hg/a	*	Factor de distribución al aire 0,2	=	25,17 kg Hg/a

AGUA:

Liberaciones al AGUA por los Termómetros Médicos	=	Entrada total de Hg 340,08*0,37 Kg Hg/a	*	Factor de distribución al agua 0,3	=	37,75 kg Hg/a

TIERRA:

Liberaciones a TIERRA por los Termómetros Médicos	=	Entrada total de Hg 340,08*0,37 Kg Hg/a	*	Factor de distribución a sub productos 0,2	=	25,17 kg Hg/a

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES por los Termómetros Médicos	=	Entrada total de Hg 340,08*0,37 Kg Hg/a	*	Factor de distribución 0,3	=	37,75 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

TERMOMETROS MÉDICOS	
AIRE	46,59 (kg Hg/a)
AGUA	102,02 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	25,17 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	166,30(kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	340,08 (kg Hg /a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente debido al uso de Termómetros Médicos en Bolivia, son iguales a 340,08 kilogramos de mercurio el año 2014.

10.3 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Conmutadores Eléctricos y Relés con Mercurio

A. Contexto

Los interruptores con mercurio son dispositivos cuyo propósito es permitir o interrumpir el flujo de corriente eléctrica en un circuito eléctrico, dependiendo de su alineamiento relativo con una posición horizontal.

Consisten de uno o más conjuntos de contactos eléctricos en una ampolla de cristal sellado que contiene cierta cantidad de mercurio. El cristal sellado puede contener aire o gas inerte. La gravedad desplaza constantemente la gota de mercurio al punto más bajo del sellado. Cuando el interruptor está inclinado en la apropiada dirección, el mercurio toca parte de los contactos, completando así el circuito eléctrico a través de esos contactos. La inclinación del interruptor a la posición contraria causa que el mercurio se aparte de los contactos, de esta forma interrumpe el circuito.

B. Determinación de factores

Para esta subcategoría, el cálculo se realizó según el nivel 2 del kit de herramientas. Se tomó el factor de entrada promedio y como tasa o caudal de actividad, el valor de la población del país año 2014, por no contar con datos precisos de los conmutadores eléctricos y relés con mercurio.

SUBCATEGORÍA 10.3	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	10.426.154	Número de habitantes

Entrada total estimada de mercurio por Conmutadores eléctricos y relés	=	Tasa o caudal de actividad	*	Factor de entrada promedio	*	Factor de conversión	*	Porcentaje de población con acceso a electricidad	=	1.097,87 kg Hg/a
		10.426.154 habitantes		0,135 g de Hg/ a*habitante		1 kg Hg /1000 g Hg		78 /100		

De igual manera que en la anterior actividad, previo a realizar el cálculo de los factores de distribución de salida como tal, es oportuno tomar en cuenta la siguiente consideración: "en Bolivia, del total de residuos generados, el 45% está dispuesto en rellenos sanitarios, el 18% se dispone en botaderos controlados y el 37% restante es dispuesto en botaderos a cielo abierto. (Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico VAPSB)".

Con la consideración precedente, más el análisis realizado en las planillas parametrizadas del nivel 2 del kit de herramientas **(Apéndice 1 - Planillas Parametrizadas Nivel 2),** para el cálculo de los factores de distribución de salida, se tomaron en cuenta dos escenarios posibles:

Escenario 1: Manejo controlado de desechos. Sin recolección por separado.

Para este primer escenario, el 63% de la emisión de mercurio generada, se da a partir del manejo controlado de desechos.

AIRE:

Liberaciones al AIRE por los Conmutadores eléctricos y relés	=	Entrada total de Hg 1.097,87 * 0.63 kg Hg/a	*	Factor de distribución al aire 0,1	=	69,17 kg Hg/a

TIERRA:

Liberaciones al TIERRA por los Conmutadores eléctricos y relés	=	Entrada total de Hg 1.097,87 *0,63 kg Hg/a	*	Factor de distribución al agua 0,1	=	69,17 kg Hg/a

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES por los Conmutadores eléctricos y relés	=	Entrada total de Hg 1.097,87 *0,63 kg Hg/a	*	Factor de distribución a sub productos 0,8	=	553,33 kg Hg/a

Escenario 2: Manejo informal de desechos generalizado. Sin recolección por separado.

Para el segundo escenario, el 37% de las emisiones de mercurio generadas, se dan a partir del manejo informal de desechos generalizado.

AIRE:

Liberaciones al AIRE por los Conmutadores eléctricos y relés	=	Entrada total de Hg 1.097,87 *0,37 kg Hg/a	*	Factor de distribución al aire 0,3	=	121,86 kg Hg/a

TIERRA:

Liberaciones a TIERRA por los Conmutadores eléctricos y relés	=	Entrada total de Hg 1.097,87 *0,37 kg Hg/a	*	Factor de distribución a sub productos 0,4	=	162,49 kg Hg/a

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES por los Conmutadores eléctricos y relés	=	Entrada total de Hg 1.097,87 *0,37 kg Hg/a	*	Factor de distribución 0,3	=	121,86 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

CONMUTADORES ELÉCTRICOS Y RELÉS CON MERCURIO	
AIRE	191,03 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	231,65 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	675,19(kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	1.097,87(kg Hg /a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente debido al uso de Conmutadores Eléctricos y Relés con Mercurio en Bolivia, son iguales a 1.097,87 kilogramos de mercurio el año 2014.

10.4 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Tubos Fluorescentes (de doble terminal)

A. Contexto

Las fuentes de luz con mercurio pueden ser de diferentes tipos:

Lámparas de vapor de mercurio para la iluminación de calles, fábricas y edificios de gran tamaño. Tienen baja eficiencia y consumen mucha más energía eléctrica que las lámparas de halogenuros metálicos o las lámparas de sodio de alta presión.

Las lámparas compactas fluorescentes, de una sola terminal, son de descarga de baja presión en forma de tubo, rellenas en su interior de vapor de mercurio. A través de la descarga, se emite una radiación UV invisible que se convierte en luz gracias al polvo fluorescente. Existen lámparas fluorescentes en diversos formatos: tubulares, circulares, en forma de "U", así como lámparas fluorescentes compactas.

Las lámparas de vapor de mercurio de alta presión, tienen la característica de una vida útil muy larga, ya que rinde 25.000 horas de vida, aunque la depreciación lumínica es considerable.

Las lámparas de vapor de sodio de alta presión, son fuentes de iluminación más eficientes, el color de la luz que producen es amarillo brillante. Este tipo de lámparas tiene diferentes usos como: iluminación de interiores y exteriores, iluminación de naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa.

Las lámparas de haluro metálico, son tanto de uso industrial, como de uso doméstico. Se utilizan en estaciones de combustible, en plazas, como alumbrado público, en iluminación de acuarios por su amplio espectro de colores, en estudios de televisión y campos deportivos.

Para este tipo de artículos, fuentes de luz con mercurio, se cuenta con el número de importaciones que ingresaron al país, las gestiones 2014 y 2015.

Tabla 10.4.1: Fuentes de luz con mercurio, 2014 - 2015

FUENTES DE LUZ CON MERCURIO, 2014 - 2015		
[unidades]		
PRODUCTO	2014	2015
Tubos fluorescentes (de doble terminal)	1.301.732	1.535.832
Lámpara compacta fluorescente (de un solo terminal)	232.561	1.170.466
Otras fuentes de luz con contenido de Hg (ver pauta)	295.180	343.252

Fuente: Aduana Nacional de Bolivia, Instituto Nacional de Estadística 2017

B. Determinación de factores

Para el análisis y cálculo de este tipo de producto, se tomó en cuenta el nivel 2 del kit de herramientas, el factor de entrada promedio, del mismo nivel, y la tasa o caudal de actividad es igual al número de importaciones de tubos fluorescentes que ingresaron al país.

SUBCATEGORÍA 10.4	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Tubos Fluorescentes (de doble terminal)	1.301.732	artículos/a

Entrada total estimada de mercurio por Tubos Fluorescentes	=	Tasa o caudal de actividad	*	Factor de entrada	*	Factor de conversión	=	32,54 kg Hg/a
		1.301.732 artículos / a		25 mg de Hg/ articulo		1*10-6 kg Hg /1 mg Hg		

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente debido al uso de Tubos Fluorescente con Mercurio en Bolivia, son iguales a 32,54 kilogramos de mercurio el año 2014.

10.5 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Lámpara Compacta Fluorescente (de un sólo uso terminal)

Para el análisis y cálculos de este tipo de artículos, se tomó en cuenta el nivel 2 del kit de herramientas, el factor de entrada promedio y los datos de importación de lámparas compactas fluorescentes, se asumen como la tasa o caudal de actividad.

SUBCATEGORÍA 10.5	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Lámpara compacta fluorescente (de un solo terminal)	232.561	artículos/a

Entrada total estimada de mercurio por Lámpara compacta fluorescente	=	Tasa o caudal de actividad	*	Factor de entrada	*	Factor de conversión	=	2,33 kg Hg/a
		232.561 artículos / a		10 mg de Hg/ articulo		1*10-6 kg Hg /1 mg Hg		

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente debido al uso de Lámparas Compactas Fluorescentes en Bolivia, son iguales a 2,33 kilogramos de mercurio el año 2014.

Factores de distribución de salida

Para determinar los factores de salida del total de emisiones estimadas para las subcategorías de: tubos fluorescentes y lámparas compactas fluorescentes, se sumaron ambos resultados debido a que los factores de entrada son similares (Apéndice 1, Planillas Parametrizadas Nivel 2 rango promedio).

PRODUCTO	EMISIONES ESTIMADAS DE MERCURIO	UNIDAD
Tubos fluorescentes	32,54	kg Hg/a
Lámpara compacta fluorescente (de un solo terminal)	2,33	kg Hg/a
TOTAL	34,87	kg Hg/a

Es pertinente tomar en cuenta que, en Bolivia, del total de residuos generados, el 45% está dispuesto en rellenos sanitarios, el 18% se dispone en botaderos controlados y el 37% restante es dispuesto en botaderos a cielo abierto. (Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico VAPSB).

Con la consideración precedente, más el análisis realizado en las planillas parametrizadas del nivel 2 del kit de herramientas **(Apéndice 1 - Planillas Parametrizadas Nivel 2),** para el cálculo de los factores de distribución de salida, se tomaron en cuenta dos escenarios posibles:

Escenario 1: Manejo controlado de desechos. Sin recolección por separado.

Para este primer escenario, el 63% de la emisión de mercurio generada, se da a partir del manejo controlado de desechos.

AIRE:

Liberaciones al AIRE por los Fuentes de Luz	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución al aire	=	1,10 kg Hg/a		
		34,87 * 0.63 Kg Hg/a		0,05				

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES por los Fuentes de Luz	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución a sub productos	=	20,87 kg Hg/a
		34,87 *0,63 Kg Hg/a		0,95		

Escenario 2: Manejo informal de desechos generalizado. Sin recolección por separado.

Para el segundo escenario, el 37% de las emisiones de mercurio generadas, se dan a partir del manejo informal de desechos generalizado.

AIRE:

Liberaciones al AIRE por los Fuentes de Luz	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución al aire	=	3,87 kg Hg/a
		34,87 *0,37 Kg Hg/a		0,3		

TIERRA:

Liberaciones a TIERRA por los Fuentes de Luz	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución a sub productos	=	3,87 kg Hg/a
		34,87 *0,37 Kg Hg/a		0,3		

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES por los Fuentes de Luz	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución	=	5,16 kg Hg/a
		34,87 *0,37 Kg Hg/a		0,4		

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

SUMA DE: TUBOS FLUORESCENTES Y LAMPARAS COMPACTAS	
AIRE	4,97 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	3,87 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	26,03 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	34,87(kg Hg /a)

TUBOS FLUORESCENTES	
AIRE	4,64 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	3,61 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	24,29 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	32,54(kg Hg /a)

LAMPARAS COMPACTAS	
AIRE	0,33 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,26 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	1,74 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	2,33(kg Hg /a)

10.6 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Otras Fuentes de Luz con Contenido de Mercurio

En esta subcategoría se encuentra una variedad de fuentes de luz, entre las que se incluyen: lámparas de vapor de mercurio de alta presión, lámparas de sodio de alta presión, lámpara de haluro metálico y luz ultravioleta para bronceado. Para todos los casos, se usaron datos de importación proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística INE, gestión 2014.

SUBCATEGORÍA 10.6	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Otras fuentes de Luz con contenido de mercurio	295.180	artículos/a

El cálculo de entrada estimada de mercurio al medio ambiente, es:

Entrada total estimada de mercurio por Otras fuentes de Luz	=	Tasa o caudal de actividad	*	Factor de entrada	*	Factor de conversión	=	6,64 kg Hg/a
		295.180 artículos/a		22,5 mg Hg/t		1*10-6 kg Hg/1 mg Hg		

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por otras fuentes de luz	=	Entrada total de Hg 6,64 kg/a	*	Factor de distribución al aire 0,316	=	2,10 kg Hg/a

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES por otras fuentes de luz	=	Entrada total de Hg 6,64 kg/a	*	Factor de distribución 0,684	=	4,54 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

OTRAS FUENTES DE LUZ CON MERCURIO	
AIRE	2,10 (kg Hg/a)
AGUA	0,00 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	4,54 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	6,64 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente debido al uso de otras fuentes de luz con mercurio en Bolivia, son iguales a 6,64 kilogramos de mercurio el año 2014.

10.7 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Óxido de Mercurio (celdas de botón y de otros tamaños); también llamadas "celdas de mercurio y zinc"

A. Contexto

Las denominadas baterías o pilas con contenido de Hg en desuso, se convierten en un desecho sólido considerado residuo peligroso por su contenido de metales tóxicos como mercurio, plata, cadmio o níquel. El riesgo que representan estos metales para la salud de la población y el medio ambiente, depende esencialmente de las cantidades y tipos de pilas que se desechan y de la gestión que se realiza con estos residuos (Arrieta J., Luján M.,2007).

Por lo general, los residuos de menor volumen, como son las pilas y baterías, son recolectados y transportados hasta el sitio de disposición final junto con los residuos comunes. En las ciudades del eje troncal del país, La Paz, Cochabamba y Santa Cruz de la Sierra, las empresas municipales de aseo, han iniciado gestiones a través de campañas educativas y la implementación de

puntos de acopio para la separación de estos residuos. Para tal efecto, han instalado botellones de plástico de 20 litros de capacidad u otro tipo de recipientes similares, para el depósito y almacenaje de estas baterías, ubicados en puntos estratégicos como supermercados, ferias y centros concurridos de las ciudades, (VASPB-MMAyA, 2016).

Se tienen los siguientes tipos de pilas o baterías:

» Pilas de Óxido de Mercurio (Zn/HgO) (celdas de botón y otros tamaños): también llamadas "celdas de mercurio y zinc, es una batería electroquímica no recargable, son usualmente de tipo botón, contienen alrededor de 30% de mercurio y se utilizan para relojes, audífonos, calculadoras, equipos médicos.

» Óxido de Plata (cátodo): Usualmente son de tipo botón pequeño, contienen alrededor de 1% de mercurio, se usan en calculadoras, relojes y cámaras fotográficas, son una alternativa a las pilas de óxido de mercurio.

» Celdas de botón Zinc-Aire (Zn/O2) y celdas de botón alcalinas: tienen una gran cantidad de orificios diminutos en su superficie, son de alta capacidad, contienen más de 1% de mercurio, se utilizan para audífonos y equipos médicos.

Las cantidades de importación, de pilas que contienen mercurio, a nuestro país, los años 2014 y 2015, se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla10.7.1: Cantidades de pilas importadas, 2014 - 2015

CANTIDADES DE PILAS IMPORTADAS, 2014 - 2015 [Toneladas]		
PRODUCTO	**2014**	**2015**
Óxido de Mercurio "celdas de mercurio y zinc" (botón y otros tamaños)	0.04	0,005
Zinc – Aire (celdas de botón alcalinas, oxido de plata)	0.87	1.40

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2017.

B. Determinación de factores

Para este producto, el cálculo se realizó con el nivel 2 del kit de herramientas, se tomó la importación de pilas de óxido de mercurio que ingresan al país, como la tasa o caudal de actividad.

SUBCATEGORÍA 10.7	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Óxido de mercurio (celdas de botón y de otros tamaños)	0,04	t/a

Para el cálculo correspondiente, se tomó el factor de entrada promedio igual a 320 kg de Hg/ t pilas, según nivel 2 del toolkit:

Entrada total estimada de mercurio por Óxido de Mercurio	=	Tasa o caudal de actividad	*	Factor de entrada	=	12,80 kg Hg/a
		0,04 t/a		320 kg de Hg/ t pilas		

En Bolivia, del total de residuos generados, el 45% está dispuesto en rellenos sanitarios, el 18% se dispone en botaderos controlados y el 37% restante es dispuesto en botaderos a cielo abierto. (Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico - VAPSB).

Con la consideración precedente, más el análisis realizado en las planillas parametrizadas del nivel 2 del kit de herramientas (Apéndice 1 - Planillas Parametrizadas Nivel 2), para el cálculo de los factores de distribución de salida, se tomaron en cuenta dos escenarios posibles:

Escenario 1: Manejo controlado de desechos. Sin recolección por separado.

Para este primer escenario, el 63% de la emisión de mercurio generada, se da a partir del manejo controlado de desechos.

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES por las pilas de Óxido de Mercurio	=	Entrada total de Hg 12,80 *0,63 kg Hg/a	*	Factor de distribución a sub productos 1	=	8,06 kg Hg/a

Escenario 2: Manejo Informal de Desechos Generalizado. Sin recolección por separado.

Para el segundo escenario, el 37% de las emisiones de mercurio generadas, se dan a partir del manejo informal de desechos generalizado.

