



MINISTERIO DE AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE

Cartilla didáctica del curso

Manejo ambientalmente
adecuado del mercurio
en Colombia



República de Colombia

Gustavo Francisco Petro Urrego
Presidente de la República

María Susana Muhamad González
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Sandra Patricia Vilarity Quiroga
Viceministra de Políticas y Normalización Ambiental

Andrea Corzo Álvarez
Directora de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana

Diego Escobar Ocampo
Coordinador del Grupo de Sustancias Químicas, Residuos Peligrosos y de la Unidad Técnica Ozono (UTO)

José Álvaro Rodríguez Castañeda
Jefe del Proyecto Contaminantes Orgánicos Persistentes

SGS Colombia S. A. S.
Lina Patricia Benavides
María Alejandra Forero

Equipo técnico
Andrés Ramírez Restrepo
Edwin Camelo Martínez

Concepto editorial
Consuelo Gauta
Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Diseño y diagramación
Julieta Cruz
Luisa Monroy

Corrección de estilo
Juan Mikan

© Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia, 2022.

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales.

No comercializable - Distribución gratuita



CATALOGACIÓN EN LA PUBLICACIÓN: Grupo Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Cartilla del curso manejo ambiental adecuado del mercurio en Colombia / SGS: Benavides, Lina Patricia; Forero, María Alejandra; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: Ramírez Restrepo, Andrés; Camelo Martínez, Edwin; coord. Rodríguez Castañeda, José Álvaro. ---- Bogotá D.C., Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022.

94 p.: il.

ISBN electrónico: 978-958-5551-98-5

1. mercurio 2. sustancias peligrosas 3. gestión integral de residuos 4. salud 5. problemas medioambientales I. Tít. II. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

CDD: 363.7

TABLA DE CONTENIDO

1

Generalidades del mercurio

• Pág 06

1.1 Conociendo el mercurio • Pág 07

- 1.1.1 ¿Qué es el mercurio?
- 1.1.2 Ciclo del mercurio
- 1.1.3 Propiedades fisicoquímicas del mercurio

1.2 Efectos adversos del mercurio sobre el ambiente • Pág 09

- 1.2.1 ¿Cómo ingresa el mercurio en el ambiente?
- 1.2.2 ¿Qué son la bioacumulación y la biomagnificación?

1.3 Efectos adversos del mercurio sobre la salud humana • Pág 11

- 1.3.1. ¿Cómo afecta el mercurio a la salud?
- 1.3.2. Vías de exposición
- 1.3.3. Afectaciones en Colombia

1.4 Evaluación del capítulo • Pág 16

1.5 Bibliografía • Pág 19

3

Mercurio en el sector RAEE

• Pág 43

3.1 Regulación aplicable a productos con mercurio añadido (iluminación, pilas y otros aparatos eléctricos) • Pág 44

3.2 Programas posconsumo y MPA/MTD para el manejo de residuos del sector iluminación, incluyendo recolección, gestión y tratamiento • Pág 48

- 3.2.1. Programas posconsumo en Colombia
- 3.2.2. Manejo de residuos del sector iluminación

3.3 Aprovechamiento de materiales libres de mercurio • Pág 54

3.4 Alternativas de estabilización y disposición final • Pág 56

3.5 Evaluación del capítulo • Pág 57

3.6 Bibliografía • Pág 61

2

Marco legal del mercurio

• Pág 20

2.1 ¿Qué es el Convenio de Minamata? • Pág 21

2.2 Matrices de interés para el Convenio de Minamata • Pág 24

- 2.2.1 Inventario nacional de mercurio
- 2.2.2 Evaluación mundial de mercurio

2.3 Marco legal y reglamentario del mercurio • Pág 31

2.4 Plan Único Nacional de mercurio (PUNHg) • Pág 36

2.5 Evaluación del capítulo • Pág 38

2.6 Bibliografía • Pág 41



4

Mercurio en el sector salud • Pág 63

- 4.1 Guía de sustitución con productos de mercurio en el sector salud • Pág 64
- 4.2 Lineamientos de reducción del uso de amalgamas dentales • Pág 66
- 4.3 MPA/MTD para el manejo de residuos con mercurio en el sector salud • Pág 67
- 4.4. Evaluación del capítulo • Pág 72
- 4.5 Bibliografía • Pág 75

5

Resultados de las actividades y evaluaciones • Pág 76

- 5.1 Resultados capítulo 1 • Pág 77
 - 5.1.1 Actividad 1: Crucigrama
 - 5.1.2 Evaluación
- 5.2 Resultados capítulo 2 • Pág 81
 - 5.2.1 Actividad 3: Emparejar
 - 5.2.2 Evaluación
- 5.3 Resultados capítulo 3 • Pág 85
 - 5.3.1 Actividad 5: Completar
 - 5.3.2 Evaluación
- 5.4 Resultados capítulo 4 • Pág 90
 - 5.4.1 Actividad 5: Completar
 - 5.4.2 Evaluación

CAPÍTULO

Generalidades del mercurio



Competencias a desarrollar:

Conocer las propiedades fisicoquímicas del mercurio, en especial aquellas que le confieren un carácter de peligrosidad para la salud y al ambiente.

1.1. Conociendo el mercurio

Competencias a desarrollar:

Conocer las propiedades más relevantes del mercurio.



1.1.1 ¿Qué es el mercurio?

El mercurio es un elemento metálico que se caracteriza por ser líquido e inodoro. Sin embargo, se presenta en forma natural como parte de diferentes sustancias que se liberan durante erupciones volcánicas e incendios forestales y se transportan principalmente por el aire y el agua. No obstante, existen también liberaciones del mercurio elemental y sustancias con mercurio por actividades antrópicas, como la generación de energía, la minería y la producción de productos que contienen mercurio.

Una de las formas más conocidas del mercurio es el mercurio elemental, un metal brillante de color blanco-plateado que se encuentra en estado líquido a temperatura ambiente. Al ser su forma elemental, en esta forma no se encuentra combinado con otros elementos. Este es el líquido comúnmente usado en termómetros de columna líquida y en algunos interruptores eléctricos. A temperatura

ambiente, una fracción de mercurio metálico puede evaporarse; los vapores de mercurio son incoloros e inodoros. Mientras más alta sea la temperatura, más vapores se liberarán del mercurio metálico (International POPs Elimination Network [IPEN], 2007).

El metilmercurio y otros compuestos de mercurio orgánico se forman cuando el mercurio se combina con el carbono. Los microorganismos son quienes convierten el mercurio en metilmercurio, que es el compuesto de mercurio orgánico más común en el ambiente (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [EPA], s.f.). Por su parte, los compuestos de mercurio inorgánico se producen cuando el mercurio se combina con elementos como cloro, azufre u oxígeno. Estos compuestos se llaman sales de mercurio. La mayoría de los compuestos de mercurio inorgánico son polvos blancos o cristales, a excepción del sulfuro de mercurio (llamado también cinabrio), que es de color rojo y se vuelve negro cuando se expone a la luz (EPA, s.f.).

Figura 1. Ciclo del mercurio



Fuente: García *et al.*, 2017, p. 9.

1.1.2 Ciclo del mercurio

En el ciclo del mercurio (ver Figura 1) intervienen diversos procesos y fuentes que lo transportan (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2014, p. 6). Se estima que un 30% de las emisiones actuales a la atmósfera son de origen antropogénico (2.000 toneladas), mientras que el 10% proceden de fuentes naturales y el 60%, de nuevas emisiones.

Una de las formas en las que se contamina el medio acuático con mercurio es la deposición atmosférica. Una vez depositado, la mayoría del mercurio se transporta en forma de arrastre, mientras una pequeña porción se convierte en metilmercurio por acción de los microorganismos.

1.1.3 Propiedades fisicoquímicas del mercurio

El mercurio elemental es un metal brillante de color plata que a temperatura ambiente se encuentra en estado líquido y se evapora fácilmente (Tabla 1). Por lo general, se habla de vapor de mercurio cuando el mercurio elemental se encuentra presente en la atmósfera, o de mercurio metálico cuando está

en su forma líquida. La tensión superficial del mercurio líquido es de 484 dinas/cm; es seis veces mayor que la del agua en contacto con el aire. Por consiguiente, el mercurio no puede mojar ninguna superficie con la cual esté en contacto.

El vapor de mercurio, llamado también mercurio elemental gaseoso (MEG), tiene muy escasa solubilidad en agua y es muy estable en la atmósfera, con un tiempo de residencia de entre seis meses y dos años. Esta estabilidad permite que el MEG se transporte larga distancia, logrando concentraciones bastante uniformes en la atmósfera. Sin embargo, el hemisferio norte, que cuenta con mayor desarrollo industrial, tiene concentraciones atmosféricas de MEG más elevadas que el hemisferio sur (IPEN, 2007, pp. 37-38).

El metilmercurio, por otro lado, es la forma orgánica más tóxica del mercurio; es capaz de concentrarse en el organismo a través del tiempo (bioacumulación) y de concentrarse a través de la cadena alimentaria (biomagnificación). No se disuelve en ácido clorhídrico ni en ácido sulfúrico diluido, pero sí en ácidos oxidantes (ácido nítrico, ácido sulfúrico concentrado y agua regia).

Tabla 1. Propiedades del mercurio elemental

Propiedad	Valor
Masa atómica	200,59
Número atómico	80
Punto de fusión	-38,87 °C
Punto de ebullición	356,58 °C
Presión de vapor a 25 °C	2 X 10 ³ mm Hg
Solubilidad en agua a 25 °C	20 - 30 ug/L
Número de registro CAS	7439-97-6
Densidad	13,5336 g/cm ³

Fuente: IPEN, 2007.

1.2 Efectos adversos del mercurio sobre el ambiente

1.2.1 ¿Cómo ingresa el mercurio en el ambiente?

El mercurio puede ser liberado al ambiente a través de procesos naturales como erupciones volcánicas, actividades geotérmicas y erosión de las rocas que contienen dicho metal o sus compuestos. Sin embargo, la mayor parte del mercurio que se encuentra en el ambiente proviene de fuentes antropogénicas, es decir, es consecuencia de actividades realizadas por los seres humanos en las cuales se libera mercurio.

El porcentaje de emisiones en el aire a nivel mundial que provienen de una fuente determinada se usa a menudo como un indicador de la cantidad de contaminación por mercurio en el mundo. Así, por ejemplo, cuando leemos que los combustibles fósiles quemados son responsables del 45% de todas las emisiones de mercurio de fuentes antropogénicas en el aire a nivel mundial, resulta natural concluir que el 45% del problema de la contaminación mundial por mercurio proviene de la quema de combustibles fósiles (IPEN, 2007, pp. 35-36).

En este sentido, se han determinado tres amplias categorías para las fuentes antropogénicas de mercurio:

Competencias a desarrollar:

Comprender los efectos adversos que provoca el mercurio al ambiente.



- **Fuentes intencionales.** Surgen cuando se toma intencionalmente la decisión de elaborar un producto que contiene mercurio o de operar un proceso que utiliza mercurio. Entre los ejemplos de productos que contienen mercurio o un compuesto de mercurio se hallan las lámparas fluorescentes, algunos termómetros, baterías e interruptores, y otros productos similares (IPEN, 2007).
- **Fuentes no intencionales.** Surgen de actividades que queman o procesan combustibles fósiles, menas o minerales que contienen mercurio como una impureza no deseada. Ejemplo de ello son las carboeléctricas, los hornos de cemento, la extracción y refinación de minerales metálicos, y la extracción de combustibles fósiles (como carbón petróleo, esquisto y arenas bituminosas) (IPEN, 2007).
- **Fuentes difusas.** Se originan desde una fuente puntual que no se encuentra ubicada en un sitio específico o determinado. Las fuentes difusas comprenden aproximadamente el 2,2% de las emisiones antropogénicas de mercurio. A continuación (Tabla 2) se relacionan las principales fuentes difusas y su participación sobre dicho 2,2%.

Tabla 2. Tipos de fuentes difusas

Fuentes	% del inventario total
Rotura de lámparas	1,0
Uso general en laboratorios	0,7
Preparaciones dentales	0,4
Disposición en vertederos	0,1
Fuentes móviles	a
Uso de pinturas	a

a: Información insuficiente para estimar las emisiones en el periodo 1994-1995.