AIRE:

Liberaciones al AIRE por las Pilas de Óxido de Mercurio	=	Entrada total de Hg 12,80 *0,37 Kg Hg/a	*	Factor de distribución al aire 0,25	=	1,18 kg Hg/a

TIERRA:

Liberaciones a TIERRA por las Pilas de Óxido de Mercurio	=	Entrada total de Hg 12,80 *0,37 Kg Hg/a	*	Factor de distribución a sub productos 0,25	=	1,18 kg Hg/a

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES por las Pilas de Óxido de Mercurio	=	Entrada total de Hg 12,80 *0,37 Kg Hg/a	*	Factor de distribución 0,5	=	2,37 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

PILAS DE OXIDO DE MERCURIO	
AIRE	1,18 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	1,18 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	10,43 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	12,80 (kg Hg /a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente debido al uso de Pilas de Oxido de Mercurio en Bolivia, son iguales a 12,80 kilogramos de mercurio el año 2014.

10.8 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Otras Celdas de Botón (zinc-aire, celdas de botón alcalinas, plata-óxido)

Para el cálculo de esta categoría, se tomó en cuenta el nivel 1 del kit de herramientas. La cantidad de importación es la tasa o caudal de actividad.

SUBCATEGORÍA 10.8	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Otras celdas de botón (zinc-aire, celdas de botón alcalinas, plata-óxido)	0,87	t/a

El cálculo de entrada estimada de mercurio al medio ambiente, es:

Entrada total estimada de mercurio por Otras celdas de botón	=	Tasa o caudal de actividad 0,87 t/a	*	Factor de entrada 7 kg de Hg/ t pilas	=	6,09 kg Hg/a

Factores de distribución de salida

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES por otras celdas de botón	=	Entrada total de Hg 6,09 kg/a	*	Factor de distribución 1	=	6,09 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

OTRAS CELDAS DE BOTON (ZINC-AIRE, CELDAS DE BOTÓN ALCALINAS, PLATA-ÓXIDO)	
AIRE	0,0 (kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	6,09 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	6,09 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente, debido al uso de otras celdas de botón (Zinc-Aire, celdas de botón alcalinas, plata-óxido) en Bolivia, son iguales a 6,09 kilogramos de mercurio el año 2014.

10.9 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Poliuretano Producido con Catalizador de Mercurio

Para el cálculo de la subcategoría de Poliuretano producido con catalizador de Hg, se tomó en cuenta el nivel 2 del toolkit, con una tasa o caudal de actividad respecto a la población del país/ año 2014, por no contar con datos precisos de producción.

SUBCATEGORÍA 10.9	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Poliuretano producido con catalizador de mercurio	10.426.154	Número de habitantes

Para el cálculo de emisiones de Hg, se tomó el factor de entrada promedio, nivel 2 del kit de herramientas:

Entrada total estimada de mercurio por Poliuretano producido con catalizador de mercurio	=	Tasa o caudal de actividad	*	Factor de entrada promedio	*	Factor de conversión	*	Porcentaje de población con acceso a electricidad	=	243,97 kg Hg/a
		10.426.154 número de habitantes		0,03 g de Hg/ a* habitante		1 kg Hg /1000 g Hg		78 /100		

En Bolivia, del total de residuos generados, el 45% está dispuesto en rellenos sanitarios, el 18 % se dispone en botaderos controlados y el 37% restante es dispuesto en botaderos a cielo abierto. (Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico VAPSB).

Con la consideración precedente, más el análisis realizado en las planillas parametrizadas del nivel 2 del kit de herramientas **(Apéndice 1 - Planillas Parametrizadas Nivel 2),** para el cálculo de los factores de distribución de salida, se tomaron en cuenta dos escenarios posibles:

Escenario 1: Manejo controlado de desechos. Sin recolección por separado.

Para este primer escenario, el 63% de la emisión de mercurio generada, se da a partir del manejo controlado de desechos.

AIRE:

Liberaciones al AIRE por el Poliuretano producido con catalizador de mercurio	=	Entrada total de Hg 243,97 * 0.63 Kg Hg/a	*	Factor de distribución al aire 0,1	=	15,37 kg Hg/a

TIERRA:

Liberaciones al TIERRA por el Poliuretano producido con catalizador de mercurio	=	Entrada total de Hg 243,97 *0,63 Kg Hg/a	*	Factor de distribución al agua 0,05	=	7,69 kg Hg/a

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES por el Poliuretano producido con catalizador de mercurio	=	Entrada total de Hg 243,97 *0,63 Kg Hg/a	*	Factor de distribución a sub productos 0,85	=	130,65 kg Hg/a

Escenario 2: Manejo Informal de Desechos Generalizado. Sin recolección por separado.

Para el segundo escenario, el 37% de las emisiones de mercurio generadas, se dan a partir del manejo informal de desechos generalizado.

AIRE:

Liberaciones al AIRE por el Poliuretano producido con catalizador de mercurio	=	Entrada total de Hg 243,97 *0,37 Kg Hg/a	*	Factor de distribución al aire 0,2	=	18,05 kg Hg/a

AGUA:

Liberaciones al AGUA por el Poliuretano producido con catalizador de mercurio	=	Entrada total de Hg 243,97 *0,37 Kg Hg/a	*	Factor de distribución al agua 0,1	=	9,03 kg Hg/a

TIERRA:

Liberaciones a TIERRA por el Poliuretano producido con catalizador de mercurio	=	Entrada total de Hg 243,97 *0,37 Kg Hg/a	*	Factor de distribución a tierra 0,4	=	36,11 kg Hg/a

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES por el Poliuretano producido con catalizador de mercurio	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución a desechos generales	=	27,08 kg Hg/a
		243,97 *0,37 Kg Hg/a		0,3		

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

POLIURETANO PRODUCIDO CON CATALIZADOR DE MERCURIO	
AIRE	33,42 (kg Hg/a)
AGUA	16,71 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	36,11 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	157,73 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	243,97(kg Hg /a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente, debido al uso de Poliuretano Producido con Catalizador de Hg en Bolivia, son iguales a 243,97 kilogramos de mercurio el año 2014.

10.10 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Otros Manómetros e Indicadores con Mercurio

A. Contexto

Los tensiómetros de mercurio son indicadores de presión arterial, consisten en una cubeta que contiene mercurio metálico y está conectado a un tubo vertical de cristal que tiene una escala desde 0 - 300 mm/Hg con un extremo abierto por donde sube el mercurio al inflar el mango. El sistema va conectado mediante un tubo de goma al mecanismo de inflado que consiste en una pera y una válvula que regula el paso del aire. Durante su uso debe estar en posición vertical sobre una mesa horizontal o, mejor aún, colgado de una pared.

El mercurio metálico que lo contiene podría liberarse debido al derrame o alguna fuga de los equipos. La inhalación de estos vapores de mercurio puede causar daño a los pulmones, los riñones y el sistema nervioso central. El daño potencial al medio ambiente, la toxicidad humana y los costos de eliminación del mercurio han llevado a una creciente demanda de dispositivos libres de mercurio en la atención de la salud, (Replacement of mercury thermometers and sphygmomanometers in health care: Technical guidance. OMS/ OPS, 2011).

Para el inventario en Bolivia, se solicitó información a hospitales y centros de salud públicos como privados. También se realizó trabajo de campo en ciertos hospitales y centros de salud, en los departamentos de Potosí, Cochabamba, Sucre, Oruro, Santa Cruz y Cobija, Riberalta y La Paz, según el siguiente detalle:

Tabla10.10.1: Hospitales y/o Policlínicos Inventariados

DEPARTAMENTO	HOSPITAL Y/O POLICLINICO	PRODUCTO
		Cantidad Tensiómetro
POTOSI	HOSPITAL DANIEL BRACAMONTE	85
DEPARTAMENTO	**HOSPITAL Y/O POLICLINICO**	**PRODUCTO**
		Cantidad Tensiómetro
SUCRE	HOSPITAL CRISTO DE LAS AMERICAS "SAN JUAN DE DIOS	25
	POLICLíNICO SUCRE (CNS)	14
	HOSPITAL GINECO OBSTETRICO NEONATAL "DR. JAIME SANCHEZ PORCEL	3
	INSTITUTO NACIONAL DE PSIQUIATRIA "GREGORIO PACHECO"	1
ORURO	HOSPITAL GENERAL "SAN JUAN DE DIOS"	54
COCHABAMBA	HOSPITAL SETON DE LA CAJA PETROLERA	20
	CIMFA POLICONSULTORIO N° 64 (CNS)	20
	CIMFA VILLA GALINDO (CNS)	5
	HOSPITAL SAN VICENTE DE PAUL	10
	HOSPITAL UNIVALLE	50
	VIEDMA	20
	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS	3
	HOSPITAL DE LA CAJA PETROLERA	90
SANTA CRUZ	HOSPITAL JAPONES	19
	CLINICA NUCLEAR	1
	CAJA DE SALUD DE LA BANCA PRIVADA	6
COBIJA	HOSPITAL ROBERTO GALINDO TERAN (CNS)	12
	CIMFA COBIJA (CNS)	2
	POLICONSULTORIO DE LA CAJA PETROLERA-SUB ZONAL COBIJA	2
LA PAZ	HOSPITAL ARCO IRIS SRL	2

Fuente: Elaboración Propia, 2017

B. Determinación de factores

Para el cálculo de estos productos, se recurrió al nivel 1 del kit de herramientas correspondiente. La tasa o caudal de actividad es el número de habitantes del país, sugerido por el mismo manual del toolkit nivel 1, al no contar con datos precisos de importación de otros manómetros e indicadores que contienen mercurio.

SUBCATEGORÍA 10.10	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Otros manómetros e indicadores que contienen mercurio	10.426.154	Número de habitantes

Para el cálculo de las emisiones de Hg, se tomó el porcentaje de población con acceso a electricidad, sugerido también por el toolkit:

Entrada total estimada de mercurio por Otros manómetros e indicadores que contienen mercurio	=	Tasa o caudal de actividad	*	Factor de entrada	*	Factor de conversión	*	Porcentaje de población con acceso a electricidad	=	40,40kg Hg/a
		10.426.154 habitantes		0,005 g de Hg/ a*habitante		1 kg Hg /1000 g Hg		78 /100		

Factores de distribución de salida

AIRE:

Liberaciones al AIRE por Otros manómetros e indicadores que contienen mercurio	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución al aire	=	4,0 kg Hg/a
		40,40 Kg Hg/a		0,099		

AGUA:

Liberaciones al AGUA por Otros manómetros e indicadores que contienen mercurio	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución al agua	=	12,1 kg Hg/a
		40,40 kg Hg/a		0,3		

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES por Otros manómetros e indicadores	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución a desechos generales	=	24,2 kg Hg/a
		40,40 kg Hg/a		0,6		

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

OTROS MANÓMETROS E INDICADORES QUE CONTIENEN MERCURIO	
AIRE	4,0 (kg Hg/a)
AGUA	12,1 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	24,2 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	40,3 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente, debido al uso de Otros Manómetros e Indicadores que Contienen Mercurio en Bolivia, son iguales a 40,3 kilogramos de mercurio el año 2014.

10.11 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Productos Químicos de Laboratorio

A. Contexto

Entre los productos químicos de laboratorio con contenidos de Hg, podemos nombrar a: analizador de gases en la sangre, electrodos de mercurio (calomel), analizador de plomo en la sangre, electrodo de gota de mercurio, contador Coulter, recolector de muestras de petróleo en plataformas marinas, centrífugas, microscopio electrónico, termostatos, termómetros, manómetros y otros instrumentos de medida como lámparas de mercurio para espectrofotómetros de absorción atómica.

B. Determinación de factores

Para el cálculo de emisiones de mercurio a partir de estos artículos con contenidos de Hg, se tomó el nivel 1 del kit de herramientas, tomando como tasa o caudal de actividad el número de habitantes del país, sugerido por el Manual del Toolkit Nivel 1, al no contar con datos precisos de importación.

SUBCATEGORÍA 10.11	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Productos químicos de laboratorio	10.426.154	Número de habitantes

Asimismo, se tomó el porcentaje de población con acceso a electricidad para la sistematización correspondiente:

Entrada total estimada de mercurio por productos químicos de laboratorio	=	Tasa o caudal de actividad	*	Factor de entrada	*	Factor de conversión	*	Porcentaje de población con acceso a electricidad	=	80,80 kg Hg/a
		10.426.154 habitantes		0,00994 g de Hg/ a*habitante		1 kg Hg /1000 g Hg		78 /100		

Factores de distribución de salida

AGUA:

Liberaciones al AIRE por productos químicos de laboratorio	=	Entrada total de Hg	*	Factor de distribución al agua	=	26,7 kg Hg/a
		80,80 Kg Hg/a		0,33		

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES por Productos químicos de laboratorio	=	Entrada total de Hg 80,80 kg Hg/a	*	Factor de distribución a desechos generales 0,33	=	26,7 kg Hg/a

TRATAMIENTO/ELIMINACIÓN DE DESECHOS:

Liberaciones TRATAMIENTO / ELIMINACIÓN DE DESECHOS por Productos químicos de laboratorio	=	Entrada total de Hg 80,80 kg Hg/a	*	Factor de distribución Tratamiento/ eliminación de desechos 0,34	=	27,5 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

PRODUCTOS QUÍMICOS DE LABORATORIO	
AIRE	0,0 (kg Hg/a)
AGUA	26,7 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	26,7 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	27,5 (kg Hg/a)
TOTAL	80,9 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente, debido al uso de Productos Químicos de Laboratorio, con contenidos de Hg en su composición, en Bolivia, son iguales a 80,9 kilogramos de mercurio el año 2014.

10.12 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Otros Equipos Médicos y de Laboratorio con Mercurio

De igual manera, para el cálculo de emisiones de mercurio para esta subcategoría, se tomó en cuenta el nivel 1 del kit de herramientas, asumiendo como tasa o caudal de actividad el número de habitantes del país, sugerido por el Manual del Toolkit Nivel 1, al no contar con datos precisos de importación.

SUBCATEGORÍA 10.12	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Otros equipos médicos y de laboratorio con mercurio	10.426.154	Número de habitantes

Asimismo, se tomó el porcentaje de población con acceso a electricidad para el cálculo correspondiente:

Entrada total estimada de mercurio para Equipos médicos y de laboratorio con mercurio	=	Tasa o caudal de actividad 10.426.154 habitantes	*	Factor de entrada g de Hg/ a*habitante	*	Factor de conversión 1 kg Hg /1000 g Hg	*	Porcentaje de población con acceso a electricidad 78 /100	=	323,21 kg Hg/a

Factores de distribución de salida

AGUA:

Liberaciones al AIRE para Equipos médicos y de laboratorio con mercurio	=	Entrada total de Hg 323,21 Kg Hg/a	*	Factor de distribución al agua 0,33	=	106,7 kg Hg/a

DESECHOS GENERALES:

Liberaciones a DESECHOS GENERALES para Equipos médicos y de laboratorio con mercurio	=	Entrada total de Hg 323,21 kg Hg/a	*	Factor de distribución a desechos generales 0,33	=	106,77 kg Hg/a

TRATAMIENTO/ELIMINACIÓN DE DESECHOS:

Liberaciones TRATAMIENTO / ELIMINACIÓN DE DESECHOS para Equipos médicos y de laboratorio con mercurio	=	Entrada total de Hg 323,21 kg Hg/a	*	Factor de distribución Tratamiento/ eliminación de desechos 0,34	=	109,9 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

OTROS EQUIPOS MÉDICOS Y DE LABORATORIO CON MERCURIO	
AIRE	0,0 (kg Hg/a)
AGUA	106,7 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	106,7(kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	109,9 (kg Hg/a)
TOTAL	323,21 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente, debido al uso de Otros Equipos Médicos y de Laboratorio con Mercurio en Bolivia, son iguales a 323,21 kilogramos de mercurio el año 2014.

11. Datos e Inventario de la Categoría: Crematorios y Cementerios

En la tabla a continuación se presentan las dos subcategorías dentro de esta categoría de fuente y las principales vías de emisión de mercurio.

Tabla 11.1: Crematorios y cementerios: subcategorías con principales vías de emisión de mercurio y enfoque de inventario

CATEGORÍA: Crematorios y Cementerios							
N°	**Subcategoría**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Producto**	**Desechos/ residuos**	**Enfoque de inventario**
11.1	Crematorios	X	-	-	-	-	FP
11.2	Cementerios	-	-	X	-	-	DC/FP

Notas: FP = Enfoque de fuente puntual; DC = Enfoque nacional o de conjunto;
X - Vía de emisión que se prevé sea predominante en la subcategoría;
x - Vías de emisión adicionales que considerar, según la fuente específica y la situación nacional.

11.1 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Crematorios

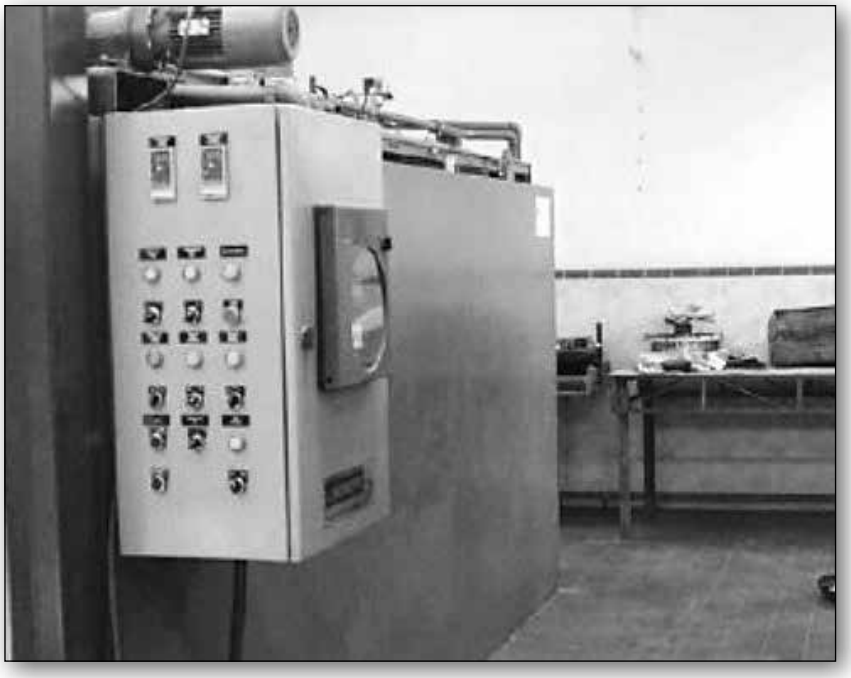
La cremación es una práctica común en muchas sociedades para incinerar cadáveres humanos. Durante dicha cremación se emite trazas de mercurio al medio ambiente. La mayoría del mercurio emitido se debe a la presencia de los empastes dentales de amalgama que contienen mercurio. No obstante, durante la cremación también se emiten cantidades más pequeñas de mercurio presentes en tejidos corporales (Instrumental del PNUMA).

A. Contexto

En el país la demanda de cremaciones de restos humanos se duplicó en los últimos tres años debido a que la gente va adquiriendo esa costumbre con el pasar de los tiempos. Los departamentos de La Paz y Cochabamba tienden más a estas prácticas, luego está Santa Cruz y Sucre.



Fotografía 11.1.1: Horno crematorio del Cementerio General de la ciudad de Sucre.



Fotografía 11.1.2: Horno crematorio del Cementerio General de la ciudad de Sucre

Según la administración del Cementerio General de la ciudad de La Paz, hace dos años se cremaba entre cinco a seis restos al día y ahora se incineran nueve a diez restos, tras recordar que hace cinco años las incineraciones eran menos frecuentes, pues sólo se cremaba hasta tres restos por día.

Esta situación se debe a que los usuarios ya van adquiriendo esa costumbre y están dejando de lado el pensamiento de que cuando se incinera el cuerpo se acaba todo el espíritu y el alma, tal como se creía antiguamente en algunas regiones del país.

B. Determinación de factores

Para la inventariación cuantitativa de las fuentes de emisiones de mercurio en Bolivia, en sus diferentes categorías o actividades generales, se realizan cálculos y relaciones matemáticas que establecen datos y factores que se utilizan en la determinación final de las cantidades de emisiones generadas por cada subcategoría o actividad específica analizada.

En este punto se realiza la determinación de factores para las subcategorías correspondientes a la Categoría Crematorios y Cementerios.

En esta subcategoría de Crematorios, para el valor de la cantidad o tasa de actividad, se usó el proceso de extrapolación de los datos hallados del número de cremaciones de las administraciones de los cementerios generales de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, tomando en cuenta además los principales cementerios privados de las citadas ciudades donde se tomó en cuenta el factor de entrada predeterminado con una concentración de mercurio intermedia de 2,5 g de Hg/cadáver, según el nivel 1 del kit de herramientas utilizado.

SUBCATEGORÍA 11.1	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Crematorios	5.560	Cadáveres cremados /a

Entrada total estimada de mercurio por la cremación de cuerpos	=	Tasa o caudal de actividad: 5.560 Cadáveres cremados/a	*	Factor de entrada: 2,5 g Hg/cadáver	*	Factor de conversión: 1 kg Hg/1000 g Hg	=	13,9 Kg Hg/a

Factores de distribución de salidas

AIRE:

Liberaciones al AIRE por la cremación de cuerpos	=	Entrada total de Hg: 13,9 kg/a	*	Factor de distribución al aire: 1	=	13,9 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

CREMATORIOS	
AIRE	13,9(kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	0,0 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	13,9 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente, debido a la práctica de Cremaciones en Bolivia, son iguales a 13,9 kilogramos de mercurio el año 2014.

11.2 Descripción y Cálculos de la Subcategoría: Cementerios

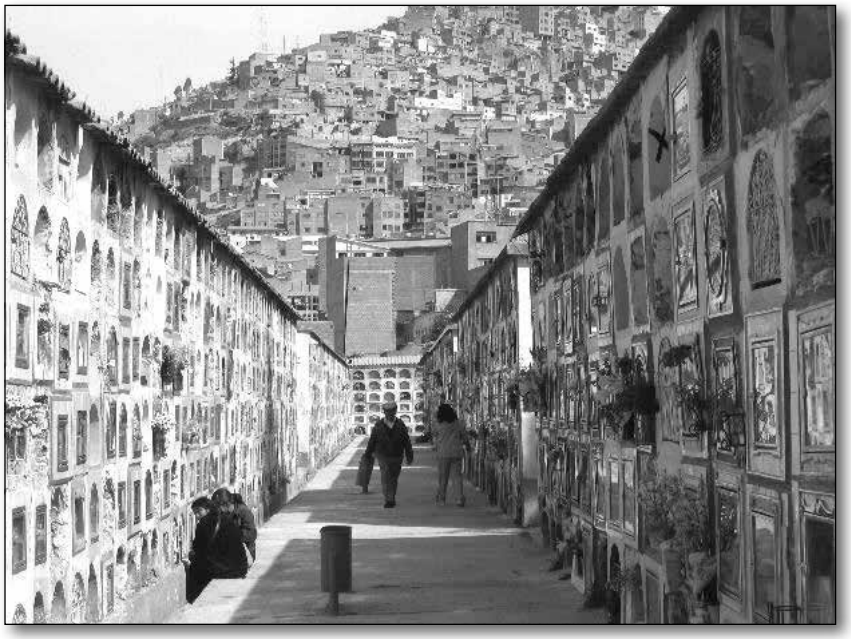
De acuerdo al análisis realizado por el Instrumental del PNUMA, un cementerio es un área donde se entierran cadáveres humanos, el mercurio en el cuerpo humano, principalmente por empastes dentales de amalgama, será emitido al medio ambiente receptor como el suelo o tierra en los cementerios.

A. Contexto

Según información del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, en la ciudad de La Paz, al 2014, sólo dos cementerios son legales; el Cementerio General Municipal y el cementerio privado Jardín.

En el Cementerio General de la ciudad de Cochabamba, donde uno de los entierros más antiguos data de 1848, desde su fundación, se habrían enterrado a más de un millón de personas desde entonces. La administración de este Cementerio, informó que se enterraron, como promedio diario, seis personas durante la gestión 2014.

Por otro lado, se visitó la administración del Cementerio General de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, donde se obtuvo información de 8 entierros diarios como promedio durante la gestión 2014.



Fotografía 11.2.1: Cementerio General, La Paz



Fotografías 11.2.3: Cementerio General, Potosí.

Tabla 11.2.1: Bolivia, defunciones según departamento, 2014

NÚMERO DE DEFUNCIONES POR AÑO, SEGÚN DEPARTAMENTO 2010-2015						
DEPARTAMENTO	2010	2011	2012	2013	2014	2015(p)
TOTAL	45.091	47.190	48.092	49.697	50.108	48.601
Chuquisaca	2.804	2.995	2.921	2.902	2.784	2.850
La Paz	14.643	14.976	15.591	16.098	16.079	15.891
Cochabamba	8.282	8.537	8.567	8.836	9.158	8.353
Oruro	2.324	2.463	2.583	2.582	2.616	2.607
Potosí	4.252	4.532	4.505	4.889	4.608	4.122
Tarija	2.060	2.149	2.156	2.261	2.306	2.436
Santa Cruz	9.164	9.920	9.934	10.137	10.618	10.574
Beni	1.402	1.449	1.651	1.788	1.748	1.533
Pando	159	169	184	204	191	235

Fuente: Servicio de Registro Civil-SERECI, 2016.

Como nota curiosa, en el país, según el Ministerio de Salud 2015, se estima que diariamente mueren alrededor de 12 personas por el consumo de tabaco, lo que significa que en un año mueren aproximadamente 4.300 personas por dicha causa, lo que representaría el 8,7% del número total de defunciones en el país, durante el año 2014.

B. Determinación de factores

Para el cálculo de las emisiones de mercurio, se tomó en cuenta el factor de entrada predeterminado con una concentración de mercurio intermedia de 2,5 g de Hg/ cadáver, del nivel 1 del toolkit.

SUBCATEGORÍA 11.2	TASA O CAUDAL DE ACTIVIDAD	UNIDAD
Cementerios	50.108	Cadáveres enterrados /a

Entrada total estimada de mercurio por el entierro de cuerpos	=	Tasa o caudal de actividad 50.108 Cadáveres enterrados/a	*	Factor de entrada 2,5 g Hg/cadáver	*	Factor de conversión 1 kg Hg/1000 g Hg	=	125,27 Kg Hg/a

A. Factores de distribución de salida

TIERRA:

Liberaciones a la TIERRA por el entierro de cuerpos	=	Entrada total de Hg 125,27 kg/a	*	Factor de distribución al aire 1	=	125,27 kg Hg/a

Resumen de resultados. Liberaciones totales de mercurio por vías

CEMENTERIOS	
AIRE	0,0(kg Hg/a)
AGUA	0,0 (kg Hg/a)
SUELO/TIERRA	125,27 (kg Hg/a)
SUB PRODUCTOS	0,0 (kg Hg/a)
DESECHOS GENERALES	0,0 (kg Hg/a)
TRATAMIENTO DE DESECHOS	0,0 (kg Hg/a)
TOTAL	125,27 (kg Hg/a)

Las emisiones estimadas de mercurio al medio ambiente, debido al uso de Cementerios en Bolivia, son iguales a 125,27 kilogramos de mercurio el año 2014.

12. Conclusiones

» El presente Inventario Nacional de Fuentes de Emisiones de Mercurio en Bolivia, se ha elaborado en el marco del Proyecto "Desarrollo de la Evaluación Inicial del Convenio de Minamata" denominado también Proyecto MIA por sus siglas en inglés Minamata Initial Assessment, entre las gestiones 2016 y 2017, con información y datos del año 2014 proporcionados por diferentes organizaciones e instituciones estatales y privadas del país, a nivel nacional, departamental y municipal.

» El Inventario, identificó sectores de emisiones de mercurio, clasificados en las siguientes categorías:

- Categoría: Consumo de Energía y Producción de Combustibles.
- Categoría: Producción Interna de Metales y Materias Primas.
- Categoría: Producción y Procesamiento Internos con Utilización Deliberada de Mercurio.
- Categoría: Organización del Manejo de Desechos Generales en el País.
- Categoría: Consumo General de Mercurio en Productos.
- Categoría: Crematorios y Cementerios.

De todas las categorías identificadas, se desprenden 35 subcategorías o actividades descritas, relacionadas a las emisiones de mercurio en el país.

» El Inventario Nacional de Emisiones de Mercurio, es una investigación basada en fuentes secundarias de información que permitió realizar **estimaciones de emisiones de mercurio al medio ambiente en Bolivia.**

» La herramienta técnica metodológica utilizada, fue el Toolkit Nivel 1 y 2, para la identificación y estimación, cualitativa y cuantitativa, de las emisiones de mercurio a través de diferentes vías de salida al medio ambiente como agua, aire, suelo o tierra, subproductos y desechos. El kit de herramientas, basa sus cálculos de estimaciones en investigaciones científicas a nivel global, y fue proporcionada por la División de Productos Químicos del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA/Productos Químicos).

» Las emisiones estimadas totales de mercurio, para el año 2014 en Bolivia, son del orden de **45.684,95 kg Hg/a** (45,7 t/a). Siendo las siguientes subcategorías, las que representan los mayores aportes de mercurio al medio ambiente:

• Extracción de Oro con Uso de Hg	=	82,3%
• Uso de Empastes Dentales	=	3,9%
• Extracción y Procesamiento de Gas Natural	=	3,5%
• Uso de Conmutadores Eléctricos	=	2,4%
• Quema al Aire libre de Desechos	=	1,3%

» El sector minero aurífero, que representa el 82,3% del total de emisiones de Hg en Bolivia, representa un reto en el diseño e implementación de medidas y acciones de apoyo para la mitigación de emisiones de mercurio y aplicación de tecnologías alternativas apropiadas de recuperación de oro.

» Del total cuantificado de emisiones de mercurio al medio ambiente en Bolivia (45.684,95 kg Hg/a), las principales vías de salida muestran los siguientes valores:

- Agua, con: **16.145** kg Hg/a
- Suelo o Tierra, con: **13.705** kg Hg/a
- Aire, con: **11.830** kg Hg/a
- Subproductos e Impurezas, con: **425,5** kg Hg/a

» Los resultados y valores de este inventario, son una alerta para tomar algún tipo de medidas ambientales, respecto a los más de 45 mil kilogramos de Hg que Bolivia estaría emitiendo al medio ambiente cada año. Si bien, las estimaciones se realizaron para el año 2014, para los siguientes años debe actualizarse dicha información, mejor si es con datos primarios generados, para conocer cuanto realmente se emite de Hg en Bolivia, por sectores y por actividad específica.

» También se ve la necesidad de fortalecer y ajustar los controles y supervisiones ambientales en las AOP (Actividades, Obras o Proyectos) que se desarrollan en el país, en relación a la exigencia que se tiene respecto al uso y presencia de mercurio en los informes **técnico ambientales que presentan periódicamente, en los que se debe incluir de manera sine qua non,** reportes de monitoreo de emisiones de Hg.

» Asimismo, se debe normar, en el país, el uso de Hg, en las actividades que se utilice este elemento como añadido o insumo en ciertas actividades como en la de recuperación de oro fino o granulometría compleja en nuestro territorio.

» A partir del presente Inventario de Emisiones de Mercurio, se ve también la necesidad de gestionar e implementar proyectos específicos, de manera prioritaria, en el área de la minería artesanal de oro con uso de mercurio, o en sectores como el de la extracción y procesamiento de gas natural o en el área del manejo de residuos y la quema al aire libre de desechos generales en el país. De cualquier manera, la implementación de este tipo de investigaciones debe desarrollarse en un marco de acción interinstitucional e interministerial que integre aspectos relevantes como la salud, el comercio de mercurio y las emisiones secundarias de mercurio al medio ambiente entre otros.

» Enmarcados en el Convenio de Minamata, del cual Bolivia es país integrante, se ha identificado la necesidad de proyectar la reducción o eliminación, en lo posible, del uso de amalgamas de mercurio en operaciones artesanales y de pequeña escala de extracción y producción de oro, no sin antes contribuir en el entrenamiento y capacitación de los operadores en la implementación de mejores prácticas ambientales y tecnologías más limpias, en beneficio del medio ambiente y la salud humana.

» A partir de este inventario nacional de estimaciones de mercurio que afectan al medio ambiente, se deben diseñar y gestionar investigaciones primarias, que incluyan la identificación y caracterización de fuentes existentes de emisiones primarias y secundarias, incluido el muestreo y monitoreo de factores ambientales, que revelen a ciencia cierta, las cantidades de emisiones de mercurio que emiten las actividades socioeconómicas, industriales, artesanales y/o domésticas desarrolladas a nivel nacional, departamental o municipal en nuestro país.

Referencias Bibliográficas

- Achá, Darío, **et al.** IMPLICANCIA AMBIENTAL DEL MERCURIO EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE LA AMAZONÍA: SITUACIÓN EN BOLIVIA. La Paz, Bolivia 2010.
- Aparicio, Jové; Nicanor Alberto. INVENTARIO DE MERCURIO METALICO PRESENTE EN SIETE HOSPITALES PÚBLICOS Y DE LA SEGURIDAD SOCIAL DE LA CIUDAD DE LA PAZ. La Paz, Bolivia, 2013.
- Anuario Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH -2015.
- Anuario FAO de Productos Forestales – 2014.
- Artículo de prensa escrita: Página Siete, jueves, 12 de enero de 2017, La Paz Bolivia.
- Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y
- Saneamiento Básico AAPS., La Paz, Bolivia 2016.
- Autoridad De Fiscalización y Control Social De Electricidad.
- ANUARIO ESTADISTICO 2015. La Paz, Bolivia 2015.
- Boletín Estadístico YPFB, 2014.
- Cowi, N. ACAP and Danish EPA Reduction of Atmospheric mercury emissions from Arctic countries – questionnaire on emissions and related topics. Noviembre de 2002.
- Díaz, Vladimir; Revista PETROPRESS. LA "FIEBRE DEL ORO" EN EL MADRE DE DIOS EN PERÚ Y EL SILENCIO DE BOLIVIA SOBRE LA CONTAMINACIÓN. La Paz, Bolivia 2010.
- Dossier Estadístico Minero Metalúrgico 1980 – 2015. Ministerio de Minería y Metalurgia.
- EPA de EE. UU. (1997b): Mercury Study Report to Congress. EPA de EE. UU., diciembre de 1997, Disponible en: http://www.epa.gov/mercury/report.htm.
- Evaluación Inicial del Convenio de Minamata en Paraguay, Gobierno Nacional, Secretaría del Ambiente. 2017.
- Friedli, H.R., Radke, L.F. y Lu, J.Y. (2001): Mercury in Smoke from Biomass Fires. Geophysical Research Letter, 28: 3223-3226. Disponible en: http://www.mindfully.org/Air/Mercury-Smoke-Biomass.htm.
- GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE ORURO. RECUPERACION DE SUELOS SALINOS MEDIANTE EL CULTIVO DEL Q'AWCHI. La Paz, Bolivia 2009.
- GOBIERNO AUTONOMO DEPARTAMENTAL DE ORURO. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONAMINACIÓN POR MERCURIO EN LA ESPECIE SALMO IRIDEUS Y EL CUERPO DE AGUA DE LA LAGUNA DE SUCHES, ADYACENTE AL LAGO TITICACA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ. La Paz, Bolivia 2009.
- Guardia Bernardo y Pérez Roberto. POTENCIAL MINERO AURÍFERO DE BOLIVIA. Presentación expuesta en evento de minería SERGEOMIN. La Paz, Bolivia 2016.
- GUÍAS DEL PNUMA, NIVEL 1 Y NIVEL 2. Abril de 2015.
- Guideline for Inventory, level 2, versión 1.4, January 2017.
- INSTRUMENTAL DEL PNUMA, Toolkit, 2015.
- Instituto Nacional de Estadística. INE, 2015.
- López Siangas, Esther Ivonne. BIOACUMULACION Y BIOMAGNIFICACIÓN DE MERCURIO EN DIFERENTES POBLACIONES DE PECES DE LA AMAZONÍA BOLIVIANA. La Paz, Bolivia 2005.