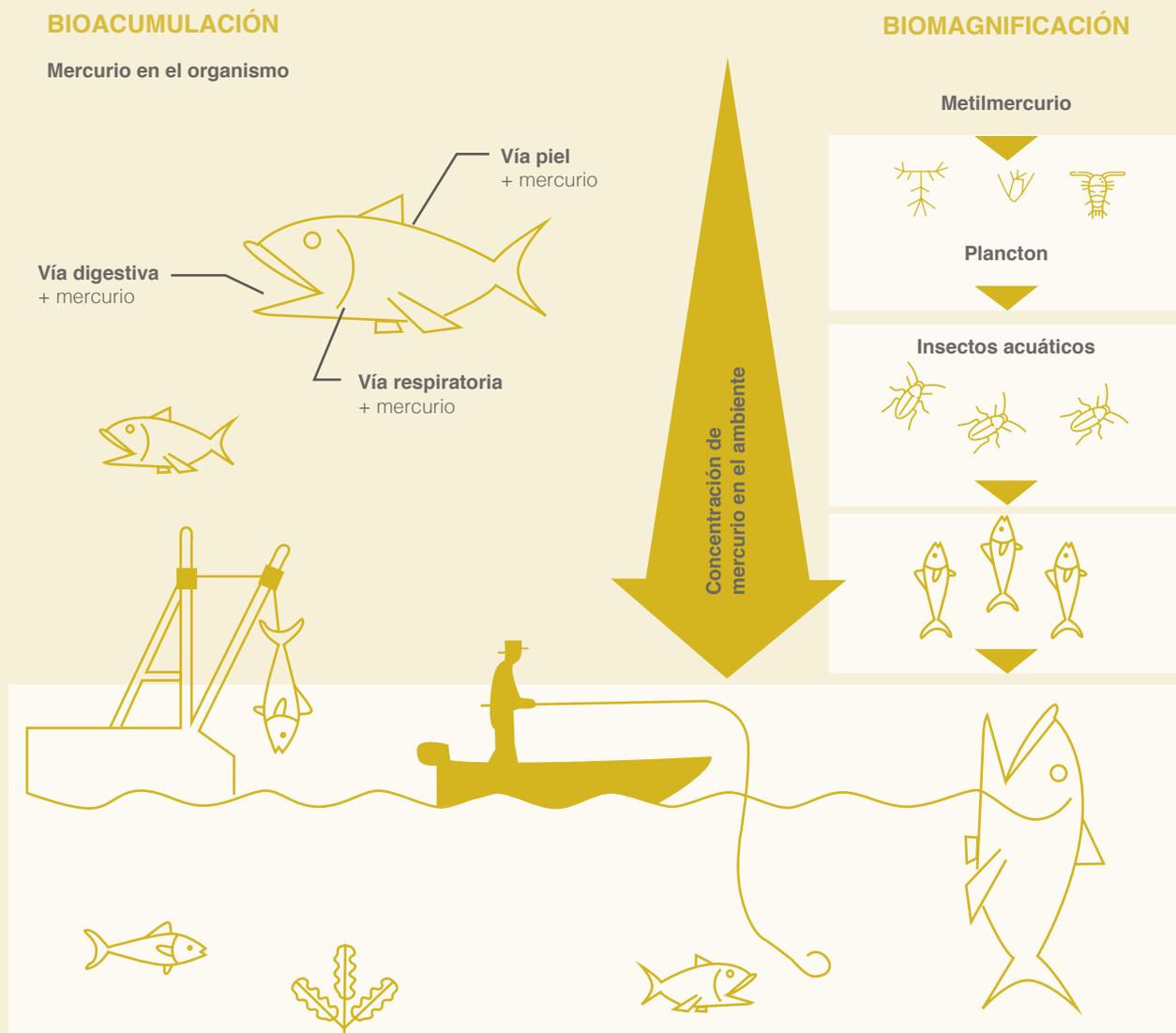
Fuente: Ganoa, 2004.

1.2.2 ¿Qué son la bioacumulación y la biomagnificación?

La bioacumulación es el proceso por el cual ciertas sustancias se acumulan en organismos vivos hasta alcanzar concentraciones mayores a las que se encuentran en el ambiente o en los alimentos. Las principales vías de exposición de sustancias tóxicas en un organismo vivo son las respiratorias, digestivas y cutáneas. La biomag-

nificación es el aumento de la concentración de sustancias tóxicas a medida que se avanza en la cadena alimentaria. Esto se debe a que los organismos grandes se alimentan de muchos otros más pequeños, magnificando así el contenido de contaminantes en sus organismos (García *et al.*, 2017). Aunque son conceptos que guardan cierta relación, la bioacumulación y la biomagnificación no se deben confundirse.

Figura 2. Bioacumulación y biomagnificación



Fuente: García *et al.*, 2017.

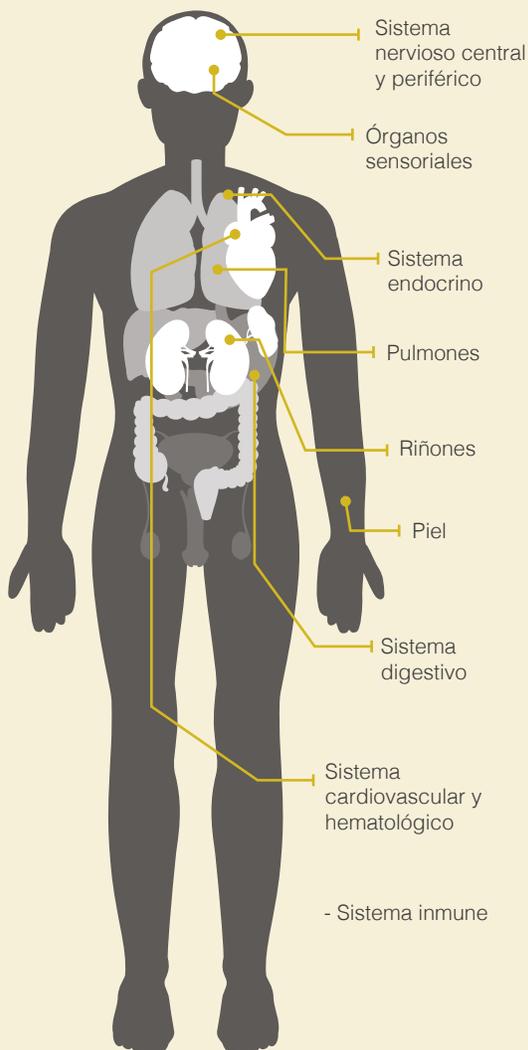
1.3 Efectos adversos del mercurio sobre la salud humana

1.3.1 ¿Cómo afecta el mercurio a la salud?

En la Figura 3 se observa un resumen de los diversos órganos y sistemas humanos que pueden verse afectados por exposición al mercurio.

Figura 3. Efectos adversos del mercurio en el cuerpo humano

Diversos órganos y sistemas pueden verse afectados



Fuente: García *et al.*, 2017.

Competencias a desarrollar:

Comprender los efectos adversos que provoca el mercurio en la salud humana.



¿Quiénes pueden verse afectados?

POBLACIÓN CON ALTO RIESGO DE EXPOSICIÓN



Quiénes viven o trabajan cerca de lugares donde se realiza la quema de la amalgama (oro-mercurio) para recuperar el oro.



Quiénes consumen alimentos contaminados con mercurio

MADRES GESTANTES Y NIÑOS



Alimentos contaminados llegan a la casa de cualquier familia



La mamá consume alimentos contaminados con el metal



La madre transfiere el mercurio al feto a través de la placenta, y a los niños lactantes por medio de la leche materna



El mercurio afecta el desarrollo cerebral de los niños y, en concentraciones altas durante el período gestacional, puede inclusive generar malformaciones (enfermedad de Minamata)

TRABAJADORES EXPUESTOS A MERCURIO



Mineros en la extracción del oro, mediante aleación oro-mercurio



Pescadores en ríos contaminados



Empleados de la industria cloro-álcali



Odontólogos en contacto con amalgamas dentales



Trabajadores de empresas productoras de lámparas o bombillos

- **Efectos neurológicos.** El sistema nervioso es el órgano más vulnerable a la exposición al mercurio. Se han descrito diversos trastornos neurológicos y conductuales como temblores, eretismo (caracterizado por una anormal irritabilidad o reactividad a la estimulación), inestabilidad emocional, insomnio, pérdida de memoria, alteraciones neuromusculares, cefaleas, polineuropatía y déficits en pruebas de las funciones cognitivas y motoras. Los efectos son similares con distintos tiempos de exposición, pero pueden volverse más graves (y a veces irreversibles) al aumentar la duración y la concentración. Los estudios llevados a cabo en trabajadores de plantas de fabricación de tubos fluorescentes o termómetros, procesamiento de madera y producción de cloro-álcali han puesto de manifiesto sutiles signos de toxicidad en el sistema nervioso central, con concentraciones de vapor de mercurio en el aire de apenas 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Poulin & Gibb, 2008).
- **Efectos renales.** Los riñones son sensibles a la toxicidad de los vapores de mercurio, aunque los efectos se observan luego de entrar en contacto con concentraciones más altas que en el caso de los problemas neurológicos. La inhalación de vapores de mercurio en altas concentraciones puede causar proteinuria transitoria macroscópica o leve, alteraciones de la excreción urinaria de ácido, hematuria, oliguria e insuficiencia renal aguda. La exposición crónica a compuestos inorgánicos de mercurio por vía oral también causa lesiones renales, y se

han descrito varios casos de insuficiencia renal tras la ingestión de cloruro mercuríco (Poulin & Gibb, 2008).

- **Efectos respiratorios.** La exposición aguda a vapores de mercurio en altas concentraciones causa trastornos respiratorios tales como: tos, disnea y opresión, o sensación de quemazón en el pecho. La exposición profesional crónica causa síntomas similares y efectos más graves, como neumonitis, disminución de la función respiratoria, obstrucción de las vías respiratorias, hiperinsuflación, disminución de la capacidad vital, dificultad respiratoria, edema pulmonar y fibrosis por neumonía lobular (Poulin & Gibb, 2008).
- **Efectos cutáneos.** Se han observado erupciones, urticaria y dermatitis tras el contacto profesional y accidental con compuestos de mercurio inorgánicos. La inhalación de vapores de mercurio y el contacto con el cloruro mercurioso contenido en polvos y pomadas para la dentición pueden causar acrodinia, un cuadro de coloración rosada de las manos y los pies que suele acompañarse de insomnio, irritabilidad y fotofobia (Poulin & Gibb, 2008).

1.3.2 Vías de exposición

La contaminación por mercurio se da a través de la ingestión, inhalación y absorción, por las cuales se afectan diferentes sistemas del cuerpo humano (Figura 4).

Figura 4. Vías de exposición al mercurio



La magnitud de los efectos tóxicos del mercurio depende de varios factores

Dosis recibida

La forma química del metal

La vía de exposición

Tipos de exposición: aguda (una sola vez) o crónica (prolongada)

Fuente: García *et al.*, 2017.

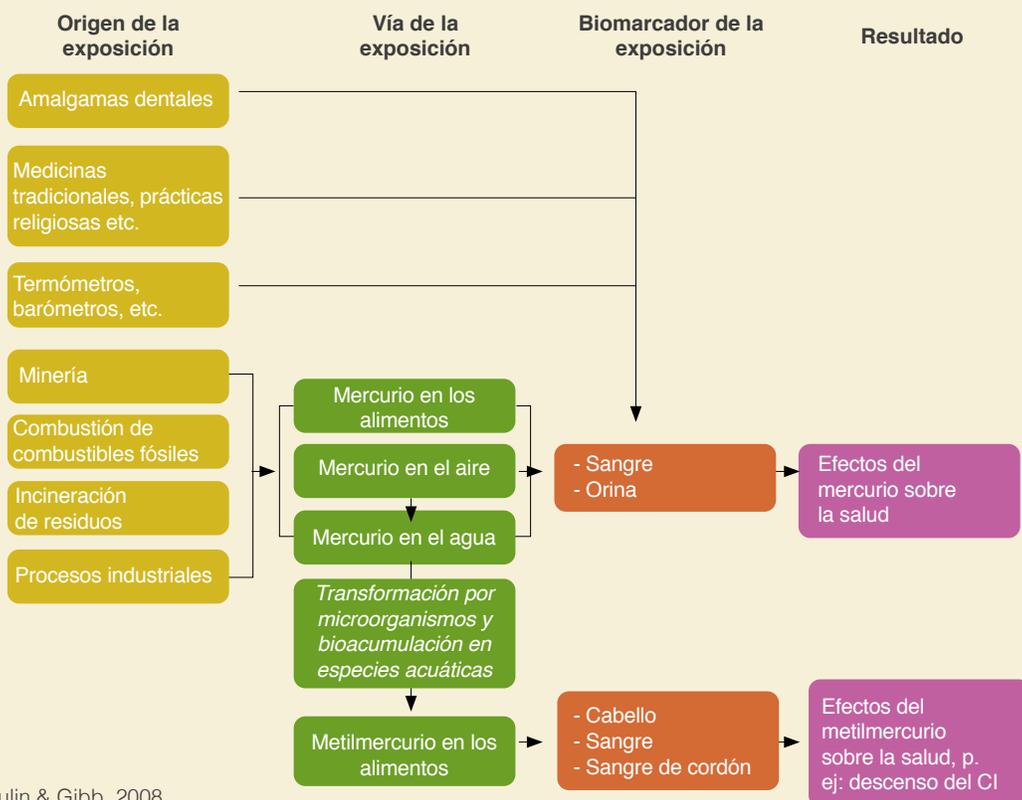
El mercurio y varios de sus compuestos asociados, como el metilmercurio, tienen la capacidad de bioacumularse, aumentando su concentración y, por ende, sus efectos nocivos sobre los seres vivos. Se cree que la inhalación es la ruta de exposición que mayores efectos nocivos produce a largo plazo; sin embargo, también hay procesos de absorción de mercurio líquido y gaseoso a través de la piel que producen efectos similares a los reportados por inhalación.