- Luna Monrroy, Selma Ximena. EXPOSICIÓN A MERCURIO DE MUJERES Y NIÑOS DE COMUNIDADES INDÍGENAS DEL RÍO BENI (BOLIVIA), CON RELACIÓN A PROBLEMAS DE SALUD (MALNUTRICIÓN, PARASITISMO, ANEMIA) ENDÉMICOS EN EL ÁREA. La Paz, Bolivia 2007.
- MEDMIN "VALORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MINERÍA EN LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO". Proyecto CIPMA. La Paz, Bolivia 2000.
- Ministerio de Relaciones Exteriores y Ministerio de Medio Ambiente y Agua. LÍNEA DE BASE SOBRE ECOSISTEMAS Y RECURSOS ACUÁTICOS EN LA AMAZONÍA BOLIVIANA. La Paz, Bolivia 2014.
- Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural. 365 DÍAS DE REVOLUCIÓN PRODUCTIVA DE LA INDUSTRIA, MANUFACTURA Y ARTESANÍA EN LA ECONOMIA PLURAL-2015. La Paz, Bolivia 2015.
- Ministerio de Hidrocarburos y Energía. COMPENDIO NORMATIVO DEL SECTOR ELECTRICO. La paz, Bolivia 2015.
- Ministerio de Hidrocarburos, reuniones técnicas, La Paz, 2017.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal. INFORME NACIONAL DE LA CALIDAD DE AIRE DE BOLIVIA 2012-2014. La paz, Bolivia 2014.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA. INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE ECTO INVERNADERO. La Paz, Bolivia 2005.
- OMS/OPS. REPLACEMENT OF MERCURY THERMOMETERS AND SPHYGMOMANOMETERS IN HEALTH CARE. Technical guidance, 2011.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS). COOPERACIÓN TÉCNICA ENTRE BRASIL, BOLIVIA Y COLOMBIA: TEORIA Y PRACTICA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA VIGILANCIA DE LA SALUD DE POBLACIONES EXPUESTAS A MERCURIO. La Paz, Bolivia 2011.
- Pérez, Tamara Consultor de la Asociación FAUNAGUA. ESTADO DE CONTAMINACIÓN ACTUAL DE LOS CUERPOS DE AGUA QUE COMPONEN LA CUENCA DEL RÍO SUCHEZ. Cochabamba, Bolivia 2012.
- Pirrone et al., 2001: Pirrone, N., Munthe, J., Barregård, L., Ehrlich, H.C., Petersen, G., Fernandez, R., Hansen, J.C., Grandjean, P., Horvat, M., Steinnes, E., Ahrens, R., Pacyna, J.M., Borowiak, A., Boffetta, P. y Wichmann-Fiebig, M. (2001): EU Ambient Air Pollution by Mercury (Hg) - Position Paper. Oficina de Publicaciones de las Comunidades Europeas, 2001. Presentado por Italia (disponible en http://europa.eu.int/ comm/environment/air/ background.htm#mercury).
- Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo Sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes Bolivia, 2016.
- PNUMA. EVALUACION MUNDIAL SOBRE EL MERCURIO, Ginebra, Suiza 2005.
- Point, David. USO DE SENSORES PASIVOS DGT PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO DISUELTO BIODISPONIBLE EN TRES LAGUNAS DE LA CUENCA DE APOLOBAMBA-SUCHES, BOLIVIA. La Paz, Bolivia 2012.
- Pouilly, Marc. Pérez, Tamara. Ovando, Alex. Guzmán, Fabiola. Paco, Pamela Duprey, Jean Louis. Chinchero, Jaime. Caranza, Berenice. Barberi, Flavia. Gardon, Jacques. DIAGNOSTICO DE LA CONTAMINACIÓN POR EL MERCURIO EN LA CUENCA ITÉNEZ. Cochabamba, Bolivia 2008.
- Poveda A. Pablo; Nogales Neyer; Calla O. Ricardo. "EL ORO EN BOLIVIA MERCADO, PRODUCCIÓN Y MEDIO AMBIENTE". 2015.

- Prensa escrita: Correo del Sur "EXPLOTACIÓN DE MATERIAS PRIMAS SE TRIPLICA EN LOS ÚLTIMOS 40 AÑOS". 26 de julio de 2016.
- Replacement of mercury thermometers and sphygmomanometers in health care: Technical guidance. OMS/ OPS, 2011.
- Sala de Observación del Instituto Geográfico Militar - IGM.
- Servicio de Registro Civil-SERECI, 2016.
- SERVICIO NACIONAL DE REGISTRO Y CONTROL DE LA COMERCIALIZACIÓN DE MINERALES Y METALES SENARECON. La Paz, Bolivia 2015.
- TOOLKIT FOR IDENTIFICATION AND QUANTIFICATION OF MERCURY RELEASES REFERENCE REPORT AND GUIDELINE FOR INVENTORY, LEVEL 2. Version 1.4, January 2017. Ginebra, Suiza 2017.
- Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico. Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos – DEGGIRS. 2016 y 2017.
- Villegas F. Karla; Alfonso Pura. "DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR ACTIVIDADES MINERAS AURÍFERAS EN LA CUENCA DEL RÍO MAPIRI-ÁREA NATURAL DE MANEJO INTEGRADO NACIONAL APOLOBAMBA". Agosto, 2011.
- YPFB Refinación, Informe Técnico, La Paz Bolivia, 2016.

Apéndice 1 – Planillas Parametrizadas del Kit de Herramientas, Nivel 1 y 2 (combinado) y Nivel 2 (rango promedio) para Cálculos del Inventario.

APÉNDICE 1 - HOJAS DE CÁLCULO PARA LOS NIVELES DE INVENTARIO 1

PLANILLA TOOLKIT NIVEL 1 - 2 COMBINADO

INVENTARIO DE MERCURIO PARA (INGRESAR NOMBRE DEL PAÍS):	
Datos generales de población	
Población (seleccionar el país más adelante para obtener la población)	10.426.154
Año y referencia de los datos de población	
PIB (producto interno bruto)	
Año y referencia de los datos del PIB	
Principales sectores de la economía del país (lista)	
Punto de contacto responsable del inventario	
Nombre completo de la institución	
Persona de contacto	
Dirección de correo electrónico	
Número de teléfono	
Número de fax	
Sitio web de la institución	

ANTECEDENTES NECESARIOS PARA LOS CÁLCULOS PREDETERMINADOSY LA PRUEBA DE RANGO			
Obligatorio: Haga clic en la siguiente celda y seleccione un país de la lista	Población en 2010 (o tan reciente como lo permitan los datos disponibles; UNSD, 2012)	Personal odontológico cada 1000 habitantes	Tasa de electrificación,% de población con acceso a la electricidad
Bolivia	10.426.154	0,707	78

Versión: 2015

CONSUMO DE ENERGÍA Y PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLE

Categoría de fuente	¿Fuente presente?	Caudal de actividad		Entrada estimada de Hg, kg Hg/a	Emisiones estimadas de Hg, estimaciones estándar, kg Hg/a						
Consumo de energía	S/N/?	Consumo/ producción anual	Unidad	Estimación estándar	Aire	Agua	Tierra	Subproductos e impurezas	Desechos generales	Tratamiento/ eliminación de desechos específico del sector	N.o de cat.
Combustión de carbón en grandes centrales eléctricas	N		Carbón quemado, t/a	-	-	-	-	-	-	-	5.1.1
Otros usos del carbón	N		Carbón utilizado, t/a	-	-	-	-	-	-	-	5.1.2
Combustión/uso de coque de petróleo y petróleo pesado	N		Producto de petróleo quemado, t/a	-	-	-	-	-	-	-	5.1.3
Combustión/uso de diesel, gasoil, petróleo, querosén, GLP y otros destilados livianos a medios	S	1.775.554,77	Producto de petróleo quemado, t/a	9,77	9,77	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.1.3
Uso de gas natural (industria, energía eléctrica)	S		Gas usado, Nm^3/a	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.1.4
Uso de gas por cañería (domiciliario, GNV)	S		Gas usado, Nm^3/a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.1.4
Producción de energia y calor por combustión de biomasa	S	1.515.000	Biomasa quemada, t/a	45,45	45,45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.1.6
Combustión de carbón vegetal	S	36.000	Carbón vegetal quemado, t/a	4,32	4,32	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.1.6
Producción de combustible											
Extracción de petróleo	S	3.203.980,47	Petróleo crudo producido, t/a	10,89	0,0	2,18	0,0	0,0	0,0	0,0	5.1.3
Refinación de petróleo	S	2.506.954,32	Petróleo crudo refinado, t/a	8,52	2,13	0,09	0,0	0,0	0,0	1,28	5.1.3
Extracción y procesamiento de gas natural	S		Gas producido, Nm^3/a	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.1.4

NOTA: Resultados de las subcategoria Extracción y procesamiento de gas natural, inserto en apartado NIVEL 2

PRODUCCIÓN INTERNA DE METALESY MATERIAS PRIMAS

Categoría de fuente	¿Fuente presente?	Caudal de actividad		Entrada estimada de Hg, kg Hg/a	Emisiones estimadas de Hg, estimaciones estándar, kg Hg/a						
	S/N/?	Consumo/ producción anual	Unidad	Estimación estándar	Aire	Agua	Tierra	Subproductos e impurezas	Desechos generales	Tratamiento/ eliminación de desechos específico del sector	N.o de cat.
Producción de metales primarios											
Extracción (primaria) de mercurio y procesamiento inicial	N		Mercurio producido, t/a	-	-	-	-	-	-	-	5.2.1
Producción de zinc a partir de concentrados	S	0,00	Concentrado usado, t/a	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.2.3
Producción de cobre a partir de concentrados	S	10.746,07	Concentrado usado, t/a	322,4	32,2	6,4	0,0	135,4	0,0	148,3	5.2.4
Producción de plomo a partir de concentrados	S	0,00	Concentrado usado, t/a	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.2.5
Extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación de mercurio	S	24.425	Mineral de oro usado, t/a	366	14,7	7,3	329,7	14,7	0,0	0,0	5.2.6
Producción de alúmina a partir de bauxita (producción de aluminio)	N		Bauxita procesada, t/a	-	-	-	-	-	-	-	5.2.7
Producción primaria de metal ferroso (producción de arrabio)	N		Arrabio producido, t/a	-	-	-	-	-	-	-	5.2.9
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, sin uso de retortas	S		Oro producido, kg/a	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.2.2
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, con uso de retortas	S		Oro producido, kg/a	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.2.2
Producción de otros materiales											
Producción de cemento	S		Cemento producido, t/a	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.3.1
Producción de pasta y papel	S		Biomasa usada para la producción, t/a	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.3.2

NOTA: Resultados de las subcategorías Extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación de Hg y con amalgamación sin uso de retortas, insertos en apartado NIVEL 2
Resultados de las subcategorías Producción de cemento y de pasta y papel, insertos en apartado NIVEL 2

PRODUCCIÓNY PROCESAMIENTO INTERNOS CON UTILIZACIÓN DELIBERADA DE MERCURIO

Categoría de fuente	¿Fuente presente?	Caudal de actividad		Entrada estimada de Hg, kg Hg/a	Emisiones estimadas de Hg, estimaciones estándar, kg Hg/a						
Producción de productos químicos	S/N/?	Consumo/ producción anual	Unidad	Estimación estándar	Aire	Agua	Tierra	Subproductos e impurezas	Desechos generales	Tratamiento/ eliminación de desechos específico del sector	N.o de cat.
Producción de cloro-álcali con celdas de mercurio	N		Cl2 producido, t/a	-	-	-	-	-	-	-	5.4.1
Producción de CVM con catalizador de mercurio	N		CVM producido, t/a	-	-	-	-	-	-	-	5.4.2
Producción de acetaldehído con catalizador de mercurio	N		Acetaldehído producido, t/a	-	-	-	-	-	-	-	5.4.3
Producción de productos con contenido de mercurio											
Termómetros de Hg (médicos, atmosféricos, de laboratorio, industriales, etc.)	N		Mercurio utilizado para producción, kg/a	-	-	-	-	-	-	-	5.5.1
Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	N		Mercurio utilizado para producción, kg/a	-	-	-	-	-	-	-	5.5.2
Fuentes lumínicas con mercurio (fluorescentes, compactas, otras: ver pauta)	N		Mercurio utilizado para producción, kg/a	-	-	-	-	-	-	-	5.5.3
Pilas con mercurio	N		Mercurio utilizado para producción, kg/a	-	-	-	-	-	-	-	5.5.4
Manómetros e indicadores con mercurio	N		Mercurio utilizado para producción, kg/a	-	-	-	-	-	-	-	5.6.2
Biocidas y pesticidas con mercurio	N		Mercurio utilizado para producción, kg/a	-	-	-	-	-	-	-	5.5.5
Pinturas con mercurio	N		Mercurio utilizado para producción, kg/a	-	-	-	-	-	-	-	5.5.6
Cremas y jabones aclarantes de la piel con productos químicos con mercurio	N		Mercurio utilizado para producción, kg/a	-	-	-	-	-	-	-	5.5.7

ORGANIZACIÓN DEL MANEJO DE DESECHOS GENERALES EN EL PAÍS

¿Qué porcentaje de los desechos se recoge y trata en condiciones controladas?	S/N	Responda según su mejor estimación (puede revisar la respuesta una vez que tenga datos más específicos).							
¿Más de 2/3 (dos tercios; 67%) de los desechos generales se recogen y depositan en vertederos revestidos o son incinerados con reducción de la contaminación?	S								

MANEJO DE DESECHOSY RECICLAJE

Categoría de fuente	¿Fuente presente?	Caudal de actividad		Entrada estimada de Hg, kg Hg/a	Emisiones estimadas de Hg, estimaciones estándar, kg Hg/a						
Producción de metales reciclados	S/N/?	Producción anual /eliminación de desechos	Unidad	Estimación estándar	Aire	Agua	Tierra	Subproductos e impurezas	Desechos generales	Tratamiento/ eliminación de desechos específico del sector	N.o de cat.
Producción de mercurio reciclado (“producción secundaria”)	N		Mercurio producido, kg/a	-	-	-	-	-	-	-	5.7.1
Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero)	N		Número de vehículos reciclados/a	-	-	-	-	-	-	-	5.7.2
Incineración de desechos											
Incineración de desechos municipales o generales	N		Incineración de desechos, t/a	-	-	-	-	-	-	-	5.8.1
Incineración residuos peligrosos	S		Incineración de desechos, t/a	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.8.2
Incineración y quema al aire libre de desechos médicos	N		Incineración de desechos, t/a	-	-	-	-	-	-	-	5.8.3
Incineración de lodos residuales	N		Incineración de desechos, t/a	-	-	-	-	-	-	-	5.8.4
Quema al aire libre de desechos (en vertederos y de manera informal)	S	120.619	Desechos quemados, t/a	603,1	603,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.8.5
Depósito/vertido de desechos y tratamiento de aguas residuales											
Vertederos o depósitos controlados	S	821.515	Desechos vertidos, t/a	4.108	41,1	0,4	0,0	-	-	-	5.9.1
Vertido informal de desechos generales *1	S	361.858	Desechos vertidos, t/a	1.809	180,9	180,9	1.447,4	-	-	-	5.9.4
Sistema/tratamiento de aguas residuales	S		Aguas residuales, m3/a	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.9.5

NOTA: Resultados de las subcategorias incineración residuos peligrosos y sistema/tratamiento de aguas residuales, insertos en el NIVEL 2

CREMATORIOS Y CEMENTERIOS

Categoría de la fuente	¿Fuente presente?	Caudal de actividad		Entrada estimada de Hg, kg Hg/a	Emisiones estimadas de Hg, estimaciones estándar, kg Hg/a						
Crematorios y cementerios	S/N/?	Cantidad anual de fallecidos	Unidad	Estimación estándar	Aire	Agua	Tierra	Subproductos e impurezas	Desechos generales	Tratamiento/eliminación de desechos específico del sector	N.o de cat.
Crematorios	S	5.560	Cadáveres cremados/a	14	13,9	0,0	0,0	-	0,0	0,0	5.10.1
Cementerios	S	50.108	Cadáveres enterrados/a	125	0,0	0,0	125,3	-	0,0	0,0	5.10.2

CONSUMO GENERAL DE MERCURIO EN PRODUCTOS, COMO MERCURIO METÁLICO Y SUSTANCIAS QUE CONTIENEN MERCURIO

Categoría de fuente	¿Fuente presente?	Caudal de actividad		Entrada estimada de Hg, kg Hg/a	Emisiones estimadas de Hg, estimaciones estándar, kg Hg/a						
	S/N/?	Consumo anual/ población	Unidad	Estimación estándar	Aire	Agua	Tierra	Subproductos e impurezas	Desechos generales	Tratamiento/ eliminación de desechos específico del sector	N.o de cat.
Uso y desecho de productos con contenido de mercurio											
Empastes de amalgamas dentales (empastes de “plata”)	S			1.778,22	35,6	590,4	85,4	64,0	298,7	298,7	5.6.1
Preparaciones de empastes en clínicas odontológicas		10.426.154	Número de habitantes		35,6	249,0	0,0	0,0	213,4	213,4	
Uso: de empastes que ya están en la boca		10.426.154	Número de habitantes		0,0	21,3	0,0	0,0	0,0	0,0	
Desecho (dientes perdidos y extraídos)		10.426.154	Número de habitantes		0,0	320,1	85,4	64,0	85,4	85,4	
		0,707	Cantidad de personal odontológico cada 1000 habitantes								
Termómetros	S	0		0	?	?	?	?	?	?	5.5.1
Termómetros médicos de Hg	S	0	Artículos vendidos/a	0							
Otros termómetros de vidrio de Hg (aire, laboratorio, lechería, etc.)	?		Artículos vendidos/a	?							
Termómetros de Hg para control de motores y demás termómetros de Hg de gran tamaño de uso industrial o especializado	?		Artículos vendidos/a	?							5.5.1
Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	?	10.426.154	Número de habitantes	?	?	?	?	?	?	?	5.5.2
		78	tasa de electrificación, %								
Fuentes de luz con mercurio	S	295.180	Artículos vendidos/a	6,64	2,10	0,00	0,00	0,00	4,54	0,00	5.5.3
Tubos fluorescentes (de doble terminal)	S	0	Artículos vendidos/a	0							
Lámpara compacta fluorescente (de un solo terminal)	S	0	Artículos vendidos/a	0							
Otras fuentes de luz con contenido de Hg (ver pauta)	S	295.180	Artículos vendidos/a	6,64							
Pilas con mercurio	S	1	t pilas vendidas/a	6,09	0,00	0,00	0,00	0,00	6,09	0,00	5.5.4
Óxido de mercurio (celdas de botón y de otros tamaño); también llamadas “celdas de mercurio y zinc”	S	0	Pilas vendidas, t/a	0							
Otras celdas de botón (zinc-aire, celdas de botón alcalinas, plata-óxido)	S	0,87	Pilas vendidas, t/a	6,09							

Nota: Resultacdos de las subcategorias termometros, tubos fluorescentes, lampara compacta fluorescente, pilas de oxido de mercurio y poliuretano insertos en el nivel 2

Otras pilas con mercurio (pilas cilíndricas alcalinas comunes, de permanganato, etc.; ver pauta)	?		Pilas vendidas, t/a	?							
Poliuretano (PU, PUR) producido con catalizador de mercurio	?	10.426.154	Número de habitantes	?	?	?	?	?	?	?	5.5.5.
		78	Tasa de electrificación, %								
Pinturas con conservantes de mercurio	?		Pintura vendida, t/a	?	?	?	?	?	?	?	5.5.7
Cremas y jabones aclarantes de la piel con productos químicos con mercurio	?		Crema o jabón vendido, t/a	?	?	?	?	?	?	?	5.5.8
Dispositivos médicos para tomar la presión sanguínea (esfingomanómetros de mercurio)	?		Artículos vendidos/a	?	?	?	?	?	?	?	5.6.2
Otros manómetros e indicadores con mercurio	S	10.426.154	Número de habitantes	40,40	4,00	12,10	0,00	0,00	24,20	0,00	5.6.2
		78	Tasa de electrificación, %								
Productos químicos de laboratorio	S	10.426.154	Número de habitantes	80,80	0,0	26,7	0,0	0,0	26,7	27,5	5.6.3
		78	Tasa de electrificación, %								
Demás equipos médicos y de laboratorio con mercurio	S	10.426.154	Número de habitantes	323,21	0,00	106,70	0,00	0,00	106,70	109,90	5.6.3, 5.6.5
		78	Tasa de electrificación, %								

NOTA: Resultados de las subcategorias termometros, tubos fluorescentes, lampara compacta fluorescente, pilas de oxido de mercurio y poliuretano insertos en el NIVEL 2

Categoría de fuente		Entrada de Hg	Ingrese las emisiones de Hg calculadas en kg Hg/a					
	N.o de categoría de fuente	Ingrese las entradas de Hg calculadas en kg Hg/a	Aire	Agua	Tierra	Subproductos e impurezas	Desechos generales	Tratamiento/ eliminación de desechos específicos del sector
Consumo de energía								
Combustión de carbón en grandes centrales eléctricas	5.1.1							
Otros usos del carbón	5.1.2							
Combustión/uso de coque de petróleo y petróleo pesado	5.1.3							
Combustión/uso de diesel, gasoil, petróleo, querosén, GLP y otros destilados livianos a medios	5.1.3							
Uso de gas natural (industria, energía eléctrica)	5.1.4	2,27						
Uso de gas por cañería (domiciliario, GNV)	5.1.4	1,05						
Producción de energia y calor por combustión de biomasa	5.1.6							
Combustión de carbón vegetal	5.1.6							
Producción de combustible								
Extracción de petróleo	5.1.3							
Refinación de petróleo	5.1.3							
Extracción y procesamiento de gas natural	5.1.4	1.596,12	160,96	319,22	0,00	164,98	0,00	950,96
Producción de metales primarios								
Extracción (primaria) de mercurio y procesamiento inicial	5.2.1							
Producción de zinc a partir de concentrados	5.2.3							
Producción de cobre a partir de concentrados	5.2.4							
Producción de plomo a partir de concentrados	5.2.5							
Extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación de mercurio	5.2.6							
Producción de alúmina a partir de bauxita (producción de aluminio)	5.2.7							
Producción primaria de metal ferroso (producción de arrabio)	5.2.9							
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, sin uso de retortas	5.2.2	37.579,20	10.146,38	14.625,82	12.806,99	0,00	0,00	0,00
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, con uso de retortas	5.2.2	150,32	30,06	60,13	60,13	0,00	0,00	0,00
Producción de otros materiales								
Producción de cemento	5.3.1	367,06	220,24	0,00	0,00	73,41	0,00	73,41
Producción de pasta y papel	5.3.2	0,18	0,16	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Producción de productos químicos								
Producción de cloro-álcali con celdas de mercurio	5.4.1							
Producción de CVM con catalizador de mercurio	5.4.2							
Producción de acetaldehído con catalizador de mercurio	5.4.3							
Producción de productos con contenido de mercurio								
Termómetros de Hg (médicos, atmosféricos, de laboratorio, industriales, etc.)	5.5.1							
Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	5.5.2							
Fuentes lumínicas con mercurio (fluorescentes, compactas, otras: ver pauta)	5.5.3							
Pilas con mercurio	5.5.4							
Manómetros e indicadores con mercurio	5.6.2							
Biocidas y pesticidas con mercurio	5.5.5							
Pinturas con mercurio	5.5.6							
Cremas y jabones aclarantes de la piel con productos químicos con mercurio	5.5.7							
Uso y desecho de productos con contenido de mercurio								
Empastes de amalgamas dentales (empastes de “plata”)	5.6.1							
Termómetros	5.5.1	340,08	46,59	102,02	25,17	0,00	166,30	0,00
Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	5.5.2	1.097,87	191,03	0,00	231,65	0,00	675,19	0,00
Fuentes de luz con mercurio	5.5.3	34,87	4,97	0,00	3,87	0,00	26,03	0,00
Pilas con mercurio	5.5.4	12,80	1,18	0,00	1,18	0,00	10,43	0,00
Poliuretano (PU, PUR) producido con catalizador de mercurio	5.5.5.	243,97	33,42	16,71	36,11	0,00	157,73	0,00
Pinturas con conservantes de mercurio	5.5.7							
Cremas y jabones aclarantes de la piel con productos químicos con mercurio	5.5.8							
Dispositivos médicos para tomar la presión sanguínea (esfingomanómetros de mercurio)	5.6.2							
Otros manómetros e indicadores con mercurio	5.6.2							
Productos químicos de laboratorio	5.6.3							
Demás equipos médicos y de laboratorio con mercurio	5.6.3, 5.6.5							
Producción de metales reciclados								
Producción de mercurio reciclado (“producción secundaria”)	5.7.1							
Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero)	5.7.2							
Incineración de desechos								
Incineración de desechos municipales/generales*1	5.8.1							
Incineración de residuos peligrosos*1	5.8.2	4,25	2,13	0,00	0,00	0,00	0,00	2,13
Incineración de desechos médicos*1	5.8.3							
Incineración de lodos residuales*1	5.8.4							
Quema al aire libre de desechos (en vertederos y de manera informal)*1	5.8.5							
Depósito/vertido de desechos y tratamiento de aguas residuales								
Vertederos o depósitos controlados *1	5.9.1							
Vertido informal de desechos generales *1*2	5.9.4							
Sistema/tratamiento de aguas residuales *3	5.9.5	594,54	0,00	487,52	0,00	0,00	83,24	23,78
Crematorios y cementerios								
Crematorios	5.10.1							
Cementerios	5.10.2							

Fuentes varias de emisión de mercurio no cuantificadas en el nivel de inventario 1	
Categoría de fuente	¿Fuente presente?
	S/N/?
Combustión de esquisto bituminoso	N
Combustión de turba	?
Producción de energía geotérmica	S
Producción de otros metales reciclados	N
Producción de cal	S
Producción de conglomerados de poco peso (trozos de arcilla quemada destinados a la construcción)	N
Producción de otros productos químicos (excluyendo cloro e hidróxido de sodio) en instalaciones de cloro-álcali con tecnología de celdas de mercurio	N
Producción de poliuretano con catalizadores de mercurio	N
Recubrimiento de semillas con productos químicos con mercurio	N
Semiconductores de detección de infrarrojos	N
Tubos Bougie y Cantor (de uso médico)	N
Usos educativos	N
Giroscopios con mercurio	N
Bombas de vacío con mercurio	N
Mercurio usado en rituales religiosos (amuletos y otros usos)	?
Mercurio usado en medicinas tradicionales (ayurvédica y otras) y en la medicina homeopática	?
Uso de mercurio como refrigerante en ciertos sistemas de enfriamiento	N
Faros (rodamientos niveladores en luces de navegación marina)	N
Mercurio en grandes rodamientos de piezas mecánicas giratorias en, por ejemplo, plantas más antiguas de tratamiento de aguas residuales.	N
Curtido	N
Pigmentos	N
Productos para dorar y grabar acero	N
Ciertos tipos de papel para fotografías en color	?
Amortiguadores del retroceso en rifles	N
Explosivos (fulminato de mercurio, entre otros)	N
Fuegos artificiales	N
Juguetes de escritorio	N

NIVEL DE INVENTARIO 1 - RESUMEN EJECUTIVO

Categoría de fuente	Entrada estimada de Hg, kg Hg/a	Emisiones estimadas de Hg, estimaciones estándar, kg Hg/a							Porcentaje de emisiones totales *3*4
		Aire	Agua	Tierra	Subproductos e impurezas	Desechos generales	Tratamiento/eliminación de desechos específicos del sector	Emisiones totales *3*4*5	
Combustión de carbón y otros usos de carbón	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0%
Combustión de otros combustibles fósiles y biomasa	62,9	59,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60	0,1%
Producción de petróleo y gas	1.615,5	163,1	321,5	0,0	165,0	0,0	952,2	1.602	4%
Producción primaria de metales (excepto producción de oro mediante amalgamación)	688,8	46,9	13,8	329,7	150,1	0,0	148,3	689	2%
Extracción de oro con aleación de mercurio	37.729,5	10.176,4	14.686,0	12.867,1	0,0	0,0	0,0	37.730	83%
Producción de otros materiales	367,2	220,4	0,0	0,0	73,4	0,0	73,4	367	0,8%
Producción de cloro-álcali con celdas de mercurio	-	-	-	-	-	-	-	0	0,0%
Otra producción de productos químicos y polímeros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0%
Producción de productos con contenido de mercurio*1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0%
Aplicación, uso y eliminación de rellenos para amalgamas dentales	1.778,2	35,6	590,4	85,4	64,0	298,7	298,7	1.373	3,0%
Uso y eliminación de otros productos	2.174,0	281,2	264,2	298,0	0,0	1.193,3	137,4	2.174	4,8%
Producción de metales reciclados	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0%
Incineración de desechos y quema de desechos al aire libre*2	607,3	605,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	607	1,3%
Depósito de desechos*2	4.107,6	41,1	0,4	0,0	-	-	-	41,5	0,09%
Vertido informal de desechos generales *2*3	1.809,3	180,9	180,9	1.447,4	-	-	-	362	0,8%
Sistema/tratamiento de aguas residuales *4	594,5	0,0	487,5	0,0	0,0	83,2	23,8	107	0,2%
Crematorios y cementerios	139,2	13,9	0,0	125,3	0,0	0,0	0,0	139	0,3%
TOTALES (redondeados) *1*2*3*4*5	45.190	11.820	16.060	13.710	450	1.580	1.640	45.685	99,05%

NIVEL DE INVENTARIO 1 - FUETES DE MERCURIO IDENTIFICADAS	
Categoría de fuente	¿Fuente presente?
	S/N/?
Consumo de energía	
Combustión de carbón en grandes centrales eléctricas	N
Otros usos del carbón	N
Combustión/uso de coque de petróleo y petróleo pesado	N
Combustión/uso de diesel, gasoil, petróleo, querosén, GLP y otros destilados livianos a medios	S
Uso de gas natural (industria, energía eléctrica)	S
Uso de gas por cañería (domiciliario, GNV)	S
Energía y producción de calor de biomasa	S
Combustión de carbón vegetal	S
Producción de combustible	
Extracción de petróleo	S
Refinación de petróleo	S
Extracción y procesamiento de gas natural	S
Producción de metales primarios	
Extracción (primaria) de mercurio y procesamiento inicial	N
Producción de zinc a partir de concentrados	S
Producción de cobre a partir de concentrados	S
Producción de plomo a partir de concentrados	S
Extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación de mercurio	S
Producción de alúmina a partir de bauxita (producción de aluminio)	N
Producción primaria de metal ferroso (producción de arrabio)	N
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, sin uso de retortas	S
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, con uso de retortas	S
Producción de otros materiales	
Producción de cemento	S
Producción de pasta y papel	S
Producción de productos químicos	
Producción de cloro-álcali con celdas de mercurio	N
Producción de CVM con catalizador de mercurio	N
Producción de acetaldehído con catalizador de mercurio	N
Producción de productos con contenido de mercurio	
Termómetros de Hg (médicos, atmosféricos, de laboratorio, industriales, etc.)	N
Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	N
Fuentes lumínicas con mercurio (fluorescentes, compactas, otras: ver pauta)	N
Pilas con mercurio	N
Manómetros e indicadores con mercurio	N
Biocidas y pesticidas con mercurio	N
Pinturas con mercurio	N
Cremas y jabones aclarantes de la piel con productos químicos con mercurio	N
Uso y desecho de productos con contenido de mercurio	
Empastes de amalgamas dentales (empastes de “plata”)	S
Termómetros	S
Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	?
Fuentes de luz con mercurio	S
Pilas con mercurio	S
Poliuretano (PU, PUR) producido con catalizador de mercurio	?
Pinturas con conservantes de mercurio	?
Cremas y jabones aclarantes de la piel con productos químicos con mercurio	?
Dispositivos médicos para tomar la presión sanguínea (esfingomanómetros de mercurio)	?
Otros manómetros e indicadores con mercurio	S
Productos químicos de laboratorio	S
Demás equipos médicos y de laboratorio con mercurio	S
Producción de metales reciclados	
Producción de mercurio reciclado (“producción secundaria”)	N
Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero)	N
Incineración de desechos	
Incineración de desechos municipales o generales	N
Incineración residuos peligrosos	S
Incineración y quema al aire libre de desechos médicos	N
Incineración de lodos residuales	N
Quema al aire libre de desechos (en vertederos y de manera informal)	S
Depósito/vertido de desechos y tratamiento de aguas residuales	
Vertederos o depósitos controlados	S
Vertido informal de desechos generales *1	S
Sistema/tratamiento de aguas residuales	S
Crematorios y cementerios	
Crematorios	S
Cementerios	S