Se han observado sus efectos sobre la salud en personas que trabajan en los sectores de odontología, minería de oro y plata, y fabricación de bombillas fluorescentes, termómetros y cloro-álcali, entre otras actividades. En los países en desarrollo, la exposición a los vapores de mercurio en la minería de oro artesanal y en pequeña escala puede alcanzar niveles muy altos, porque las condiciones de trabajo no se controlan. Estas actividades ocupan a 10-15 millones de personas en más de 50 países, y se calcula que liberan entre 800 y 1.000 toneladas de mercurio al ambiente cada año (Poulin & Gibb, 2008, pp. 10-12).

Es relevante conocer las fuentes y vías de exposición del mercurio, ya que así es posible proteger a los individuos expuestos. En la Figura 5 se identifican los orígenes y las vías de exposición del mercurio, además de sus efectos adversos en la salud humana.

Comparado con un sistema ya desarrollado, el sistema nervioso e inmunológico de personas en proceso de desarrollo (especialmente en estado prenatal) es más vulnerable a los efectos tóxicos que provoca el mercurio, ya que este interfiere en el crecimiento de las neuronas, perjudicando irreversiblemente el sistema. Los lactantes podrían no presentar síntomas durante los primeros meses de vida, pero más tarde podrían mostrar déficits en efectos finales neurológicos sutiles, como déficit en el CI (cociente intelectual); tono muscular anormal; y pérdidas en la función motora, la atención y el desempeño visual-espacial (IPEN, 2007). También se han reportado otro tipo de afectaciones por mercurio en fetos, como síndromes neurológicos. Estos provocan síntomas y alteraciones graves en el equilibrio, afectando la sensibilidad en manos y pies, al tiempo que producen deterioro de los sentidos, debilidad e incluso la muerte.

Figura 5. Origen y marcadores de exposición al mercurio



Fuente: Poulin & Gibb, 2008.

1.3.3 Afectaciones en Colombia

Respecto a la afectación a nivel nacional, Colombia cuenta con datos de notificación de intoxicaciones por mercurio desde 2007, a través del Sistema de Vigilancia en Salud Pública (Sivigila). Así, para el periodo 2007-2013 se notificaron 666 casos de intoxicación por mercurio; el 2009 fue el año que presentó mayor número de notificaciones (159) y

el departamento de Antioquia es el mayor notificador. Este comportamiento se relaciona con el uso del mercurio en las actividades mineras del oro y con el fortalecimiento de las capacidades diagnósticas para identificar los casos de intoxicación en ese departamento. En la Tabla 3 se presentan los datos de notificación de casos para el periodo 2007-2011, así como los departamentos notificadores (República de Colombia, 2018).

Tabla 3. Notificación de casos de intoxicación por mercurio, periodo 2007-2011 (Colombia)

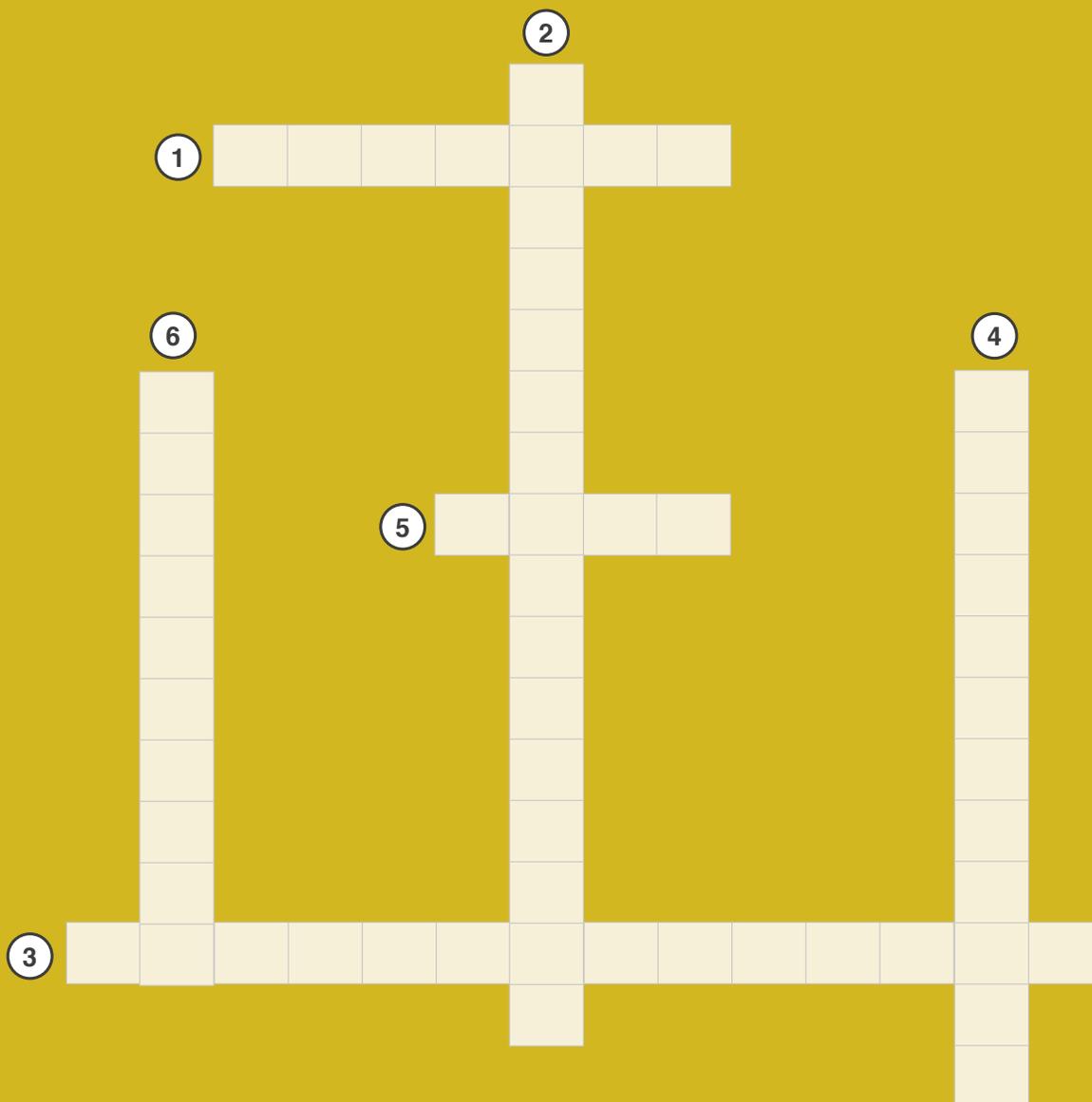
Departamento	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Antioquia	1	33	153	115	102	60	47	511
Bogotá	4	4	3	5	5	13	20	54
Bolívar	0	0	0	0	4	23	0	27
Caldas	0	0	1	1	0	1	2	5
Cauca	0	0	0	1	1	1	0	3
Chocó	0	0	1	0	0	5	2	8
Córdoba	0	0	0	1	0	5	2	8
Guainía	0	0	0	0	1	0	0	1
Meta	0	0	0	0	1	0	0	1
Putumayo	0	0	0	1	0	0	0	1
Quindío	0	0	0	1	0	0	0	1
Risaralda	1	0	0	1	0	2	0	4
Santander	1	0	1	1	0	0	1	4
Valle	0	0	0	3	0	2	0	5
Caquetá	0	0	0	0	0	1	0	1
Nariño	1	0	0	0	0	1	4	6
Sucre	0	0	0	0	0	9	0	9
Casanare	0	0	0	0	0	2	0	2
Cundinamarca	0	0	0	0	0	1	5	6
Barranquilla	0	0	0	1	0	1	1	3
Cesar	0	0	0	0	0	0	1	1
Tolima	0	0	0	0	0	0	1	1
Huila	1	0	0	0	0	0	0	1
Cartagena	0	1	0	0	0	0	0	1
Guaviare	0	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL	9	38	159	131	114	128	87	666

Fuente: República de Colombia, 2018.



Actividad 1. Crucigrama

Complete el crucigrama con las palabras que corresponden a las frases a continuación.



Horizontales

- 1- Es la forma en la que se encuentra el mercurio metálico elemental a temperatura ambiente.
- 3- Son las fuentes que liberan la mayor cantidad de mercurio al ambiente.
- 5- Órgano por el cual se absorbe mercurio líquido y gaseoso.

Verticales

- 2- Fenómeno por el cual el mercurio se concentra a través de la cadena alimentaria.
- 4- Son los efectos más preocupantes del mercurio, especialmente sobre organismos en desarrollo.
- 6- En el campo laboral, es la vía de exposición más frecuente al mercurio.



1.4 Evaluación del capítulo

1

¿Qué es el mercurio?

a. Elemento no metálico que se caracteriza por ser gaseoso e inodoro. Al someterse a corrientes eléctricas, genera haces de luz fluorescentes.

b. Metal alcalino sólido. Se presenta en forma natural al liberarse de fuentes no intencionales, como la fabricación de productos con mercurio.

c. Elemento alcalinotérreo que se caracteriza por ser líquido e inodoro. Es una sustancia sintética que contamina el agua y el aire.

d. Elemento metálico líquido e inodoro. Se libera al aire y al agua principalmente por fuentes antropogénicas.

2

Son fuentes naturales de compuestos de mercurio:

a. Erupciones volcánicas y actividades geotérmicas.

b. Fabricación de productos con mercurio añadido y actividades geotérmicas.

c. Erupciones volcánicas y generación de energía.

d. Fabricación de productos con mercurio añadido y generación de energía.

3

El compuesto de mercurio con mayor toxicidad es:

a. Mercurio metálico.

b. Óxido de mercurio.

c. Metilmercurio.

d. Amalgama.

4

El mercurio se transporta en la atmósfera como:

a. Mercurio elemental gaseoso (MEG).

b. Deposición atmosférica.

c. Metilmercurio.

d. Sulfuro de mercurio (cinabrio).

5

Además de la minería, el mercurio se libera por las siguientes actividades antrópicas:

a. Erupciones volcánicas y actividades geotérmicas.

b. Fabricación de productos con mercurio añadido y actividades geotérmicas.

c. Erupciones volcánicas y generación de energía.

d. Fabricación de productos con mercurio añadido y generación de energía.

6

Los hornos de cemento, la extracción de combustibles fósiles y las termoeléctricas son fuentes antropogénicas de mercurio catalogadas como:

a. Fuentes difusas.

b. Fuentes generales.

c. Fuentes intencionales.

d. Fuentes no intencionales.

7

El proceso por el cual el mercurio ingresa a los seres vivos, pero no se expulsa, aumentando su concentración a través del tiempo, se denomina:

a. Bioacumulación.

b. Biomagnificación.

c. Bioamalgamación.

d. Biosíntesis.

8

El proceso por el cual la concentración de mercurio aumenta a través de la cadena alimenticia es:

a. Bioacumulación.

b. Biomagnificación.

c. Bioamalgamación.

d. Biosíntesis.

9

Los humanos son susceptibles a la biomagnificación del mercurio, pues:

a. Beben agua contaminada con mercurio.

b. Respiran el aire atmosférico contaminado con mercurio.

c. Pueden presentar altas exposiciones prenatales.

d. Ocupan la cima de la cadena alimenticia.

10

La ruptura no controlada de bombillas fluorescentes que tienen mercurio en su interior se considera una fuente:

a. Intencional.

b. Secundaria.

c. No intencional.

d. Difusa.