NIVEL DE INVENTARIO 1 - RESUMEN DE ENTRADAS DE MERCURIO

Categoría de fuente	¿Fuente presente?			Entrada estimada de Hg, kg Hg/a
	S/N/?	Tasa de actividad	Unidad	Estimación estándar
Consumo de energía				
Combustión de carbón en grandes centrales eléctricas	N	0	Carbón quemado, t/a	-
Otros usos del carbón	N	0	Carbón utilizado, t/a	-
Combustión/uso de coque de petróleo y petróleo pesado	N	0	Producto de petróleo quemado, t/a	-
Combustión/uso de diesel, gasoil, petróleo, querosén, GLP y otros destilados livianos a medios	S	1.775.555	Producto de petróleo quemado, t/a	10
Uso de gas natural (industria, energía eléctrica)	S	0	Gas usado, Nm^3/a	2
Uso de gas por cañería (domiciliario, GNV)	S	0	Gas usado, Nm^3/a	1
Energía y producción de calor de biomasa	S	1.515.000	Biomasa quemada, t/a	45
Combustión de carbón vegetal	S	36.000	Carbón vegetal quemado, t/a	4
Producción de combustible				
Extracción de petróleo	S	3.203.980	Petróleo crudo producido, t/a	11
Refinación de petróleo	S	2.506.954	Petróleo crudo refinado, t/a	9
Extracción y procesamiento de gas natural	S	0	Gas producido, Nm^3/a	1.596
Producción de metales primarios				
Extracción (primaria) de mercurio y procesamiento inicial	N	0	Mercurio producido, t/a	-
Producción de zinc a partir de concentrados	S	0	Concentrado usado, t/a	0
Producción de cobre a partir de concentrados	S	10.746	Concentrado usado, t/a	322
Producción de plomo a partir de concentrados	S	0	Concentrado usado, t/a	0
Extracción de oro por métodos distintos a la amalgamación de mercurio	S	24.425	Mineral de oro usado, t/a	366
Producción de alúmina a partir de bauxita (producción de aluminio)	N	0	Bauxita procesada, t/a	-
Producción primaria de metal ferroso (producción de arrabio)	N	0	Arrabio producido, t/a	-
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, sin uso de retortas	S	0	Oro producido, kg/a	37.579
Extracción de oro con amalgamación de mercurio, con uso de retortas	S	0	Oro producido, kg/a	150
Producción de otros materiales				
Producción de cemento	S	0	Cemento producido, t/a	367
Producción de pasta y papel	S	0	Biomasa usada para la producción, t/a	0
Producción de productos químicos				
Producción de cloro-álcali con celdas de mercurio	N	0	Cl2 producido, t/a	-
Producción de CVM con catalizador de mercurio	N	0	CVM producido, t/a	-
Producción de acetaldehído con catalizador de mercurio	N	0	Acetaldehído producido, t/a	-
Producción de productos con contenido de mercurio				
Termómetros de Hg (médicos, atmosféricos, de laboratorio, industriales, etc.)	N	0	Mercurio utilizado para producción, kg/a	-
Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	N	0	Mercurio utilizado para producción, kg/a	-
Fuentes lumínicas con mercurio (fluorescentes, compactas, otras: ver pauta)	N	0	Mercurio utilizado para producción, kg/a	-
Pilas con mercurio	N	0	Mercurio utilizado para producción, kg/a	-
Manómetros e indicadores con mercurio	N	0	Mercurio utilizado para producción, kg/a	-

Biocidas y pesticidas con mercurio	N	0	Mercurio utilizado para producción, kg/a	-
Pinturas con mercurio	N	0	Mercurio utilizado para producción, kg/a	-
Cremas y jabones aclarantes de la piel con productos químicos con mercurio	N	0	Mercurio utilizado para producción, kg/a	-
Uso y desecho de productos con contenido de mercurio				
Empastes de amalgamas dentales (empastes de “plata”)	S	10.426.154	Número de habitantes	1.778
Termómetros	S	0	Artículos vendidos/a	340
Conmutadores eléctricos y relés con mercurio	?	10.426.154	Número de habitantes	1.098
Fuentes de luz con mercurio	S	295.180	Artículos vendidos/a	35
Pilas con mercurio	S	1	t pilas vendidas/a	13
Poliuretano (PU, PUR) producido con catalizador de mercurio	?	10.426.154	Número de habitantes	244
Pinturas con conservantes de mercurio	?	0	Pintura vendida, t/a	?
Cremas y jabones aclarantes de la piel con productos químicos con mercurio	?	0	Crema o jabón vendido, t/a	?
Dispositivos médicos para tomar la presión sanguínea (esfingomanómetros de mercurio)	?	0	Artículos vendidos/a	?
Otros manómetros e indicadores con mercurio	S	10.426.154	Número de habitantes	40
Productos químicos de laboratorio	S	10.426.154	Número de habitantes	81
Demás equipos médicos y de laboratorio con mercurio	S	10.426.154	Número de habitantes	323
Producción de metales reciclados				
Producción de mercurio reciclado (“producción secundaria”)	N	0	Mercurio producido, kg/a	-
Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero)	N	0	Número de vehículos reciclados/a	-
Incineración de desechos				
Incineración de desechos municipales o generales	N	0	Incineración de desechos, t/a	-
Incineración residuos peligrosos	S	0	Incineración de desechos, t/a	4
Incineración y quema al aire libre de desechos médicos	N	0	Incineración de desechos, t/a	-
Incineración de lodos residuales	N	0	Incineración de desechos, t/a	-
Quema al aire libre de desechos (en vertederos y de manera informal)	S	120.619	Desechos quemados, t/a	603
Depósito/vertido de desechos y tratamiento de aguas residuales				
Vertederos o depósitos controlados	S	821.515	Desechos vertidos, t/a	4.108
Vertido informal de desechos generales *1	S	361.858	Desechos vertidos, t/a	1.809
Sistema/tratamiento de aguas residuales	S	0	Aguas residuales, m3/a	595
Crematorios y cementerios				
Crematorios	S	5.560	Cadáveres cremados/a	14
Cementerios	S	50.108	Cadáveres enterrados/a	125
TOTAL de entradas cuantificadas*1*2*3				45.190

APÉNDICE 1 - HOJAS DE CÁLCULO PARA LOS NIVELES DE INVENTARIO 2

- **NIVEL 2-RANGO PROMEDIO - COMPLETO**

Hoja de cálculo del nivel de inventario 2 del kit de herramientas del PNUMA para la identificación y cuantificación de emisiones de mercurio

TOOLKIT NIVEL 2 (RANGO PROMEDIO)

C	Sub-Cat.	Categoría /fase de la fuente	¿Existe? (s/n/?)	Factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar el factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar la tasa de actividad	Unidad	Entrada calc. de Hg	Unidad	"Escenarios de salida (cuando corresponda):	Ingresar la entrada de Hg
5.1		Categoría de fuente: Extracción y uso de combustibles/ fuentes de energía	N										
	5.1.1	Combustión de carbón en centrales eléctricas	N										
		/Lavado de carbón (a	N	0,05-0,5	g Hg/t	0,15	g Hg/t		Carbón, t/a	0,0	kg Hg/a		
		/Combustión (a	N										
		- de carbón de antracita (duro)	N	0.05-0.5 (a	g Hg/t	0,15	g Hg/t		Carbón, t/a	0	kg Hg/a (a	Combustión de antracita	
												Nivel 0: ninguno	
												Nivel 1: CCA simple para material particulado: PES/DP/CIC	
												Nivel 2: Material particulado (FT)	
												Nivel 3: CCA eficiente: MP+ASP/DGEh	
												Nivel 4: CCA muy eficiente: MP+DGC+RCS	
												Nivel 5: filtros específicos para mercurio	
		- de carbón bituminoso (duro)	N	0,05-0,5 (a	g Hg/t	0,15	g Hg/t		Carbón, t/a		kg Hg/a (a	Combustión de carbón bituminoso	
												Nivel 0: ninguno	
												Nivel 1: CCA simple para material particulado: PES/DP/CIC	
												Nivel 2: Material particulado (FT)	
												Nivel 3: CCA eficiente: MP+ASP/DGEh	
												Nivel 4: CCA muy eficiente: MP+DGE+RCS	
												Nivel 5: filtros específicos para mercurio	
		- de carbón sub-bituminoso (pardo)	N	0,05-0,5 (a	g Hg/t	0,15	g Hg/t		Carbón, t/a	0	kg Hg/a (a	Combustión de carbón sub-bituminoso	
												Nivel 0: ninguno	
												Nivel 1: CCA simple para material particulado: PES/DP/CIC	
												Nivel 2: Material particulado (FT)	
												Nivel 3: CCA eficiente: MP+ASP/DGEh	
												Nivel 4: CCA muy eficiente: MP+DGE+RCS	
												Nivel 5: filtros específicos para mercurio	
		- de carbón lignito (pardo)	N	0,05-0,5 (a	g Hg/t	0,15	g Hg/t		Carbón, t/a	0	kg Hg/a (a	Combustión de lignito	
												Nivel 0: ninguno	
												Nivel 1: CCA simple para material particulado: PES/DP/CIC	
												Nivel 2: Material particulado (FT)	
												Nivel 3: CCA eficiente: MP+ASP/DGEh	
												Nivel 4: CCA muy eficiente: MP+DGE+RCS	
												Nivel 5: filtros específicos para mercurio	
	5.1.2	Otro uso del carbón	N										
		Producción de coque	N	0,05-0,5	g Hg/t	0,15	g Hg/t		Carbón, t/a	0	kg Hg/a		
		Combustión de carbón	N										
		/Lavado de carbón (a	N	0,05-0,5	g Hg/t	0,15	g Hg/t		Carbón, t/a	0,0	kg Hg/a		0
		/Combustión (a	N										
		- de carbones duros (antracita y bituminoso)	N	0,05-0,5 (a	g Hg/t	0,15	g Hg/t		Carbón, t/a	0,0	kg Hg/a (a	Combustión de carbones duros	
												Nivel 0: ninguno	
												Nivel 1: CCA simple para material particulado: PES/DP/CIC	
												Nivel 2: Material particulado (FT)	
												Nivel 3: CCA eficiente: MP+ASP/DGEh	

	Ingresar los factores de distribución de salida (sin unidades)						Salida calculada de Hg, kg/a					
Unidad	Aire	Agua	Tierra	Productos	Desechos generales	Tratamiento/eliminación específico del sector	Aire	Agua	Tierra	Productos	Desechos generales	Tratamiento/eliminación específico del sector
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a		0,01		0,8	0,19		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a												
kg Hg/a	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,75					0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,5					0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,35					0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,3					0,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,03					0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a												
kg Hg/a	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,75					0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,5					0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,35					0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,1					0,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,03					0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a												
kg Hg/a	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,9					0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,5					0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,6					0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,75					0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,25					0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a												
kg Hg/a	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,98					0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,95					0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,8					0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,8					0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kg Hg/a	0,25					0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,01		0,8	0,19		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,75					0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,5					0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,5					0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

											Nivel 4: CCA muy eficiente: MP+DGE+RCS	
											Nivel 5: específicos para mercurio	
	- de carbón sub-bituminoso (pardo)	N	0,05-0,5 (a	g Hg/t	0,15	g Hg/t		Carbón, t/a	0,0	kg Hg/a (a	Combustión de carbón sub-bituminoso	
											Nivel 0: ninguno	
											Nivel 1: CCA simple para material particulado: PES/DP/CIC	
											Nivel 2: Material particulado (FT)	
											Nivel 3: CCA eficiente: MP+ASP/DGEh	
											Nivel 4: CCA muy eficiente: MP+DGE+RCS	
											Nivel 5: específico del mercurio	
	- de carbón lignito (pardo)	N	0,05-0,2 (a	g Hg/t	0,1	g Hg/t		Carbón, t/a	0,0	kg Hg/a (a	Combustión de lignito	
											Nivel 0: ninguno	
											Nivel 1: CCA simple para material particulado: PES/DP/CIC	
											Nivel 2: Material particulado (FT)	
											Nivel 3: CCA eficiente: MP+ASP/DGEh	
											Nivel 4: CCA muy eficiente: MP+DGE+RCS	
											Nivel 5: específico del mercurio	
5.1.3	Aceites minerales: extracción, refinación y uso	S										
	/Extracción	S	1 - 66	mg Hg/t	33,5	mg Hg/t		Petróleo, t/a	0,00			
	/Refinación	S	1 - 66	mg Hg/t	33,5	mg Hg/t		Petróleo, t/a	0,00	kg Hg/a		
	/Uso de petróleo pesado y coque de petróleo:	N										
	Usos (sin incluir la combustión)	N	10 - 100	mg Hg/t	55	mg Hg/t		Petróleo, t/a	0	kg Hg/a		
	Instalaciones de combustión de petróleo		10 - 100	mg Hg/t	55	mg Hg/t		Petróleo, t/a	0,0	kg Hg/a	Instalación de combustión de petróleo sin ningún control de las emisiones	
											Instalación de combustión de petróleo con control de MP usando un PES o depurador	
											Centrales eléctricas con PES y DGE	
	/Uso de gasolina, diesel, fueloil liviano, querecosén, gas licuado de petróleo (GLP) y otros destilados livianos a medios:	S										
	Transporte y otros susos, sin incluir la combustión	S	1 - 10	mg Hg/t	5,5	mg Hg/t		Petróleo, t/a	0,00	kg Hg/a		
	Calefacción residencial sin controles	S	1 - 10	mg Hg/t	5,5	mg Hg/t		Petróleo, t/a	0,00	kg Hg/a		
	Otras instalaciones de combustión de petróleo	S	1 - 10	mg Hg/t	5,5	mg Hg/t		Petróleo, t/a	0,00	kg Hg/a	Instalación de combustión de petróleo sin ningún control de las emisiones	
											Instalación de combustión de petróleo con control de MP usando un PES o depurador	
											Centrales eléctricas con PES y DGE	
5.1.4	Gas natural: extracción, refinación y uso	S										
	/Extracción/refinación	S	2 - 200	µg Hg/ Nm3 gas	101	µg Hg/ Nm3 gas	22.386.004.163	Gas, Nm3/a	1.596,12	kg Hg/a	Procesamiento de gas sin eliminación de mercurio	
											Procesamiento de gas con eliminación de mercurio	
					101	70%	15.670.202.914		1.582,69		Procesamiento de gas con eliminación de mercurio	1.582,69
					2	30%	6.715.801.249		13,43		Procesamiento de gas sin eliminación de mercurio	13,43
	/Uso de gas natural (industria, energía eléctrica)	S	2 - 200	µg Hg/ Nm3 gas	0,6	µg Hg/ Nm3 gas	3.785.050.000	Gas, Nm3/a	2,27	kg Hg/a		2,27
	/Uso de gas por cañería (domiciiario, GNV)	S	0,03 - 0,4	µg Hg/ Nm3 gas	0,6	µg Hg/ Nm3 gas	1.741.816.237	Gas, Nm3/a	1,05	kg Hg/a		1,05
					2		3.785.050.000					
					0,4		1.741.816.237					

	0,1					0,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,03					0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,95					0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,5					0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,7					0,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,8					0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,25					0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,95					0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,5					0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,7					0,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,8					0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,25					0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,2					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,25	0,01				0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,9					0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,5					0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,9					0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,5					0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
							325,23	638,45	0,00	329,97	0,00	1.901,91
	0,2	0,2		0,5		0,1						
	0,1	0,2		0,1		0,6						
	0,1	0,2		0,1		0,6	158,27	316,54	0,00	158,27	0,00	949,61
	0,2	0,2		0,5		0,1	2,69	2,69	0,00	6,72	0,00	1,34
							160,96	319,22	0,00	164,98	0,00	950,96
	1						2,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1						1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1											
	1											

	5.1.5	Otros combustibles fósiles: extracción y uso	N										
		Combustión de turba	N	40 - 193	mg Hg/t (peso en seco)	117	mg Hg/t (peso en seco)		Turba, t/a	0,0	kg Hg/a		
		Uso de esquisto bituminoso	N			?	?		Esquisto bituminoso, t/a	?	kg Hg/a		
		Combustión de otros combustibles fósiles	N										
	5.1.6	Energía y producción de calor de biomasa	S	0.007-0.07	g Hg/t (peso en seco)	0,039	g Hg/t (peso en seco)		Biomasa, t (peso en seco)/a	0,00	kg Hg/a		
		Combustión de carbón vegetal	S	4 x conc. en biomasa	g Hg/t (peso en seco)	0,154	g Hg/t (peso en seco)		Carbón vegetal, t (peso en seco)/a	0,00	kg Hg/a		
	5.1.7	Producción de energía geotérmica	N	?	?	?	?		?	?	kg Hg/a		

							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1											
	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

TOOLKIT NIVEL 2 (RANGO PROMEDIO)

C	Sub - Cat	Categoría /fase de la fuente	¿Existe? (s/n/?)	Factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar el factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar la tasa de actividad	Unidad	Entrada calc. de Hg	Unidad
5.2		Categoría de la fuente: Producción de metales primarios (vírgenes)									
	5.2.1	Extracción (primaria) de mercurio y procesamiento inicial (a	n	1020-1040	kg Hg/t Hg producido	1030	kg Hg/t Hg producido	0	Hg producido, t/a	0	kg Hg/a a)
	5.2.2	Extracción de oro (y plata) con procesos de amalgamación de mercurio									
		/A partir del mineral entero		3	kg Hg/kg oro producido	3	kg Hg/kg oro producido	12025,344	Oro producido, kg/a	36076,03	kg Hg/a
		/A partir de concentrados		1	kg Hg/kg oro producido	1	kg Hg/kg oro producido	1.503,17	Oro producido, kg/a	1503,17	kg Hg/a
		/A partir de concentrados y con uso de retortas		0.1	kg Hg/kg oro producido	0,1	kg Hg/kg oro producido	1.503,17	Oro producido, kg/a	150,32	kg Hg/a
	5.3.3	Extracción y procesamiento inicial de cinc						15031,68		37.729,52	
		/Minería y concentración		?	?	?	?				kg Hg/a
		/Producción de cinc a partir de concentrados	s	5 - 130	g Hg/t	65	g Hg/t	448.970,35	Concentrado usado, t/a	29.183,07	kg Hg/a
	5.3.4	Extracción y procesamiento inicial de cobre									
		/Minería y concentración		?	?	?	?				kg Hg/a
		/Producción de cobre a partir de concentrados	s	1-100	g Hg/t	50,5	g Hg/t	10.746,07	Concentrado usado, t/a	543	kg Hg/a
	5.3.5	Extracción y procesamiento inicial de plomo									
		/Minería y concentración		?	?	?	?				kg Hg/a
		/Producción de plomo a partir de concentrados	s	2-60	g Hg/t	31	g Hg/t concentrado	78.508,56	Concentrado usado, t/a	2.433,77	kg Hg/a
	5.3.6	Extracción y procesamiento inicial de oro por métodos distintos a la amalgamación de mercurio	s	1 - 30	g Hg/t mineral usado (extraído)		g Hg/t mineral usado		Mineral de oro usado, t/a		kg Hg/a
	5.3.7	Extracción y procesamiento inicial de aluminio	n								
		/Producción de alúmina a partir de bauxita	n	0.07-1	g Hg/t bauxita	0,5	g Hg/t bauxita		Bauxita usada, t/a	0	kg Hg/a
		/Producción de aluminio a partir de alúmina	n	?	?	?	?		?		kg Hg/a
	5.3.8	Otros metales no ferrosos: extracción y procesamiento	n	?	?	?	?		?	?	kg Hg/a
	5.3.9	Producción primaria de metales ferrosos	n	0.05	g Hg/t arrabio producido	0,05	g Hg/t arrabio producido		Arrabio producido, t/a	0	kg Hg/a