11

Las principales vías de exposición a mercurio o compuestos de mercurio son:

a. Oculares, respiratorias y cutáneas.

b. Respiratorias, digestivas y cutáneas.

c. Oculares, digestivas y sexuales.

d. Respiratorias, inmunes y neuronales.

12

¿Cuál es la población más vulnerable al mercurio y los compuestos de mercurio?

a. Dentistas y fabricantes de bombillas.

b. Pescadores y consumidores de pescado.

c. Mujeres gestantes y personas en proceso de desarrollo.

d. Trabajadores del sector químico y farmacéutico.

13

Especialmente, el mercurio causa graves efectos sobre los siguientes sistemas:

a. Nervioso, renal y respiratorio.

b. Reproductivo, digestivo y renal.

c. Inmune, renal y endocrino.

d. Nervioso, osteomuscular y endocrino.

14

Son graves efectos del mercurio sobre personas en desarrollo:

a. Sangrado en orina y heces.

b. Déficits neurológicos y pérdida de funciones.

c. Pérdida de visión e inteligencia espacial.

d. Propensión a enfermedades respiratorias, asma y alergias.

15

Entre otras funciones, el Sivigila ha permitido en Colombia:

a. Conocer las cantidades de mercurio liberadas en el país.

b. Recopilar las notificaciones de intoxicación por mercurio.

c. Establecer porcentajes de bioacumulación y biomagnificación.

d. Vigilar la minería y el ciclo de mercurio del territorio.

1.5 Bibliografía

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [EPA]. (s.f.). *Información básica sobre el mercurio*. <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-el-mercurio>
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico [CDA]. (2018, 7 de noviembre). *Ministerio de Ambiente lanza ambicioso plan para eliminar el mercurio a 2023*. <https://cda.gov.co/es/noticias/ministerio-de-ambiente-lanza-ambicioso-plan-para-eliminar-el-mercurio-a-2023#:~:text=Con%20la%20entrega%20del%20Plan,como%20el%20convenio%20de%20Minamata>.
- Evers, D. C. & Sunderland, E. (2019). *Technical Information Report on Mercury Monitoring in Biota*. UN Environment Programme. <https://www.unenvironment.org/resources/report/technical-information-mercury-monitoring-biota>
- Ganoa, X. (2004). *El mercurio como contaminante global* [tesis de doctorado]. Universitat Autònoma de Barcelona. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/3174/xgm1de1.pdf>
- García, C. Rodríguez, O., Pinto, E., Peña, J., Cabrera, M., Arciniegas, L., Varón, D. & Escolar, A. (2017). *El Convenio de Minamata. Así actúa Colombia frente al mercurio*. WWF-Colombia.
- International POPs Elimination Network [IPEN]. (2007). *Introducción a la contaminación por mercurio para las ONG*. https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen_mercury_booklet-es.pdf
- Olivero, J., Mendonza, C. & Mestre, J. (1995). Mercurio en cabello de diferentes grupos ocupacionales en una zona de minería aurífera en el Norte de Colombia. *Revista de Saúde Pública*, 29(5). <https://doi.org/10.1590/S0034-89101995000500006>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2014). *El Convenio de Minamata sobre el mercurio y su implementación en la región de América Latina y el Caribe*. https://www.mercuryconvention.org/sites/default/files/documents/2021-07/folleto_Minamata_LAC_ES_FINAL.pdf
- Poulin, J. & Gibb, H. (2008). *Evaluación de la carga de morbilidad ambiental a nivel nacional*. Organización Mundial de la Salud.
- Red de Desarrollo Sostenible. (2014, 4 de julio). *El uso sostenible de los bosques, prioridad de Minambiente*. <https://www.rds.org.co/es/novedades/el-uso-sostenible-de-los-bosques-prioridad-de-minambiente#:~:text=Con%20cerca%20de%2068.598%20hect%C3%A1reas,Preservaci%C3%B3n%20de%20los%20Bosques%20Tropicales>.
- República de Colombia. (2018). Ley 1892 de 2018. *Por medio de la cual se aprueba el «Convenio de Minamata sobre el mercurio», hecho en Kumamoto (Japón) el 10 de octubre de 2013*.
- UN Environment Programme. (2018). *Final Report: Global Assessment of Laboratories Analysing Mercury*. <https://www.unenvironment.org/resources/report/final-report-global-assessment-laboratories-analysing-mercury-first-round-2018>

CAPÍTULO

Marco legal del mercurio



Competencias a desarrollar:

Conocer el Convenio de Minamata y las aplicaciones reglamentarias vigentes aplicadas en Colombia.

2.1 ¿Qué es el Convenio de Minamata?

El Convenio de Minamata, celebrado en Japón el 10 de octubre de 2013, es un tratado internacional que busca proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio y sus compuestos. Este convenio entró en vigor en agosto de 2017 (Figura 6) e incluye, de manera general, los siguientes aspectos:

- El control del suministro y comercio del mercurio.
- La prohibición de nuevas minas de mercurio y la eliminación gradual de las existentes.
- La reducción del uso del mercurio elemental o compuestos de mercurio en una serie de productos y procesos.
- La promoción de medidas de control de las emisiones a la atmósfera y de las emisiones a la tierra y al agua (mejores técnicas disponibles).
- La regulación inexistente del sector de la minería artesanal y a pequeña escala.
- El almacenamiento provisional de mercurio y su eliminación una vez que se convierte en residuo, al igual que los puntos contaminados de mercurio y temas sanitarios (Convenio de Minamata Sobre el Mercurio, s.f.).

Competencias a desarrollar:

Comprender las implicaciones del Convenio de Minamata en Colombia.



Los países que han ratificado su compromiso deberán tenerlos en cuenta para hacer frente a las graves y nocivas consecuencias que tiene el mercurio sobre la salud y el ambiente.

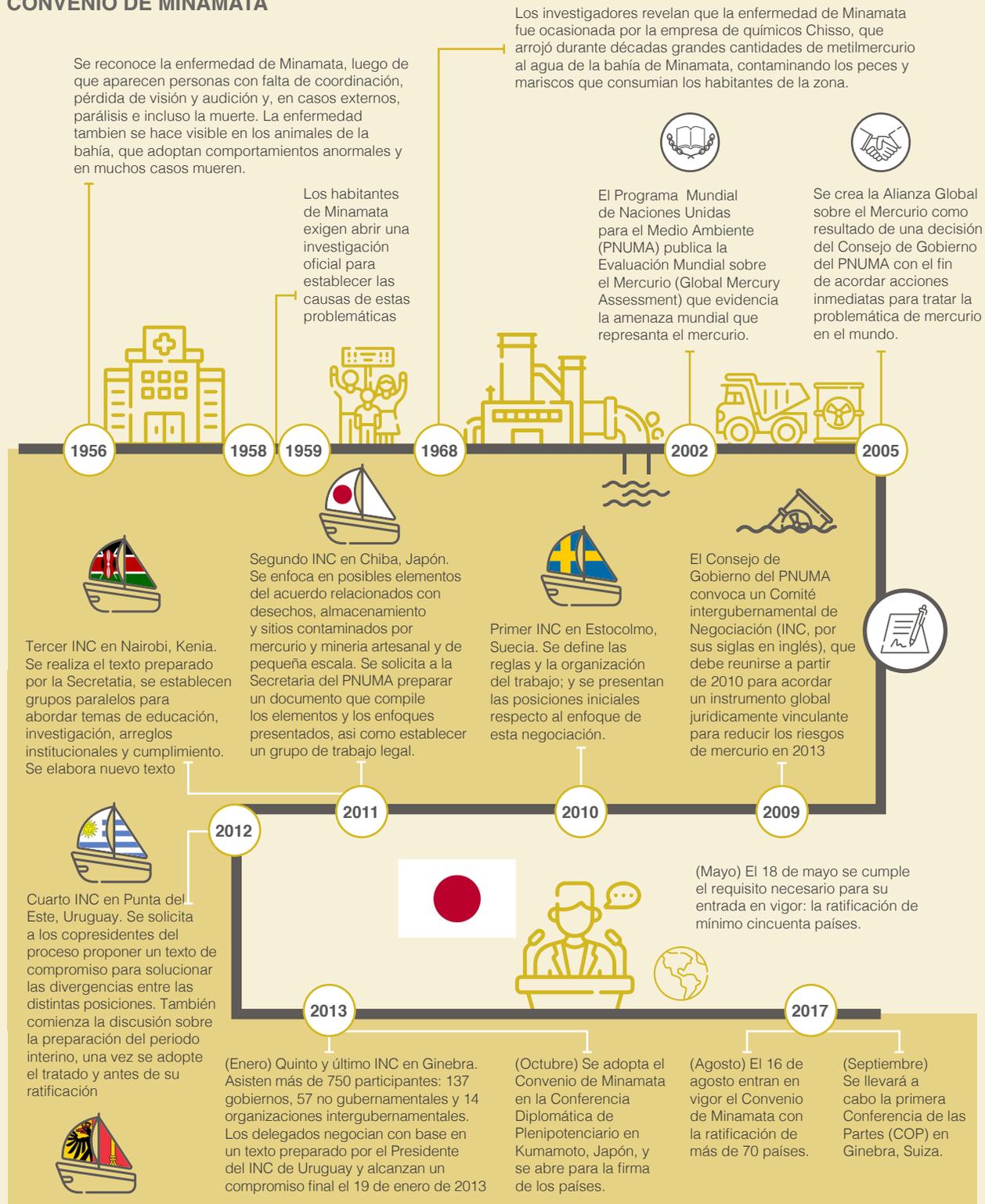
En contexto, el nombre del convenio conmemora la tragedia ocurrida en Minamata, Japón, donde miles de habitantes y animales se envenenaron con mercurio. Entre 1932 y 1968 la empresa Chisso Corporation vertió toneladas de mercurio a través de sus aguas residuales sin tratar; estas llegaron a la bahía del Minamata, que hace parte de la ciudad costera del mismo nombre localizada en la ciudad de Kumamoto, isla de Kyushu. Los peces, base de la alimentación de la población, acumularon metilmercurio durante ese periodo de tiempo y lo transfirieron a quienes se alimentaban de ellos. Esta situación causó enormes problemas para el medio ambiente y la salud humana (García et al., 2017, p. 14).

De igual manera, la inhalación de vapores de mercurio puede producir efectos nocivos sobre el sistema nervioso, el aparato digestivo, el sistema inmunitario, los pulmones y los riñones, además de que puede causar la muerte. Los síntomas neurales incluyen retraso mental, crisis convulsivas, deficiencias visuales y auditivas, retraso del desarrollo, trastornos del lenguaje y pérdida de la memoria (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2006).

Figura 6. Línea temporal del Convenio de Minamata

LÍNEA DE TIEMPO:

CONVENIO DE MINAMATA

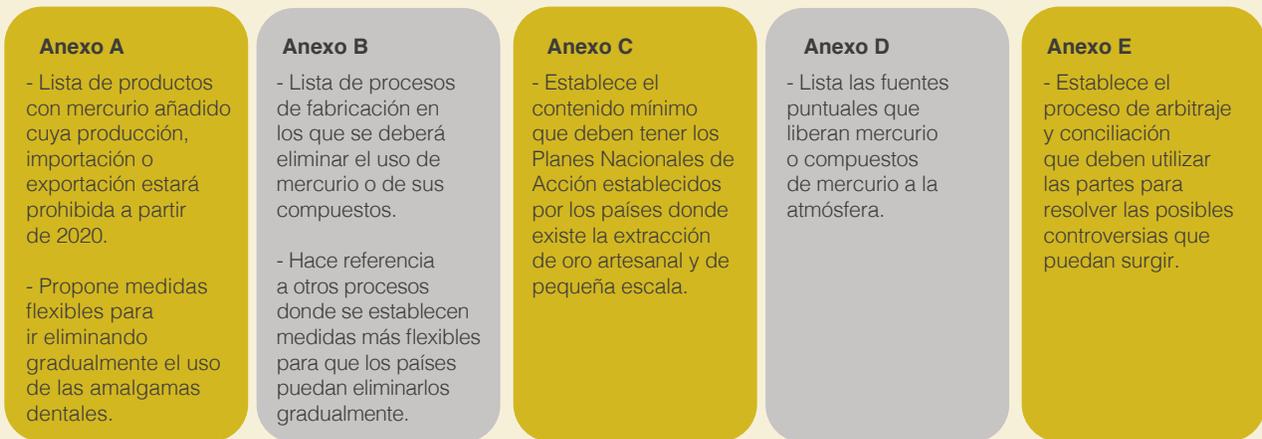


Fuente: García et al., 2017, pp. 22-23.