			Ingresar los factores de distribución de salida (sin unidades)						Salida calculada de Hg, kg/a					
Escenarios de salida (cuando corresponda)	**Ingresar la entrada de Hg**	**Unidad**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**
	0	kg Hg/a	0,007	0,002	0,020				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									10.176,45	14.685,95	12.867,12	0,00	0,00	0,00
Extracción a partir del mineral entero (sin uso de retortas)	36076,032	kg Hg/a	0,25	0,4	0,35				9.019,01	14.430,41	12.626,61	0,00	0,00	0,00
Extracción a partir de concentrados (sin uso de retortas)	1.503,17	kg Hg/a	0,75	0,13	0,12				1.127,38	195,41	180,38	0,00	0,00	0,00
Extracción a partir de concentrados y con uso de retortas y reciclaje de mercurio	150,32	kg Hg/a	0,2	0,4	0,4				30,06	60,13	60,13	0,00	0,00	0,00
									17.889,22	408,56	0,00	0,00	0,00	10.885,29
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundición sin filtros o solamente retención de MP seco y grueso	8754,922	kg Hg/a	0,9					0,1	7.879,43	0,00	0,00	0,00	0,00	875,49
Fundición con limpieza húmeda del gas	20428,151	kg Hg/a	0,49	0,02				0,49	10.009,79	408,56	0,00	0,00	0,00	10.009,79
Fundición con limpieza húmeda del gas y planta de ácido		kg Hg/a	0,1	0,02		0,42		0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundición con limpieza húmeda del gas, planta de ácido y filtro específicos para mercurio		kg Hg/a	0,02	0,02		0,48		0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									332,66	7,60	0,00	0,00	0,00	202,42
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundición sin filtros o solamente retención de MP seco y grueso	163	kg Hg/a	0,9					0,1	146,52	0,00	0,00	0,00	0,00	16,28
Fundición con limpieza húmeda del gas	380	kg Hg/a	0,49	0,02				0,49	186,14	7,60	0,00	0,00	0,00	186,14
Fundición con limpieza húmeda del gas y planta de ácido		kg Hg/a	0,1	0,02		0,42		0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundición con limpieza húmeda del gas, planta de ácido y filtro específicos para mercurio		kg Hg/a	0,02	0,02		0,48		0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									1.491,90	34,07	0,00	0,00	0,00	907,79
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundición sin filtros o solamente retención de MP seco y grueso	730,13	kg Hg/a	0,9					0,1	657,12	0,00	0,00	0,00	0,00	73,01
Fundición con limpieza húmeda del gas	1703,64	kg Hg/a	0,49	0,02				0,49	834,78	34,07	0,00	0,00	0,00	834,78
Fundición con limpieza húmeda del gas y planta de ácido		kg Hg/a	0,1	0,02		0,42		0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundición con limpieza húmeda del gas, planta de ácido y filtro específicos para mercurio		kg Hg/a	0,02	0,02		0,48		0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	kg Hg/a	0,04	0,02	0,9	0,04			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a	0,15	0,1			0,65	0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a	0,95					0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

TOOLKIT NIVEL 2 (RANGO PROMEDIO)

C	Sub-Cat.	Categoría /fase de la fuente	¿Existe? (s/n/?)	Factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar el factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar la tasa de actividad	Unidad	Entrada calc. de Hg	Unidad	Escenarios de salida (cuando corresponda)
5.3		Categoría de fuente: Producción de otros minerales y materiales con impurezas de mercurio										
	5.3.1	Producción de cemento								367,06	kg Hg/a	Producción de cemento
		/sin coincineración de desechos	s	0.004 - 0.5	g Hg/t cemento producido	0,11	g Hg/t cemento producido	3.336.940	Cemento producido, t/a	367,06		Sin filtros
												Con filtros y sin reciclaje del polvo de los filtros:
												Control simple de partículas (PES/DP/FT)
												Control optimizado de partículas (FT+RNCS / FT+DH / PES+DGE / FT optimizado)
												Control eficiente de la contaminación por Hg (FT+DS / PES+DS / PES+DH / PES+RNCS)
												Control muy eficiente de la contaminación por Hg (DGEhúm+ICA / FT+depurador+RNCS)
												Con filtros y reciclaje del polvo de los filtros *2:
												Control simple de partículas (PES/DP/FT)
												Control optimizado de partículas (FT+RNCS / FT+DH / PES+DGC / FT optimizado)
												Control eficiente de la contaminación por Hg (FT+DS / PES+DS / PES+DH / PES+RNCS)
												Control muy eficiente de la contaminación por Hg (DGEhúm+ICA / FT+depurador+RNCS)
		/con coincineración de desechos	n	0.06 - 1	g Hg/t cemento producido	0,15	g Hg/t cemento producido		Cemento producido, t/a			Sin filtros
												Con filtros y sin reciclaje del polvo de los filtros:
												Control simple de partículas (PES/DP/FT)
												Control optimizado de partículas (FT+RNCS / FT+DH / PES+DGE / FT optimizado)
												Control eficiente de la contaminación por Hg (FT+DS / PES+DS / PES+DH / PES+RNCS)
												Control muy eficiente de la contaminación por Hg (DGEhúm+ICA / FT+depurador+RNCS)
												Con filtros y reciclaje del polvo de los filtros *2:
												Control simple de partículas (PES/DP/FT)
												Control optimizado de partículas (FT+RNCS / FT+DH / PES+DGE / FT optimizado)
												Control eficiente de la contaminación por Hg (FT+DS / PES+DS / PES+DH / PES+RNCS)
												Control muy eficiente de la contaminación por Hg (DGEhúm+ICA / FT+depurador+RNCS)
	5.3.2	Producción de pulpa y papel	s	0.007-0.07	g Hg/t biomasa usada en la producción	0,039	g Hg/t biomass (peso en seco)	4.646,57	Biomasa, t/a	0,18	kg Hg/a	Sin filtros
												Control de MP con PES general o DP
	5.3.3	Producción de cal y conglomerados de poco peso				0,007					kg Hg/a	
		Producción de cal		?		0,007	?				kg Hg/a	
		Hornos para conglomerados de poco peso		?	?	0,007	?				kg Hg/a	
	5.3.4	Otros minerales y materiales	n	?	?		?		?	?	kg Hg/a	

		Ingresar los factores de distribución de salida (sin unidades)						Salida calculada de Hg, kg/a					
Ingresar la entrada de Hg	**Unidad**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/eliminación específico del sector**
								220,24	0,00	0,00	73,41	0,00	73,41
	kg Hg/a	0,8			0,2			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
367,06	kg Hg/a	0,6			0,2		0,2	220,24	0,00	0,00	73,41	0,00	73,41
	kg Hg/a	0,4			0,2		0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,2			0,2		0,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,04			0,2		0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,7			0,3			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,6			0,4			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,5			0,5			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,04			0,5		0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,8			0,2			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,6			0,2		0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,4			0,2		0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,2			0,2		0,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,04			0,2		0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,7			0,3			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,6			0,4			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,5			0,5			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,04			0,5		0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	1						0,16	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
0,18	kg Hg/a	0,9				0,1		0,16	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

TOOLKIT NIVEL 2 (RANGO PROMEDIO)

C	Sub-Cat.	Categoría /fase de la fuente	¿Existe? (s/n/?)	Factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar el factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar la tasa de actividad	Unidad	Entrada calc. de Hg	Unidad
5.4		Categoría de la fuente: Uso deliberado de mercurio en procesos industriales	n								
	5.4.1	Producción de cloro-álcali con tecnología de mercurio	n							0	
				10 - 200	g Hg/t Cl2 producido	100	g Hg/t Cl2 producido		Cl2 producido, t/a	0	kg Hg/a
	5.4.2	Producción de CVM con catalizador de mercurio	n	100-140	g Hg/t CVM producido	120	g Hg/t CVM producido		CVM producido, t/a	0	kg Hg/a
	5.4.3	Producción de acetaldehído con catalizador de mercurio	n	?	?	120	g Hg/t acetaldehído		Acetaldehído producido, t/a	0	kg Hg/a
	5.4.4	Otra producción de productos químicos y polímeros con mercurio	n	?	?	?	?		?	?	kg Hg/a

			Ingresar los factores de distribución de salida (sin unidades)						Salida calculada de Hg, kg/a					
"Escenarios de salida (cuando corresponda):	**Ingresar la entrada de Hg**	**Unidad**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**
Prod de cloro-álcali									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Hg no contabilizado se presenta dentro de "Tratamiento/ eliminación específico por sector" (a			0,1	0,01	0,01	0,01		0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Hg no contabilizado se presenta como emisiones (a			0,2	0,02	0,38	0,1		0,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			0,02	0,02		0,36		0,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			0,02	0,02		0,36		0,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

TOOLKIT NIVEL 2 (RANGO PROMEDIO)

C	Sub-Cat.	Categoría /fase de la fuente	¿Existe? (s/n/?)	Factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar el factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar la tasa de actividad	Unidad	Entrada calc. de Hg	Unidad
5.5		Categoría de fuente: Productos de consumo con uso deliberado de mercurio	S								
	5.5.1	Termómetros con mercurio	S								
		/Producción (a	N			1			Hg utilizado para producción, kg/a	0	kg Hg/a
		Termómetros médicos	N	0,5-1,5	g Hg/artículo	1	g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
		Term. de aire ambiente	N	2-5	g Hg/artículo	3,5	g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
		Term. industriales y especiales	N	5-200	g Hg/artículo	103	g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
		Otros termómetros de vidrio de Hg	N	1-40	g Hg/artículo	20,5	g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
		/Uso+eliminación:	S						Total	340,08	kg Hg/a
		Termómetros médicos	S	0,5-1,5	g Hg/artículo	1	g Hg/artículo	340.080	Artículos/a	340,08	kg Hg/a
		Term. de aire ambiente	?	2-5	g Hg/artículo	3,5	g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
		Term. industriales y especiales	?	5-200	g Hg/artículo	103	g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
		Otros termómetros de vidrio de Hg	?	1-40	g Hg/artículo	20,5	g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
	5.5.2	Interruptores eléctricos y relés con mercurio	S								
		/Producción	N			1			Hg utilizado para producción, kg/a	0	
		/Uso+eliminación:	S	0,02-0,25	g Hg/ (a*habitante)	0,135	g Hg/ (a*habitante)	10.426.154	Habitantes	1.097,87	kg Hg/a
			Ajuste en función de la tasa de electrificación			78	Porcentaje de población con acceso a electricidad				
	5.5.3	Fuentes de luz con mercurio	S								
		/Producción	N			1			Hg utilizado para producción, kg/a	0	kg Hg/a
		/Uso+eliminación:	S							34,87	kg Hg/a
		Tubos fluorescentes (de doble terminal)	S	10 - 40	mg Hg/artículo	25	mg Hg/artículo	1.301.732	Artículos/a	32,54	kg Hg/a
		Lámpara compacta fluorescente (de un solo terminal)	S	5 - 15	mg Hg/artículo	10	mg Hg/artículo	232.561	Artículos/a	2,33	kg Hg/a
		Vapor de mercurio de alta presión	?	30	mg Hg/artículo	30	mg Hg/artículo		Artículos/a	0,00	kg Hg/a
		Lámparas de sodio de alta presión	?	10 - 30	mg Hg/artículo	20	mg Hg/artículo		Artículos/a	0,00	kg Hg/a
		Luz UV para bronceado	?	5 - 25	mg Hg/artículo	15	mg Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
		Lampas de haluro metálico	?	25	mg Hg/artículo	25	mg Hg/artículo		Artículos/a	0,00	kg Hg/a
	5.5.4	Pilas con mercurio	S								

			Ingresar los factores de distribución de salida (sin unidades)						Salida calculada de Hg, kg/a					
"Escenarios de salida"	**Ingresar la entrada de Hg**	**Unidad**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Impureza en productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Impureza en productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**
									46,59	102,02	25,17	0,00	166,30	0,00
/Producción (a	0	kg Hg/a	0,01	0,005	0,1		0,1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
/Uso+eliminación:														
(a1) Sin recolección por separado. Manejo de desechos controlado.	214,25	kg Hg/a	0,1	0,3			0,6		21,43	64,28	0,00	0,00	128,55	0,00
(a2) Sin recolección por separado. Manejo informal de desechos generalizado.	125,83	kg Hg/a	0,2	0,3	0,2		0,3		25,17	37,75	25,17	0,00	37,75	0,00
(a3) Recolección por separado. Manejo de desechos controlado.		kg Hg/a	0,1	0,3			0,3	0,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									191,03	0,00	231,65	0,00	675,19	0,00
/Producción			0,01	0,005	0,1		0,1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
/Uso+eliminación:														
(a1) Sin recolección por separado. Manejo de desechos controlado.	691,66		0,1		0,1		0,8		69,17	0,00	69,17	0,00	553,33	0,00
(a2) Sin recolección por separado. Manejo informal de desechos generalizado.	406,21		0,3		0,4		0,3		121,86	0,00	162,49	0,00	121,86	0,00
(a3) Recolección por separado. Manejo de desechos controlado.			0,1		0,1		0,4	0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									4,97	0,00	3,87	0,00	26,03	0,00
/Producción			0,01	0,005	0,1		0,1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
/Uso+eliminación:														
(a1) Sin recolección por separado. Manejo de desechos controlado.	21,97		0,05				0,95		1,10	0,00	0,00	0,00	20,87	0,00
(a2) Sin recolección por separado. Manejo informal de desechos generalizado.	12,90		0,3		0,3		0,4		3,87	0,00	3,87	0,00	5,16	0,00
(a3) Recolección por separado. Manejo de desechos controlado.			0,05				0,8	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									1,18	0,00	1,18	0,00	10,43	0,00

	/Producción (a	N			1			Hg utilizado para producción, kg/a	0	
	Óxido de mercurio (todos los tamaños); también llamadas "celdas de mercurio y zinc"	N	320	kg Hg/t pilas	320	kg Hg/t pilas		Pilas, t/a	0	kg Hg/a
	Celdas de botón de zinc-aire	N	12	kg Hg/t pilas	12	kg Hg/t pilas		Pilas, t/a	0	kg Hg/a
	Pilas de botón alcalinas	N	5	kg Hg/t pilas	5	kg Hg/t pilas		Pilas, t/a	0	kg Hg/a
	Pilas de botón de óxido de plata	N	4	kg Hg/t pilas	4	kg Hg/t pilas		Pilas, t/a	0	kg Hg/a
	sin incluir las que tienen forma de botón	N	0,25	kg Hg/t pilas	0,25	kg Hg/t pilas		Pilas, t/a	0	kg Hg/a
	/Uso+eliminación:	S							12,80	kg Hg/a
	Óxido de mercurio (todos los tamaños); también llamadas "celdas de mercurio y zinc"	S	320	kg Hg/t pilas	320	kg Hg/t pilas	0,04	Pilas, t/a	12,80	kg Hg/a
	Pilas de botón de zinc-aire	?	12	kg Hg/t pilas	12	kg Hg/t pilas		Pilas, t/a	0,0	kg Hg/a
	Pilas de botón alcalinas	?	5	kg Hg/t pilas	5	kg Hg/t pilas		Pilas, t/a	0,0	kg Hg/a
	Pilas de botón de óxido de plata	?	4	kg Hg/t pilas	4	kg Hg/t pilas		Pilas, t/a	0,00	kg Hg/a
	sin incluir las que tienen forma de botón	?	0,25	kg Hg/t pilas	0,25	kg Hg/t pilas		Pilas, t/a	0	kg Hg/a
5.5.5	Poliuretano con catalizadores de mercurio	S								
	/Producción (a	N								
	/Uso+eliminación	S	0.01-0.05	g Hg/ (a*habitante)	0,03	g Hg/ (a*habitante)	10.426.154	Habitantes	243,97	kg Hg/a
		Ajuste en función de la tasa de electrificación			78	Porcentaje de población con acceso a electricidad				
5.5.6	Biocidas y pesticidas con mercurio	?								
	/Producción (a	?	?		1			Hg utilizado para producción, kg/a	0	kg Hg/a
	/Uso+eliminación	?	?		?				?	
5.5.7	Pinturas con mercurio	?								
	/Producción (a	?			1			Hg utilizado para producción, kg/a	0	kg Hg/a
	/Uso+eliminación	?	0.3-5	kg Hg/t	2,6	kg Hg/t		Pintura, t/a	0	kg Hg/a
5.5.8	Cosméticos y productos relacionados con mercurio	?								
	/Producción (a	?		kg Hg/t	1			Hg utilizado para producción, kg/a	0	kg Hg/a
	/Uso+eliminación	?	10-50	kg Hg/t	30	kg Hg/t		Crema y jabón, t/a	0	kg Hg/a