Al igual que ocurre con otros tratados internacionales, el máximo órgano decisorio del Convenio es la Conferencia de las Partes, que está conformada por los países que lo han ratificado y toman las decisiones por consenso, es decir, que no exista objeción. A la fecha, 129 países han

ratificado. El Convenio cuenta con 35 artículos, que contemplan obligaciones de las partes, recursos y mecanismos financieros, disposiciones administrativas, entre otros. De igual manera, el Convenio cuenta con cinco anexos, que se resumen en la Figura 7.

Figura 7. Resumen de anexos del Convenio de Minamata



Fuente: García *et al.*, 2017.

Colombia es el país que más mercurio libera per cápita; se calcula que, en promedio, por cada colombiano se liberan 1,6 kg de mercurio cada año. El país está por encima del promedio de países como Perú, Brasil, Indonesia y China. Por tal motivo, en el año 2019, Colombia ratificó su participación en el Convenio de Minamata, y para cumplirlo se han definido una serie de responsabilidades para los diferentes actores que hacen parte de la cadena, con el fin de que estos puedan contribuir a la erradicación del uso de mercurio. Entre estos actores están los ciudadanos, que cuentan con cuatro procesos para poder ser parte activa de cambio:

- Sensibilización y difusión de los impactos del mercurio en la salud y el ambiente. Este proceso que tiene como finalidad: aumentar el acceso a la información sobre los efectos del mercurio, lograr que se tomen las medidas extraordinarias para prevenir la exposición de poblaciones vulnerables (mujeres y niños) y generar sinergias entre los gobiernos locales y el nacional para buscar medidas que prevengan la intoxicación con mercurio (artículo 18 del Convenio de Minamata).

- Aportar insumos técnicos para la sustitución y eliminación del mercurio en la minería de oro y en la recuperación de áreas contaminadas, a través de la elaboración participativa del Plan Nacional de Acción.
- Participar en la construcción de programas de formalización minera. Se deben desarrollar estrategias que primero permitan desarrollar diálogos con los mineros y la población, con el fin de identificar las particularidades de cada territorio y que bajo ese contexto se formulen las estrategias desde las regiones hacia el centro.
- Construcción conjunta de alternativas de desarrollo que partan de las potencialidades de los habitantes del territorio. Se busca que la comunidad repiense la visión de desarrollo de su territorio y, por ejemplo, busque rescatar otras actividades que alguna vez se realizaron, tradiciones ancestrales, etc. para incentivar un periodo de transición que permita seguir generando el bienestar de la comunidad y el arraigo sobre el territorio (García *et al.*, 2017).

2.2 Matrices de interés para el Convenio de Minamata

Retomando los compromisos de las partes del Convenio de Minamata, el artículo 19 “Investigación, desarrollo y vigilancia” (visto en el capítulo anterior) establece varias actividades que requieren la estimación y medición del mercurio (y compuestos de mercurio). Igualmente, se deben medir sus efectos sobre la salud y el ambiente, además de los efectos sociales, económicos y culturales, especialmente en lo que respecta a las poblaciones vulnerables.

A continuación se verán dos de las acciones más relevantes en esta materia: el inventario nacional de mercurio y el programa de evaluación mundial de mercurio.

2.2.1 Inventario nacional de mercurio

Generalidades del inventario de mercurio

En el año 2005, el PNUMA diseña el “Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio”. Este es un kit de herramientas que tiene como objeto estandarizar y orientar el cálculo de las liberaciones de mercurio en aire, agua, suelo, residuos, productos y tratamiento/disposición específica a partir de las diferentes fuentes. Su objetivo es evaluar los riesgos y tomar las medidas necesarias en los ámbitos regional, nacional y mundial (MAVDT, 2012).

El instrumental sugiere dos niveles de cuantificación de mercurio (hojas de cálculo de MS Excel): el nivel 1 tiene una metodología simplificada y estandarizada, en la cual los resultados obtenidos son valores promedio sin intervalo de incertidumbre; el nivel 2 presenta una cuantificación más detallada y discriminada. Las hojas de cálculo de MS Excel se actualizaron para el nivel de inventario 1, como parte de la última revisión realizada en el 2015. Estas incluyen factores predeterminados actualizados de algunas fuentes, principios de estimación mejorados para productos de consumo seleccionados y un diseño mejorado que busca facilitar su uso por el usuario. Las hojas de cálculo de MS Excel del nivel de

Competencias a desarrollar:

Contrastar las matrices para determinación de mercurio y las obligaciones del Convenio de Minamata.



inventario 2 también fueron modificadas con nuevos factores de entrada predeterminados para algunas categorías de fuentes, con base en el conocimiento de las actuales fuentes de emisiones de mercurio (PNUMA, 2015).

En el año 2010 Colombia elaboró su primer inventario nacional de mercurio, que buscaba, a través de los factores de entrada y salida y el nivel 1 de cuantificación propuesto por el PNUMA, cuantificar las liberaciones de mercurio de las diferentes fuentes durante el año 2009 (MAVDT, 2012). Este inventario fue actualizado en el año 2017, con información disponible y consultada el año 2016, tomando como referencia el año 2015 (Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales [CNPML] et al., 2017).

Fuentes de liberación y matrices en las que se estima

● Origen natural

Las mayores fuentes naturales de mercurio son la desgasificación de la corteza terrestre, las emisiones de los volcanes y la evaporación desde los cuerpos de agua. No obstante, gran parte del mercurio encontrado en la atmósfera y en los ecosistemas hídricos, el cual puede ser transportado a las zonas urbanas por efecto de la deposición atmosférica, proviene de las actividades antropogénicas. Esto hace difícil valorar en forma cuantitativa la contribución relativa del mercurio de origen natural y el de origen antropogénico que son depositados en la biosfera.

● Fuentes antropogénicas

La contaminación ocasionada por el hombre se realiza de muchas formas, por ejemplo: la descarga de desechos; la emisión directa a la atmósfera en la explotación minera del metal y del oro; la quema de combustibles fósiles; la incineración de desechos sólidos, los cuales incluyen mercurio volatilizado de baterías desechadas; y la fundición de cobre y zinc (Olivero, 2002).

En la Tabla 4 se muestran las diferentes fuentes de liberación de mercurio antropogénicas propuestas por el PNUD, al igual que las matrices en las que se pueden estimar.

Tabla 4. Inventario de mercurio en Colombia

Fuentes CATEGORÍA/Subcategoría	Matrices					
	Aire	Agua	Suelo	Subproductos e impurezas	Residuos generales	Tratamiento de desechos/ disposición
CONSUMO DE ENERGÍA						
Combustión de carbón en plantas de energía grandes	X				X	
Otros usos del carbón	X				X	
Combustión/uso de coque de petróleo y aceite pesado	X					
Combustión/uso de diésel, gasóleo, petróleo, kerosene	X					
Combustión/uso de gas natural, primas o prelimpieza						
Combustión/uso de gas natural, gasoducto (calidad de los consumidores)	X					
Plantas de quema de biomasa y producción de calor	X					
Combustión de carbón vegetal	X					
PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLE						
Extracción de petróleo crudo		X				
Refinamiento de petróleo	X	X			X	
Extracción y procesamiento de gas natural	X	X		X	X	
PRODUCCIÓN PRIMARIA DE METALES						
Extracción de mercurio (primario) y procesamiento inicial						
Producción de zinc proveniente de concentrados						
Producción de cobre proveniente de concentrados	X	X	X	X		X
Producción de plomo proveniente de concentrados						
Extracción de oro por otros métodos que no sea la amalgamación de Hg	X	X	X	X		
Producción de alúmina proveniente de la bauxita (producción de aluminio)						
Producción primaria de metales ferrosos (hierro, producción de acero)	X					X
Extracción de oro con amalgamación de mercurio - sin uso de retorta	X	X	X			
Extracción de oro con amalgamación de mercurio - con uso de retortas	X	X	X			
OTROS MATERIALES DE PRODUCCIÓN						
Producción de cemento	X			X	X	
Producción de pulpa y papel	X					
PRODUCCIÓN DE QUÍMICOS						

Fuentes CATEGORÍA/Subcategoría	Matrices					
	Aire	Agua	Suelo	Subproductos e impurezas	Residuos generales	Tratamiento de desechos/disposición
Producción de cloro álcali con celdas de mercurio	X	X	X	X		X
Producción de VCM con catalizador de mercurio	X	X		X		X
Producción de acetaldehído con catalizador de mercurio						
PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS CON CONTENIDO DE MERCURIO						
Termómetros de Hg (médico, atmosféricos, de laboratorios, industrial, etc.)	X	X		X	X	
Interruptores y amplificadores eléctricos con mercurio	X		X		X	
Fuentes de luz con mercurio (fluorescente, compacta, otros: ver guía)	X				X	X
Baterías con mercurio					X	
Manómetros y medidores de mercurio	X	X	X		X	X
Biocidas y pesticidas con mercurio						
Pinturas con mercurio						
Cremas y jabones aclaradoras de piel con químicos de mercurio						
USO Y DISPOSICIÓN DE PRODUCTOS CON CONTENIDO DE MERCURIO						
Amalgama dental para rellenos (rellenos de "plata")	X	X		X	X	X
Termómetros	X	X	X		X	
Interruptores eléctricos y relés con mercurio	X		X		X	
Fuentes de luz con mercurio	X		X		X	X
Baterías con mercurio	X		X		X	
Poliuretano (PU, PUR) producido con catalizador de mercurio						
Pinturas con preservantes de mercurio						
Cremas y jabones que contienen químicos de mercurio para aclarar la piel						
Manómetro para medir presión arterial (esfigmomanómetro de mercurio)	X	X	X		X	X
Químicos de laboratorio		X			X	X
Otros equipos médicos y de laboratorio con mercurio		X			X	X
PRODUCCIÓN DE RECICLADO DE METALES						
Producción de mercurio reciclado ("producción secundaria")						
Producción de metales ferrosos reciclados (hierro y acero)	X		X		X	X
INCINERACIÓN DE DESECHOS						
Incineración de desechos municipal/general						
Incineración de desechos peligrosos	X					X
Incineración de desechos médicos	X					X
Incineración de lodos cloacales						
Quema de desechos a cielo abierto (en rellenos sanitarios e informalmente)	X					

Fuentes CATEGORÍA/Subcategoría	Matrices					
	Aire	Agua	Suelo	Subproductos e impurezas	Residuos generales	Tratamiento de desechos/ disposición
DEPOSICIÓN DE DESECHOS/RELLENO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES						
Rellenos sanitario-controlados/depósitos	X	X				
Vertederos informales de desechos generales	X	X	X			
Residuos procedentes de sistemas de agua /tratamiento		X	X		X	X
CREMATORIOS Y CEMENTERIOS						
Crematoria	X					
Cementerios			X			

Fuente: CNPML *et al.*, 2017.

● Matrices

Desde el punto de vista toxicológico, existen tres formas de mercurio: mercurio elemental, mercurio inorgánico (sales de mercurio y óxido de mercurio) y mercurio orgánico. La exposición a *mercurio elemental* es aquella a la que están expuestos mineros auríferos, odontólogos, personas con amalgamas dentales y trabajadores de plantas de producción de cloro, entre otros. Por su parte, la ingestión de especies de *mercurio inorgánico* incluye las sales solubles en agua, tales como el cloruro o sulfato de

mercurio. Finalmente, los compuestos *organomercúricos*, especialmente el metilmercurio, son considerados sustancias mucho más tóxicas que el mercurio elemental. Alrededor del 90% de todo el metilmercurio presente en los alimentos es absorbido a través del tracto gastrointestinal, tanto en el hombre como en los animales.

La exposición al mercurio, ya sea industrial o ambiental, puede ser evaluada a través de matrices con muestras biológicas y no biológicas, como:

Muestras biológicas

- Sangre
- Orina
- Cabello
- Biota (peces, sedimentos superficiales, plantas acuáticas o macrófitas)

Muestras no biológicas

- Sólidos
- Aire

Fuente: CNPML *et al.*, 2017.

● Conclusiones y resultados para Colombia

De los resultados de los inventarios de mercurio realizados en el 2010 y 2017, se puede concluir que:

- Las actividades que más aportan en el balance de entradas y salidas son: producción primaria de metales; producción de químicos; disposición de residuos y tratamiento de aguas residuales; y uso y disposición de productos con contenido de mercurio (termómetros, interruptores eléctricos, fuentes de luz, pilas).
- En cuanto a las liberaciones de mercurio en el ambiente, se observa que la matriz más afectada es el suelo, seguida por el aire, los tratamientos de desechos de sectores específicos, el agua, los subproductos e impurezas, y los desechos en general.
- Se evidencian muchos vacíos de información, por lo cual es necesario implementar estrategias para la compilación de información. Esto con el fin de complementar el inventario, empezar a elaborar un inventario de nivel 2 y tener un diagnóstico más aproximado a la situación del país.
- Los resultados obtenidos sirvieron de base para formular una propuesta de plan de acción nacional que contempla estrategias para reducir, eliminar, prevenir y controlar la contaminación por mercurio en Colombia. De igual manera, sirvieron para construir el reporte de las evaluaciones iniciales del Convenio de Minamata (MIA).
- Las prioridades nacionales —descritas en los 39 informes de MIA analizados en ese momento por la Secretaría del Convenio de Minamata— fueron: la eliminación gradual de los productos con mercurio añadido (artículo 4) y la gestión de desechos (artículo 11). Otras áreas prioritarias importantes incluyeron la extracción de oro artesanal y en pequeña escala (ASGM, artículo 7), emisiones (artículo 8), liberaciones (artículo 9) y vigilancia (artículo 19) (Convenio de Minamata Sobre el Mercurio, s.f.).

- Los resultados del análisis de MIA se utilizarán para preparar la creación de capacidad y asistencia técnica programa para 2020-2021.

- Las prioridades nacionales identificadas en los informes de MIA constituirán la base del programa internacional específico y otras actividades de CB/TA (Secretariat of the Minamata Convention on Mercury, 2019).

2.2.2 Evaluación mundial de mercurio

El PNUMA, en colaboración con el Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico (AMAP), realizó la cuarta edición de la evaluación mundial del mercurio (2018). Este informe se basa en información mundial mejorada de las estimaciones de emisiones, liberación y transporte de mercurio en la atmósfera y ambientes acuáticos; así, busca lograr una mejor comprensión del ciclo del mercurio en el medio ambiente. En particular, este informe habla del mercurio como elemento químico en todas sus formas —en contraste con el manejo que hace el Convenio de Minamata, que distingue al mercurio elemental de los compuestos de mercurio— y proporciona nueva información sobre la exposición de mercurio en animales y humanos.

El informe refleja los avances realizados por la comunidad científica, autoridades y organizaciones nacionales a través de nueve capítulos, donde abordan temas como:

- Mejoramiento del entendimiento del ciclo del mercurio (capítulo 2)
- Emisiones atmosféricas de mercurio (capítulo 3)
- Niveles de mercurio en el aire (capítulo 4) Vías atmosféricas, transporte y destino del mercurio (capítulo 5)
- Liberaciones antropogénicas de mercurio al agua (capítulo 6)
- Seguimiento de las concentraciones de mercurio en biota (capítulo 7)
- Entendimiento de las tendencias del mercurio en la biota acuática (capítulo 8)
- Niveles y tendencias del mercurio en las poblaciones humanas en todo el mundo (capítulo 9) (Global Mercury Assessment 2018, 2019)

En términos generales, se obtuvieron las siguientes conclusiones de esta evaluación:

- Según un nuevo inventario mundial de las emisiones antrópicas de mercurio al aire, 17 sectores clave generaron aproximadamente 2.200 toneladas de emisiones a escala mundial en 2015, aunque también existen otras fuentes antrópicas de escala más reducida que aún no resulta posible cuantificar en el marco del inventario mundial detallado.
- Se calcula que las emisiones antrópicas mundiales de mercurio a la atmósfera de 2015 han aumentado aproximadamente un 20 % respecto de las estimaciones actualizadas correspondientes a 2010.
- Los patrones de las emisiones de 2015 son muy similares a los de 2010; proceden principalmente de Asia (49 %, sobre todo de Asia Oriental y Sudoriental), América del Sur (18 %) y África Subsahariana (16 %). La minería aurífera artesanal a pequeña escala genera casi el 38 % del total de las emisiones mundiales, y es la principal fuente de emisiones en América del Sur y África Subsahariana, mientras que en otras regiones las emisiones se deben principalmente a la producción de energía y al sector industrial.
- Los focos fijos de combustión de combustibles fósiles y biomasa generan aproximadamente el 24 % de las emisiones mundiales estimadas, principalmente debido a la combustión de carbón (21 %). Los sectores industriales que más influyen en el inventario siguen siendo la producción de metal no ferroso (15 % del inventario mundial), cemento (11 %) y metal ferroso (2 %). Las emisiones generadas por desechos —entre ellos los productos con mercurio añadido— suponen aproximadamente un 7 % del inventario mundial de 2015.
- La actividad humana ha incrementado las concentraciones atmosféricas totales de mercurio alrededor de un 450 % respecto del nivel natural. Dicho incremento incluye los efectos del mercurio procedente de antiguas fuentes antropógenas que aún circula en la biosfera, denominado «legado de mercurio».

- En 2015, la minería aurífera artesanal a pequeña escala liberó unas 1.220 toneladas de mercurio en el medio terrestre y en las reservas de agua dulce, aunque resulta imposible determinar con exactitud qué proporción se liberó en cada uno de estos entornos. Ese mismo año, otras fuentes antropógenas —principalmente pertenecientes a los sectores del tratamiento de desechos (43 %), la minería y el tratamiento del mineral (40 %), y la energía (17 %)— fueron responsables de las 580 toneladas de mercurio que llegaron a los entornos acuáticos en todo el mundo.

- Con frecuencia, la introducción de mercurio inorgánico no limita la producción natural de metilmercurio en los océanos y en determinados lagos. Otros factores como el cambio climático y los cambios en los procesos de los ecosistemas terrestres y acuáticos tienen repercusiones cada vez más importantes en el ciclo del mercurio, ya que influyen en la distribución, las interacciones químicas y la absorción biológica del mercurio en el medio ambiente.

- La reducción de las emisiones de mercurio y, por consiguiente, de las concentraciones atmosféricas puede tardar en traducirse en una reducción de las concentraciones de mercurio en la biota. El legado de mercurio depositado previamente en la tierra, los sedimentos y los sistemas acuáticos continuará generando metilmercurio durante algún tiempo.

- La carga de mercurio presente en determinadas redes alimentarias acuáticas es preocupante desde un punto de vista ecológico y de la salud humana. El incremento de los niveles de mercurio y la exposición a este elemento se debe principalmente a las emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio.

- Todas las personas se encuentran expuestas a cierta cantidad de mercurio. En numerosas comunidades por todo el mundo, el consumo de pescado, marisco, mamíferos marinos y otros alimentos es la principal fuente de exposición al metilmercurio (Evaluación mundial de Mercurio 2018. Principales conclusiones, 2019).



Actividad 2. Emparejar

Empareje los conceptos correspondientes en las dos columnas.

Uno de los compromisos del Convenio de Minamata.

Objetivo del Convenio de Minamata.

Estimado de liberación de mercurio en Colombia.

Son fuentes antropogénicas de liberación de mercurio.

El mercurio se mide en estas matrices biológicas.

Es una conclusión de la evaluación mundial de mercurio de 2018.

La liberación antrópica de mercurio a la atmósfera ha aumentado un 20% desde el 2015.

Reducir el uso de productos con mercurio añadido.

Sangre, orina y cabello.

Proteger la salud humana y el ambiente de las emisiones y liberaciones antropógenas de mercurio y compuestos de mercurio.

Uso y disposición de productos con mercurio añadido.

1,6 kg por persona en el país.

2.3 Marco legal y reglamentario del mercurio

Competencias a desarrollar:

Comprender las implicaciones del marco legal del mercurio en Colombia.



Norma	Entidad que la emite	Descripción general	Descripción específica
Decreto Ley 2811 de 1974	Presidencia	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Art. 38. Por razón del volumen o de la cantidad de los residuos o desechos, se podrá imponer a quien los produce la obligación de recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándole los medios para cada caso.
Decreto 2104 de 1983	Ministerio de Salud Pública	Por el cual se reglamentan los residuos sólidos.	
Decreto 1594 de 1984	Ministerio de Agricultura	Por el cual se reglamentan usos del agua y residuos líquidos.	Art. 20. Sustancias de interés sanitario: Mercurio. Art. 38. Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico son los que se relacionan a continuación, e indican que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional: para el Mercurio 0,002 mg/L. Art. 39. Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico son los que se relacionan a continuación, e indican que para su potabilización se requiere solo desinfección: para el Mercurio 0,002 mg/L. Art. 41. Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso pecuario: para el Mercurio 0,01 mg/L. Art. 45. Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarinas: para el Mercurio 0,01 CL. Art. 74. Las concentraciones para el control de la carga de las siguientes sustancias de interés sanitario: para el Mercurio 0,02 mg/L. Art. 155. Se consideran como oficialmente aceptados los siguientes métodos de análisis. El Ministerio de Salud establecerá los procedimientos detallados para su aplicación: para el Mercurio, Fotometría de llama y absorción atómica.
Resolución 2309 de 1986	Ministerio de Salud Pública	Por el cual se reglamentan los residuos sólidos especiales.	Tabla 2. Concentración máxima de contaminantes para la característica de extracción. Para el mercurio: 0,1 mg/L.
Decreto 0283 de 1990	Ministerio de Minas y Energía	Por el cual se reglamenta el almacenamiento, manejo, transporte, distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo y el transporte por carrotanques de petróleo crudo.	Art. 3. Definiciones: Tanque atmosférico. Es un tanque de almacenamiento de combustible destinado para operar a presiones que van desde la atmosférica hasta 0,035 Kg cm ² manométricas (260 a 706 mm de mercurio), medidas en el tope del tanque.
Constitución Política de 1991		Constitución Política de Colombia.	Arts. 79 y 80. Derecho colectivo a gozar de un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables a fin de garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución y prevenir los factores de deterioro ambiental.

Norma	Entidad que la emite	Descripción general	Descripción específica
Ley 99 de 1993	Congreso de la República	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente.	Numeral 10 del art. 5. Corresponde al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, determinar las normas mínimas y las regulaciones de carácter general sobre medio ambiente a las que deberán sujetarse los centros urbanos y asentamientos humanos y las actividades mineras, industriales y de transporte y en general todo servicio o actividad que pueda generar directa o indirectamente daños ambientales. Numeral 14 del art. 5. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, tiene entre sus funciones definir y regular los instrumentos administrativos y mecanismos necesarios para la prevención y el control de los factores de deterioro ambiental y determinar los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambiental de las actividades económicas.
Ley 253 de 1996	Presidencia	Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.	Anexo I. Categorías de desechos que hay que controlar: Y29 Mercurio, compuestos de mercurio.
Política nacional de producción más limpia de 1997	Ministerio del Medio Ambiente	A través de la Política de Producción Más Limpia (PML), el Sistema Nacional Ambiental impulsa la capacitación de minería de oro de pequeña escala sin mercurio.	Está orientada hacia la prevención y minimización de los impactos y riesgos a los seres humanos y al medio ambiente, garantizando la protección ambiental, el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad empresarial, a partir de la introducción de la dimensión ambiental en los sectores productivos, como un desafío de largo plazo. Su implementación busca: optimizar el consumo de los recursos naturales y las materias primas; aumentar la eficiencia energética y utilizar energéticos más limpios; prevenir y minimizar la generación de cargas contaminantes; prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales sobre la población y los ecosistemas; adoptar tecnologías más limpias y prácticas de mejoramiento continuo de la gestión ambiental y minimizar y aprovechar los residuos (UPME, 2007).
Ley 430 de 1998	Congreso de la República	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.	Art. 2. Principios: *Minimizar la generación de residuos peligrosos, evitando que se produzcan o reduciendo sus características de peligrosidad. *Reducir la cantidad de residuos peligrosos que deben ir a los sitios de disposición final, mediante el aprovechamiento máximo de las materias primas, energía y recursos naturales utilizados, cuando sea factible y ecológicamente aceptable los residuos derivados de los procesos de producción.
Decreto 2676 de 2000	Ministerio del Medio Ambiente	Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.	Art. 8. Obligaciones del generador: *Velar por el manejo de los residuos hospitalarios hasta cuando los residuos peligrosos sean tratados y/o dispuestos de manera definitiva o aprovechados en el caso de los mercuriales. *Realizar la desactivación a todos los residuos hospitalarios y similares peligrosos infecciosos y químicos mercuriales, previa entrega para su gestión externa. Art. 13. Desactivación, tratamiento y disposición final: Residuos peligrosos, residuos químicos: Los residuos reactivos, mercuriales y demás metales pesados deben ser aprovechados cuando haya lugar, o tratados y dispuestos finalmente en rellenos sanitarios cumpliendo los procedimientos que establezca el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares.
Decreto 1609 de 2002		Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera en automotores, en todo el territorio nacional, con el fin de minimizar los riesgos, garantizar la seguridad y proteger la vida y el ambiente.	