/Producción (a		kg Hg/a	0,005	0,005	0,1		0,1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
/Uso+eliminación:														
(a1) Sin recolección por separado. Manejo de desechos controlado.	8,06						1		0,00	0,00	0,00	0,00	8,06	0,00
(a2) Sin recolección por separado. Manejo informal de desechos generalizado.	4,74		0,25		0,25		0,5		1,18	0,00	1,18	0,00	2,37	0,00
(a3) Recolección por separado. Manejo de desechos controlado.							0,6	0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									33,42	16,712	36,108	0	157,728	0
/Producción														
/Uso+eliminación:														
(a1) Sin recolección por separado. Manejo de desechos controlado.	153,702		0,1	0,05			0,85		15,37	7,69	0,00	0,00	130,65	0,00
(a2) Sin recolección por separado. Manejo informal de desechos generalizado.	90,27		0,2	0,1	0,4		0,3		18,05	9,03	36,11	0,00	27,08	0,00
									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
/Producción		kg Hg/a	0,01	0,005	0,1		0,1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
/Uso+eliminación:									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
/Producción		kg Hg/a	0,01	0,005	0,1		0,1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
/Uso (aplicación + cuando corresp.)			0,92	0,05			0,03		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
/Producción		kg Hg/a	0,01	0,005	0,1		0,1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
/Uso (aplicación + cuando corresp.)				0,95	0,05				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

TOOLKIT NIVEL 2 (RANGO PROMEDIO)

C	Sub-Cat.	Categoría /fase de la fuente	¿Existe? (s/n/?)	Factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar el factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar la tasa de actividad	Unidad	Entrada calc. de Hg	Unidad
5.6		Categoría de fuente: Otro uso deliberado de productos/procesos	S								
	5.6.1	Empastes de amalgamas dentales de mercurio (b	S								
		/Preparaciones de empastes en clínicas odontológicas (porcentaje del suministro de mercurio actual para empastes de amalgamas	S	0.05-0.2	g Hg/ (a*habitante)	0,125	g Hg/(a*habitante)	10.426.154	Habitantes	1.111,22	kg Hg/a
			Ajuste en función de la densidad de personal odontológico (opcional, use el factor de entrada predeterminado de límite superior):			0,707	Dentistas por cada 1000 habitantes, país (ver los anexos del informe de referencia)	0,829	Dentistas por cada 1000 habitantes, país de referencia (predeterminado: DK. NO MODIFICARLO)		
		/Uso: de empastes en la boca (emisiones del suministro de mercurio para los empastes de 5 a 15 años atrás)	?								
		/Eliminación (emisiones del suministro de mercurio para los empastes de 10 a 20 años atrás)	?								
	5.6.2	Manómetros e indicadores con mercurio	?								
		Producción (c	?			1			Hg utilizado para producción, kg/a	0	
		Uso + eliminación de instrumentos para medir la presión arterial	?	70-85	g Hg/artículo	80	g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
		Uso + eliminación de otros manómetros (nivel 1 predeterminado para todo el grupo a continuación)	?	0.005	g Hg/ a*habitante	0,005	g Hg/a*habitante		Habitantes	0	kg Hg/a
			Ajuste en función de la tasa de electrificación			100	Porcentaje de población con acceso a electricidad (ver los anexos del informe de referencia)				
		Se puede usar un método de cálculo alternativo a continuación para esta subcategoría (pero no ambos métodos):	?								
		Manómetros	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
		Manómetros en forma de U	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
		Manómetros para sistemas de ordeñe	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
		Manómetros y barómetros utilizados para medir la presión del aire	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
		Barómetros	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
		Manómetros ambientales	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
a		Válvula de presión en plantas para calefacción urbana	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
		Medidores de presión	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
	5.6.3	Productos químicos y equipos de laboratorio con mercurio	?								
		/Uso y eliminación	?								
		Productos químicos de laboratorio	?			0,01	g Hg/a*habitante		Habitantes	0,00	
		Otros equipos de laboratorio (nivel 1 predeterminado para el grupo)	?			0,04	g Hg/a*habitante		Habitantes	0,00	

			Ingresar los factores de distribución de salida (sin unidades)						Salida calculada de Hg, kg/a					
"Escenarios de salida"	**Ingresar la entrada de Hg**	**Unidad**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**
									22,22	155,57	0,00	0,00	133,35	133,35
Preparaciones de empastes en clínicas odontológicas (el valor de entrada es el suministro de Hg actual para empastes de amalgamas)	1.111,22	kg Hg/a	0,02	0,14			0,12	0,12	22,22	155,57	0,00	0,00	133,35	133,35
Uso (la entrada es el suministro de Hg para los empastes de 5 a 15 años atrás (a)		kg Hg/a		0,02					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uso (la entrada es el suministro de Hg para los empastes de 10 a 20 años atrás (a)														
- En los países en los que la mayoría de las clínicas odontológicas cuentan con filtros de amalgamas de alta eficiencia (tasa de retención del 95 %)		kg Hg/a		0,02		0,06	0,26	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- En los países en los que solo se usan filtros/ coladores de sillones odontológicos en la mayoría de las clínicas		kg Hg/a		0,3	0,08	0,06	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a	0,01	0,005	0,1		0,1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
/Uso+eliminación:									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(a1) Sin recolección por separado. Manejo de desechos controlado.		kg Hg/a	0,1	0,3			0,6		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(a2) Sin recolección por separado. Manejo informal de desechos generalizado.		kg Hg/a	0,2	0,3	0,2		0,3		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(a3) Recolección por separado. Manejo de desechos controlado.		kg Hg/a	0,1	0,3			0,3	0,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
/Uso+eliminación:									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(a1) Sin recolección por separado. Manejo de desechos controlado.		kg Hg/a	0,1	0,3			0,6		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(a2) Sin recolección por separado. Manejo informal de desechos generalizado.		kg Hg/a	0,2	0,3	0,2		0,3		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(a3) Recolección por separado. Manejo de desechos controlado.		kg Hg/a	0,1	0,3			0,3	0,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a		0,33			0,33	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a		0,33			0,33	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

		Ajuste en función de la tasa de electrificación			100	Porcentaje de población con acceso a electricidad				
	Se puede usar un método de cálculo alternativo a continuación para esta subcategoría (pero no ambos métodos):	?								
	Analizador de gases en la sangre	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
	Electrodos de mercurio (calomel)	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
	Analizador de plomo en la sangre	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
	Electrodo de gota de mercurio	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
	Contador Coulter	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
	Recolectores de muestras de petróleo en plataformas marinas	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
	Centrífugas	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
	Microscopio electrónico	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
	Termostatos	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
	Termómetros, manómetros y otros instrumentos de medida	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
	Lámparas de mercurio para espectrofotómetros de absorción atómica y otros equipos	?	?	g Hg/artículo		g Hg/artículo		Artículos/a	0	kg Hg/a
5.6.4	Uso de metal de mercurio en rituales religiosos y medicinas tradicionales	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
5.6.5	Usos de productos diversos, usos de mercurio metálico y otras fuentes	?								
	Semiconductores de detección de infrarrojos	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Tubos Bougie y tubos Cantor	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Usos educativos	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Giroscopios con mercurio	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Bombas de vacío con mercurio	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Uso de mercurio como refrigerante en ciertos sistemas de enfriamiento	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Faros (luces de navegación marítima)	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Mercurio en grandes rodamientos de piezas mecánicas giratorias en, por ejemplo, plantas de tratamiento de aguas residuales antiguas	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Curtido	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Pigmentos	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Productos para oscurecer y grabar el acero	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Ciertos tipos de papel de fotografía a color	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Amortiguadores del retroceso en rifles	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Explosivos (fulminato de mercurio, entre otros)	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Fuegos artificiales	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Juguetes de escritorio	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a
	Otros	?	?	?		?		?	?	kg Hg/a

		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		kg Hg/a							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

TOOLKIT NIVEL 2 (RANGO MÍNIMO)

C	Sub-Cat.	Categoría /fase de la fuente	¿Existe? (s/n/?)	Factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar el factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar la tasa de actividad	Unidad	Entrada calc. de Hg	Unidad	Escenarios de salida (cuando corresponda)
5.7		Categoría de fuente: Producción de metales reciclados (producción de metal "secundaria")										
	5.7.1	Producción de mercurio reciclado ("producción secundaria")		-	-	1,005	kg entrada de Hg/kg totales de salidas de Hg		Mercurio reciclado, kg/a	0	(b kg Hg/a	(c
	5.4.2	Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero)		0.2-2	g de Hg/ vehículo	1,1	g de Hg/ vehículo		Vehículos reciclados/a	0	kg Hg/a	
	5.4.2	Producción de otros metales reciclados		?	?	0,6	?		?	0	kg Hg/a	

		Ingresar los factores de distribución de salida (sin unidades)						Salida calculada de Hg, kg/a					
Ingresar la entrada de Hg	**Unidad**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**
0	kg Hg/a	0,002	0,002		-		0,000	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,33		0,34		0,33		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,3	0,1			0,3	0,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

TOOLKIT NIVEL 2 (RANGO PROMEDIO)

C	Sub-Cat.	Categoría / fase de la fuente	¿Existe? (s/n/?)	Factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar el factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar la tasa de actividad	Unidad	Entrada calc. de Hg	Unidad	"Escenarios de salida (cuando corresponda):
5.8		Categoría de la fuente: Incineración de desechos										
	5.8.1	Incineración de desechos municipales o generales										
			n	1-10	g Hg/t desechos incinerados	5,5	g Hg/t desechos incinerados		Incineración de desechos, t/a		kg de Hg/a	Sin dispositivos de reducción de las emisiones
									2300000			Reducción de MP, PES simple o similar
									3400000			Control de gases ácidos con piedra caliza (o un absorbente de gases ácidos similar) y retención de MP con FT o PES en dirección del flujo
									1700000			Absorbentes específicos para mercurio y FT en dirección del flujo
	5.8.2	Incineración de desechos peligrosos										
			s	8-40	g Hg/t desechos incinerados	24	g Hg/t desechos incinerados	177,12	Incineración de desechos, t/a	4,25	kg de Hg/a	Sin dispositivos de reducción de las emisiones
												Reducción de MP, PES simple o similar
												Control de gases ácidos con piedra caliza (o un absorbente de gases ácidos similar) y retención de MP con FT o PES en dirección del flujo
												Absorbentes específicos para mercurio y FT en dirección del flujo
	5.8.3	Incineración de desechos médicos										
			n	8-40	g Hg/t desechos incinerados	24	g Hg/t desechos incinerados		Incineración de desechos, t/a	0	kg de Hg/a	Sin dispositivos de reducción de las emisiones
												Reducción de MP, PES simple o similar
												Control de gases ácidos con piedra caliza (o un absorbente de gases ácidos similar) y retención de MP con FT o PES en dirección del flujo
												Absorbentes específicos para mercurio y FT en dirección del flujo
	5.8.4	Incineración de lodos residuales		?	?	2	g Hg/t lodo incinerado		?	0	kg Hg/a	
	5.8.5	Quema informal de desechos (quema de desechos al aire libre en vertederos y de manera informal)	s	1-10	g Hg/t desechos quemados	5,5	g Hg/t desechos quemados	325.998,00	Desechos quemados, t/a	1.792,99	kg Hg/a	

		Ingresar los factores de distribución de salida (sin unidades)						Salida calculada de Hg, kg/a					
Ingresar la entrada de Hg	**Unidad**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**
								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	kg Hg/a	0,9					0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,5					0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,1					0,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								2,13	0,00	0,00	0,00	0,00	2,13
	kg Hg/a	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,9					0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,25	kg Hg/a	0,5					0,5	2,13	0,00	0,00	0,00	0,00	2,13
	kg Hg/a	0,1					0,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,9					0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,5					0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,1					0,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,9					0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.792,99	kg Hg/a	1						1.792,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

C	Sub-Cat.	Categoría /fase de la fuente	¿Existe? (s/n/?)	Factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar el factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar la tasa de actividad	Unidad	Entrada calc. de Hg	Unidad	"Escenarios de salida (cuando corresponda):
5.8		Categoría de la fuente: Incineración de desechos										
	5.8.1	Incineración de desechos municipales o generales	n	1-10	g Hg/t desechos incinerados	5,5	g Hg/t desechos incinerados		Incineración de desechos, t/a 2300000 3400000 1700000		kg de Hg/a	Sin dispositivos de reducción de las emisiones Reducción de MP, PES simple o similar Control de gases ácidos con piedra caliza (o un absorbente de gases ácidos similar) y retención de MP con FT o PES en dirección del flujo Absorbentes específicos para mercurio y FT en dirección del flujo
	5.8.2	Incineración de desechos peligrosos	s	8-40	g Hg/t desechos incinerados	24	g Hg/t desechos incinerados	177,12	Incineración de desechos, t/a	4,25	kg de Hg/a	Sin dispositivos de reducción de las emisiones Reducción de MP, PES simple o similar Control de gases ácidos con piedra caliza (o un absorbente de gases ácidos similar) y retención de MP con FT o PES en dirección del flujo Absorbentes específicos para mercurio y FT en dirección del flujo
	5.8.3	Incineración de desechos médicos	n	8-40	g Hg/t desechos incinerados	24	g Hg/t desechos incinerados		Incineración de desechos, t/a	0	kg de Hg/a	Sin dispositivos de reducción de las emisiones Reducción de MP, PES simple o similar Control de gases ácidos con piedra caliza (o un absorbente de gases ácidos similar) y retención de MP con FT o PES en dirección del flujo Absorbentes específicos para mercurio y FT en dirección del flujo
	5.8.4	Incineración de lodos residuales		?	?	2	g Hg/t lodo incinerado		?	0	kg Hg/a	
	5.8.5	Quema informal de desechos (quema de desechos al aire libre en vertederos y de manera informal)	s	1-10	g Hg/t desechos quemados	5,5	g Hg/t desechos quemados	325.998,00	Desechos quemados, t/a	1.792,99	kg Hg/a	

		Ingresar los factores de distribución de salida (sin unidades)						Salida calculada de Hg, kg/a					
Ingresar la entrada de Hg	**Unidad**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**
								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	kg Hg/a	0,9					0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,5					0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,1					0,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								2,13	0,00	0,00	0,00	0,00	2,13
	kg Hg/a	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,9					0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,25	kg Hg/a	0,5					0,5	2,13	0,00	0,00	0,00	0,00	2,13
	kg Hg/a	0,1					0,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	1						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,9					0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,5					0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,1					0,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	kg Hg/a	0,9					0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.792,99	kg Hg/a	1						1.792,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

TOOLKIT NIVEL 2 (RANGO PROMEDIO)

C	Sub-Cat.	Categoría /fase de la fuente	¿Existe? (s/n/?)	Factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar el factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar la tasa de actividad	Unidad	Entrada calc. de Hg	Unidad	"Escenarios de salida (cuando corresponda):
5.9		Categoría de la fuente: Depósito/ vertido de desechos y tratamiento de aguas residuales										
	5.9.1	Vertederos o depósitos controlados (a	s	1-10	g Hg/t desechos		g Hg/t desechos		Desechos vertidos, t/a	0,00	kg Hg/a	
	5.9.2	Eliminación difusa bajo cierto control Se espera que esta categoría de fuente esté incluida dentro de las fuentes originales del material que contiene mercurio, dentro de la vía de salida "tratamiento/ eliminación específico del sector" junto con una nota descriptiva, p. ej., desechos sólidos de la incineración de desechos o de la extracción de metales.	n	-	-	-	-		-	-	-	
	5.9.3	Eliminación informal local de desechos industriales	n	-	-	-	-		-	-	-	
	5.9.4	Vertido informal de desechos generales (b	s	1-10	g Hg/t desechos	5,5	g Hg/t desechos	482.477	Desechos vertidos, t/a	2.653,62	kg Hg/a	
	5.9.5	Sistema/tratamiento de aguas residuales	s	0.5-10	mg de Hg/m3 de aguas residuales	5,25	mg de Hg/m3 de aguas residuales	113.245.979	Aguas residuales, m3/a	594,54	kg Hg/a	Sin tratamiento, liberación directa del alcantarillado Solo tratamiento mecánico Tratamiento mecánico y biológico (lodos activados), sin aplicación de los lodos al suelo Tratamiento mecánico y biológico (lodos activados), 40 % de los lodos utilizados para aplicación al suelo

		Ingresar los factores de distribución de salida (sin unidades)						Salida calculada de Hg, kg/a					
Ingresar la entrada de Hg	**Unidad**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**
	kg Hg/a	0,01	0,000					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	kg Hg/a				-	-	-	0,00	0,00	0,00	-	-	-
2.653,62	kg Hg/a	0,1	0,1	0,8				265,36	265,36	2.122,90	-	-	-
								0,00	487,52	0,00	0,00	83,24	23,78
	kg Hg/a		1					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
475,633	kg Hg/a		0,9			0,1		0,00	428,07	0,00	0,00	47,56	0,00
118,908	kg Hg/a		0,5			0,3	0,2	0,00	59,45	0,00	0,00	35,67	23,78
	kg Hg/a		0,5	0,2		0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

TOOLKIT NIVEL 2 (RANGO PROMEDIO)

C	Sub-Cat.	Categoría /fase de la fuente	¿Existe? (s/n/?)	Factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar el factor de entrada predeterminado	Unidad	Ingresar la tasa de actividad	Unidad	Entrada calc. de Hg	Unidad	Escenarios de salida (cuando corresponda)
5.10		Categoría de la fuente: Crematorios and cementerios										
	5.10.1	Crematorios/ cremación	s	1-4	g Hg/ cadáver		g Hg/ cadáver		Cadáveres cremados/a		kg Hg/a	
	5.10.2	Cementerios	s	1-4	g Hg/ cadáver		g Hg/ cadáver		Cadáveres enterrados/a		kg Hg/a	

		Ingresar los factores de distribución de salida (sin unidades)						Salida calculada de Hg, kg/a					
Ingresar la entrada de Hg	**Unidad**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Impureza en productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**	**Aire**	**Agua**	**Tierra**	**Impureza en productos**	**Desechos generales**	**Tratamiento/ eliminación específico del sector**
	kg Hg/a	1						0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00
	kg Hg/a			1				0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00