Norma	Entidad que la emite	Descripción general	Descripción específica
Resolución 1164 de 2002	Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares.	4.2.2. Residuos químicos. Son objetos, elementos o restos de estos en desuso, contaminados o que contengan metales pesados como mercurio. Este último procedente del servicio de odontología en procesos de retiro o preparación de amalgamas, por rompimiento de termómetros y demás accidentes de trabajo en los que esté presente el mercurio. En cuanto a los residuos químicos mercuriales, estos deben ser separados en dos: – Residuos mercuriales de amalgamas – Residuos mercuriales de termómetros
Política ambiental para la gestión de residuos o desechos peligrosos de 2005		Presenta objetivos y metas hasta el 2018 y un plan de acción hasta el 2010. El desafío más grande que tiene esta política es desarrollar esquemas que resuelvan los graves problemas que conlleva la generación y el manejo inadecuado de los residuos peligrosos. Además, que atienda la necesidad que tiene el país de un desarrollo sostenible, incluyente y equitativo; que reduzca los niveles de pobreza; que fomente la creación de fuentes de ingresos y de empleos; que eleve la competitividad de los sectores; y que mejore el desempeño ambiental de todos los actores y sectores sociales que generan y manejan residuos peligrosos.	
Decreto 838 de 2005	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.	Residuos peligrosos
Resolución 601 de 2006	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.	En esta resolución se identifica al mercurio como un contaminante no convencional con efectos carcinogénicos, y se fija como nivel máximo permisible de emisión a la atmósfera 1 µg/m ³ en un tiempo de exposición de 1 año.
Resolución 2115 de 2007	Ministerio de la Protección Social; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.	Art. 5. Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana. Cuadro 2 Características químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana para Mercurio 0,001 mg/L el valor máximo aceptable.
Ley 1252 de 2008	Congreso de la República;	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental referentes a los residuos y desechos peligrosos, y se dictan otras disposiciones.	
Resolución 909 del 2008	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Sobre estándares de emisión.	En esta resolución se establecen las normas y los estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones para, por ejemplo, actividades de hornos cementeros.
Ley 1382 de 2010 (modifica la Ley 685 de 2001)	Congreso de la República	Se establece el código de minas.	
Ley 1658 de 2013	Congreso de la República	Por medio de la cual se establecen disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en las diferentes actividades industriales del país, además, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación y se dictan otras disposiciones	

Norma	Entidad que la emite	Descripción general	Descripción específica
Decreto 1076 de 2015 Que incluye el Decreto 4741 de 2005	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.	<p>SECCIÓN 4. VERTIEMENTOS</p> <p>Art. 2.2.3.3.4.1. Sustancias de interés sanitario. Considérense sustancias de interés sanitario: Mercurio.</p> <p>Art. 2.2.3.3.4.9. Del vertimiento al suelo. Línea base para aguas residuales no domésticas tratadas y aguas subterráneas.</p> <p>Art. 2.2.3.3.9.3. TRANSITORIO. Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico. Mercurio 0,002.</p> <p>Art. 2.2.3.3.9.6. TRANSITORIO. Criterios de calidad para uso pecuario. Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso pecuario. Mercurio 0,01.</p> <p>Art. 2.2.3.3.9.10. TRANSITORIO Criterios de calidad para preservación de flora y fauna. Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarinas. Mercurio 0,01CL.</p> <p>Art. 2.2.3.3.9.16. TRANSITORIO. Concentraciones. Las concentraciones para el control de la carga de las siguientes sustancias de interés sanitario. Mercurio 0,02.</p> <p>Art. 2.2.3.3.10.1. TRANSITORIO. Métodos de análisis Se consideran como oficialmente aceptados los siguientes métodos de análisis. Mercurio</p> <ul style="list-style-type: none"> -De la fotometría de llama -De la absorción atómica <p>Art. 2.2.6.2.3.6. De los anexos.</p> <p>Anexo I Y29 Mercurio, compuestos de mercurio.</p> <p>Anexo II A1010 Desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de mercurio. A1030 Desechos que tengan como constituyentes o contaminantes. Mercurio; compuestos de mercurio. A1180 Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de estos que contengan componentes como acumuladores y otros baterías incluidos en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del Anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado).</p> <p>Anexo III Características de peligrosidad de los residuos o desechos peligrosos. Concentraciones máximas de contaminantes para la prueba TCLP. Mercurio 0,2 mg/L nivel máximo permisible en lixiviados.</p>
Resolución 0631 del 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.	<p>Art. 8. Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas (ARD) de las actividades industriales, comerciales o de servicios; y de las aguas residuales (ARD y ARnD) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de agua superficiales. Mercurio 0,02 mg/L (para ambas).</p> <p>Art. 10. Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (ARnD) a cuerpos de aguas superficiales de actividades de minería. Mercurio para extracción de carbón de piedra y lignito, extracción de minerales de hierro, extracción de oro y otros metales preciosos, extracción de minerales de níquel y otros minerales metalíferos no ferrosos y extracción de minerales 0,002 mg/L.</p> <p>Art. 11. Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (ARnD) a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con hidrocarburos. Mercurio 0,01 mg/L.</p> <p>Art. 12. Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (ARnD) a cuerpos de aguas superficiales de actividades relacionadas con elaboración de productos alimenticios y bebidas. Mercurio 0,01 mg/L (solo para alimentos).</p>

Norma	Entidad que la emite	Descripción general	Descripción específica
Resolución 0631 del 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.	<p>Art. 13. Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (ARnD) a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas a la fabricación y manufactura de bienes. Mercurio 0,01 mg/L en la fabricación de papel y cartón a partir de fibras recicladas, de sustancias y productos químicos, de ácidos inorgánicos y sus sales, de plásticos en formas primarias, de formas básicas y artículos de plástico, plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario, pinturas, barnices y revestimientos y similares, detergentes y productos químicos, productos o sustancias farmacéuticas, tratamiento y revestimiento de metales, pilas, baterías y acumuladores eléctricos, equipos electrónicos de iluminación, maquinaria y equipos (recubrimientos electrolíticos), vehículos automotores, remolques y semirremolques, autopartes, siderurgia, imprentas y litografías y derivados del caucho.</p> <p>Art. 14. Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (ARnD) de actividades asociadas con servicios y otras actividades. Mercurio para: Generación de energía eléctrica 0,005 mg/L Tratamiento y disposición de residuos 0,01 mg/L Reciclaje de materiales plásticos y similares 0,02 mg/L Reciclaje de tambores 0,02 mg/L Actividades de atención a la salud humana 0,01 mg/L Pompas fúnebres y actividades relacionadas 0,01 mg/L.</p> <p>Art. 15. Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (ARnD) para las actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas con los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales. Para mercurio: 0,002 mg/L.</p> <p>Art. 16. Vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (ARnD) al alcantarillado público. Para mercurio se aplican las mismas exigencias establecidas para el parámetro respectivo en la actividad específica para los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales.</p>
Decreto 2133 de 2016	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo	Por el cual se establecen medidas de control a la importación y comercialización de mercurio y de los productos que lo contienen, en el marco de lo establecido en el artículo 5 de la Ley 1658 de 2013.	Establece medidas de control a la comercialización de mercurio y productos que lo contienen.
Resolución 565 de 2016	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establecen los requisitos y procedimientos para el Registro de Usuarios de Mercurio (RUM) para el sector minero.	Establece que todas las personas involucradas en actividades mineras que usen mercurio deberán inscribirse en el Registro de Usuarios de Mercurio, para así lograr un mayor control de quién compra y vende mercurio en el país.
Resolución 130 de 2017	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo	Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el Registro Único Nacional de Importadores y Comercializadores Autorizados (RUNIC).	Establece los requisitos y el procedimiento para inscribirse en el Registro Único Nacional de Importadores y Comercializadores Autorizados (RUNIC) de mercurio y los productos establecidos en el artículo 1 del Decreto 2133 de 2016.
Ley 1892 de 2018	Congreso de la República	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio de Minamata sobre el Mercurio", hecho en Kumamoto (Japón) el 10 de octubre de 2013. Exposición del proyecto de ley por medio del cual se aprueba el "Convenio de Minamata sobre el Mercurio.	

2.4 Plan Único Nacional de mercurio (PUNHg)

Desde el año 2014, en cumplimiento al artículo 8 de la Ley 1658 de 2013 (“Por medio de la cual se establecen disposiciones para la comercialización y el uso de Mercurio en las diferentes actividades industriales del país, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación y se dictan otras disposiciones”), en coordinación con los demás ministerios competentes —como Ambiente y Desarrollo Sostenible, Comercio, Industria y Turismo, Trabajo, Agricultura y Desarrollo Rural, Salud y Protección Social, y Relaciones Exteriores y Transporte—, el Ministerio de Minas y Energía junto a la Agencia Nacional de Minería y la Unidad de Planeación Minero Energética elaboraron el Plan Único Nacional de Mercurio (PUNHg) y sus reglamentos técnicos, cuyo objetivo es la reducción y eliminación progresiva del uso del mercurio en todo el territorio nacional. Con esto se busca proteger la salud humana y preservar los recursos naturales renovables y el ambiente, de acuerdo con lo establecido en la legislación y los compromisos internacionales en vigor para el país, mediante la definición de programas, actividades indicativas y metas.

En el año 2017, una vez realizada una evaluación del Plan, los ministerios consideraron pertinente suscribir una versión ajustada a las necesidades y la dinámica actual de la gestión del mercurio. En este sentido, en el año 2018 se conformó una mesa técnica interministerial, con la participación de aquellos ministerios vinculados en virtud del artículo 8 de la Ley 1658 de 2013. Allí se estableció una agenda de trabajo con reuniones periódicas que culminaron con la presentación del presente documento.

El Plan Único Nacional de Mercurio (PUNHg) está compuesto por tres programas (Fortalecimiento Institucional, Gestión, y Seguimiento y Evaluación del Plan), que corresponden a lo concertado entre los ministerios. Se trata de un plan indicativo, estratégico y macro. Por tanto, su operatividad será posible a través de los planes sectoriales, que responderán a las competencias de cada sector, su propia dinámica, su alcance y sus particularidades.

Competencias a desarrollar:

Examinar la estructura de los planes nacionales de mercurio para los sectores de salud y medio ambiente.



A continuación se muestran los objetivos y las principales actividades para cada uno de estos programas:

Programa de Fortalecimiento Institucional

Este programa busca fortalecer el nivel organizacional para la gestión del mercurio, de manera que se defina la institucionalidad requerida, así como los mecanismos de articulación entre las entidades que tienen funciones en cada una de las etapas del ciclo del mercurio, sin ignorar las afectaciones a la salud humana.

En el Programa de Fortalecimiento Institucional se desarrollan las siguientes actividades:

1. Definir una instancia de direccionamiento estratégico.

Se debe establecer una instancia de alto nivel directivo a través de la cual se definan las acciones para el direccionamiento estratégico articulado del PUNHg. Esta debe propender por el cumplimiento de las metas y los objetivos planteados.

2. Definir una instancia de seguimiento operativo y gestión.

Se debe contar con una instancia de nivel técnico que haga seguimiento y gestión técnica, para que evidencie los avances y la efectividad de estos según las orientaciones establecidas por el PUNHg dentro de cada una de las etapas del ciclo del mercurio.

3. Establecer los planes de acción sectoriales en respuesta al PUNHg.

Los planes de acción sectoriales son instrumentos de planificación que orientan las acciones a desarrollar para aportar al cumplimiento de los objetivos planteados en el Plan. Desde cada uno de los ministerios mencionados se definirán las acciones a desarrollar en el marco de sus competencias, atendiendo a las obligaciones establecidas por dicha la Ley 1658 de 2013.

Programa de Gestión

Desde la perspectiva de una gestión estratégica, este programa busca identificar acciones de gestión institucional, sectorial e intersectorial, que abarquen las etapas del ciclo del mercurio y los aspectos relacionados con la protección de la salud humana. Es por esto que este programa, más allá de cumplir la responsabilidad de los procesos y actividades, debe contemplar una estrategia de anticipación, adaptación, trabajo en equipo y mejoramiento continuo.

En el Programa de Gestión se desarrollan las siguientes actividades:

1. Contar con la reglamentación vigente para cada una de las etapas del ciclo del mercurio.

Cada ministerio al interior de su sector deberá priorizar, expedir y/o actualizar la reglamentación aplicable al ciclo del mercurio y los productos que lo contienen, para dar cumplimiento a las disposiciones establecidas por la legislación vigente.

2. Identificar, caracterizar y realizar seguimiento en cada etapa del ciclo del mercurio.

En el marco de su competencia, cada ministerio deberá contemplar: (i) la identificación de sistemas de información, procedimientos y operaciones de inspección, vigilancia, seguimiento, fiscalización o control existentes; (ii) el manejo operativo y la sostenibilidad de los sistemas actuales de información; (iii) la articulación de la información; (iv) la caracterización y el análisis de cada una de las etapas del ciclo del mercurio; (v) la recopilación de información sobre liberaciones al ambiente; (vi) el monitoreo de la evolución de los resultados y de las acciones implementadas en cada sector.

3. Articular esfuerzos para el desarrollo de proyectos o iniciativas enfocados a la eliminación del mercurio prevista en la ley.

Se debe procurar una articulación activa y constante para la implementación y o materialización operativa del PUNHg. Para esto, articuladamente, los ministerios podrán contemplar: (i) la identificación de intereses, causas y efectos asociados a cada proyecto; (ii) la identificación de aliados estratégicos; (iii) la participación de otras entidades interesadas o

aportantes al desarrollo de objetivos comunes; (iv) la formulación de proyectos, programas y/o iniciativas, de acuerdo con los lineamientos estratégicos; (v) la ejecución de los proyectos, programas e iniciativas formulados.

4. Identificar y/o realizar estudios e investigaciones asociados al mercurio.

Este enfoque permitirá conocer: las fuentes de generación de mercurio, los efectos que se generan a raíz de su uso, la forma de prevenirlos o mitigarlos en cada una de las etapas de su ciclo de vida, y los modos de sustitución y/o eliminación de los procesos productivos.

5. Impulsar la gestión del conocimiento.

Esta actividad busca cubrir aspectos de educación ambiental, trabajos educativos con comunidades, protección de la salud, promoción de la producción y consumo sostenible de productos asociados al mercurio, innovación tecnológica, espacios de discusión, y concertación e intercambio de experiencias, entre otros.

6. Gestionar recursos.

Gestionar recursos financieros, tecnológicos y humanos, de tipo nacional o internacional, para el desarrollo de la gestión del mercurio. Esta actividad comprende subactividades como: (i) identificación de necesidades; (ii) identificación de fuentes de financiación nacionales e internacionales (recursos propios, de cooperación o convenios); (iii) formulación presupuestal de planes, programas, proyectos o acciones; (iv) ejecución presupuestal.

Programa de Seguimiento y Evaluación del Plan

Este programa busca verificar el cumplimiento, establecer el avance y proponer acciones de mejora para los programas, las actividades y las metas definidas en el PUNHg.

En el Programa de Seguimiento y Evaluación del Plan se desarrollan las siguientes actividades:

1. Establecer el procedimiento para el seguimiento y la evaluación del PUNHg.

Este procedimiento deberá favorecer un mejor rendimiento y una mayor rendición de cuentas, al identificar de antemano los resultados previstos de un proyecto o programa y la forma de medir su grado de avance. Cada uno de los ministerios

involucrados deberá hacer el reporte de la información requerida, y el ministerio líder de la instancia de seguimiento operativo y de gestión estará a cargo de consolidar la información correspondiente al reporte de seguimiento y evaluación del PUNHg.

2. Analizar los avances del Plan Único Nacional de Mercurio.

A partir de los resultados del seguimiento y evaluación PUNHg, se debe realizar un análisis para detectar las experiencias exitosas y las eventuales deficiencias, los obstáculos y las necesidades de ajuste en la ejecución, a efecto de introducir los ajustes o cambios pertinentes de forma oportuna para lograr los resultados. El análisis puede consistir en hallazgos, conclusiones, recomendaciones y lecciones extraídas de la

experiencia. El análisis del reporte se realizará por parte de la instancia de seguimiento operativo y de gestión designada en el Programa de Fortalecimiento Institucional.

3. Proponer acciones de mejora.

La acción de mejora es una medida, o conjunto de ellas, que se toma con el fin de optimizar los rendimientos. Esta actividad busca proponer recomendaciones y sugerencias que contribuyan al mejoramiento y la optimización de los programas del PUNHg, a partir del análisis de los avances del Plan. La proposición de acciones de mejora se realizará en la instancia de seguimiento operativo y de gestión designada en el Programa de Fortalecimiento Institucional.

Fuente: Ministerio de Minas y Energía *et al.*, 2018.



2.5 Evaluación del capítulo

1

¿En qué año Colombia ratificó el Convenio de Minamata?

a. 2013

b. 2015

c. 2019

d. 2017

2

El tema que trata el artículo 4 del Convenio de Minamata es:

a. Eliminación gradual de los productos con mercurio añadido.

b. Gestión ambientalmente racional de desechos de mercurio.

c. Extracción de oro artesanal y en pequeña escala.

d. Cooperación entre partes para vigilancia, investigación y desarrollo.

3

El tema que trata el artículo 7 del Convenio de Minamata es:

a. Eliminación gradual de los productos con mercurio añadido.

b. Gestión ambientalmente racional de desechos de mercurio.

c. Extracción de oro artesanal y en pequeña escala.

d. Cooperación entre partes para vigilancia, investigación y desarrollo.

4

El tema que trata el artículo 19 del Convenio de Minamata es:

a. Eliminación gradual de los productos con mercurio añadido.

b. Gestión ambientalmente racional de desechos de mercurio.

c. Extracción de oro artesanal y en pequeña escala.

d. Cooperación entre partes para vigilancia, investigación y desarrollo.

5

El tema que trata el artículo 11 del Convenio de Minamata es:

a. Eliminación gradual de los productos con mercurio añadido.

b. Gestión ambientalmente racional de desechos de mercurio.

c. Extracción de oro artesanal y en pequeña escala.

d. Cooperación entre partes para vigilancia, investigación y desarrollo.

6

Seleccione los productos con mercurio añadido cuya producción, importación o exportación está prohibida a partir del 2020 (Anexo A).

a. Amalgamas dentales y electrodomésticos.

b. Bombillas y amalgamas dentales.

c. Cosméticos, plaguicidas y fertilizantes.

d. Cosméticos, computadores y periféricos.

7

Seleccione la frase que es falsa.

a. La minería del oro artesanal a pequeña escala genera casi el 38% de las emisiones mundiales, y supone la principal fuente de emisiones en América del Sur.

b. Las prioridades para Colombia en el marco del Convenio de Minamata son la eliminación gradual de los productos con mercurio añadido y la gestión de desechos.

c. Colombia no cuenta con un inventario nacional de mercurio, atribuible a la falta de información.

d. Las emisiones antrópicas de mercurio aumentaron un 20% de 2010 a 2015, lo cual genera afectaciones a nivel local y global.

8

Seleccione la frase que es verdadera.

a. El mercurio elemental es la forma más tóxica de este metal, seguido del metilmercurio.

b. El inventario nacional de mercurio mide la contaminación por este metal en aire, agua, suelo, sangre y orina.

c. Las actividades humanas no afectan significativamente la concentración de mercurio en el ambiente.

d. El PUNHg define programas, actividades y metas para reducir y eliminar el uso de mercurio en el territorio nacional.

9

En Colombia, ¿cuál es la norma que aprueba el Convenio de Minamata sobre mercurio?

a. Resolución 130 de 2017.

b. Ley 1892 de 2018.

c. Decreto 2133 de 2016.

d. Resolución 0631 del 2015.

10

Es un objetivo del Programa de Fortalecimiento Institucional del PUNHg:

a. Fortalecer el nivel organizacional para la gestión del mercurio.

b. Evidenciar acciones de gestión institucional sectorial e intersectorial.

c. Proponer recomendaciones y sugerencias para optimizar el plan.

d. Analizar los avances periódicos de los planes sectoriales.

11

Es un objetivo del Programa de Gestión del PUNHg:

a. Fortalecer el nivel organizacional para la gestión del mercurio.

b. Evidenciar acciones de gestión institucional sectorial e intersectorial.

c. Proponer recomendaciones y sugerencias para optimizar el plan.

d. Analizar los avances periódicos de los planes sectoriales.

12

Es una actividad del Programa de Seguimiento y Evaluación del PUNHg:

a. Fortalecer el nivel organizacional para la gestión del mercurio.

b. Evidenciar acciones de gestión institucional sectorial e intersectorial.

c. Proponer recomendaciones y sugerencias para optimizar el plan.

d. Analizar los avances periódicos de los planes sectoriales.

2.6 Bibliografía

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [EPA]. (s.f.). *EPA. Información básica sobre el mercurio*. <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-el-mercurio>
- Arandes, J., Bilbao, J. & López, D. (2004). *Reciclado de residuos plásticos*. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 5(1), 28-45.
- Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales [CNPML], Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS] y Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (2017). *Inventario de emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio en Colombia*. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Convenio de Minamata Sobre el Mercurio (s. f.). ONU. <http://www.mercuryconvention.org/Convenio/Texto/tabid/5690/language/es-CO/Default.aspx>
- Corporación Lúmina, ARCO Consultores & Minambiente. (2022). *Mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales para el manejo de residuos de bombillas*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico [CDA]. (2018. 7 de noviembre). *Ministerio de Ambiente lanza ambicioso plan para eliminar el mercurio a 2023*. <https://cda.gov.co/es/noticias/ministerio-de-ambiente-lanza-ambicioso-plan-para-eliminar-el-mercurio-a-2023#:~:text=Con%20la%20entrega%20del%20Plan,como%20el%20convenio%20de%20Minamata>.
- Evers, D. C. & Sunderland, E. (2019). *Technical Information Report on Mercury Monitoring in Biota*. UN Environment Programme. <https://www.unenvironment.org/resources/report/technical-information-mercury-monitoring-biota>
- Ganoa, X. (2004). *El mercurio como contaminante global* [tesis de doctorado]. Universitat Autònoma de Barcelona. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/3174/xgm1de1.pdf>
- García, C. Rodríguez, O., Pinto, E., Peña, J., Cabrera, M., Arciniegas, L., Varón, D. & Escolar, A. (2017). *El Convenio de Minamata. Así actúa Colombia frente al mercurio*. WWF-Colombia.
- Hagemann, S. (2009). *Technologies for the stabilization of elemental mercury and mercury-containing wastes*. Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS).
- International POPs Elimination Network [IPEN]. (2007). *Introducción a la contaminación por mercurio para las ONG*. https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen_mercury_booklet-es.pdf
- Lúmina [sitio web] (s.f.). <https://lumina.com.co/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (s. f.). *Funciones de la DAASU*. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS] (2017). *Política nacional para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)*. Presidencia de la República.
- Ministerio de Minas y Energía. (2012). Resolución 9-1872 de 2012. *Por la cual se hacen unas modificaciones al Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT]. (2012). *Emisiones antropogénicas de mercurio en Colombia. Cálculos y cuantificaciones para el año 2009*.

- Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Trabajo, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Transporte & Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2018). *Plan Único Nacional de Mercurio 2018*. Gobierno Nacional de Colombia.
- Olivero, J. (2002). *El lado gris de la minería del oro la contaminación con mercurio en el norte de Colombia*. Universidad de Cartagena.
- Olivero, J., Mendonza, C. & Mestre, J. (1995). Mercurio en cabello de diferentes grupos ocupacionales en una zona de minería aurífera en el Norte de Colombia. *Revista de Saúde Pública*, 29(5). <https://doi.org/10.1590/S0034-89101995000500006>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2006). *Ambientes saludables y prevención de enfermedades. Hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente*. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43452/9243594206_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2014). *El convenio de Minamata sobre el mercurio y su implementación en la región de América Latina y el Caribe*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2015). *Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de emisiones de mercurio*. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11621/Lvl1Gde2015SP.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2019). *Evaluación mundial de Mercurio 2018. Principales conclusiones*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2019). *Global Mercury Assessment 2018*. https://posgrado.iztacala.unam.mx/wp-content/uploads/2014/03/informe_Minamata_LAC_ES_FINAL.pdf
- Poulin, J. & Gibb, H. (2008). *Evaluación de la carga de morbilidad ambiental a nivel nacional*. Organización Mundial de la Salud.
- Red de Desarrollo Sostenible. (2014, 4 de julio). *El uso sostenible de los bosques, prioridad de Minambiente*. <https://www.rds.org.co/es/novedades/el-uso-sostenible-de-los-bosques-prioridad-de-minambiente#:~:text=Con%20cerca%20de%2068.598%20hect%C3%A1reas,Preservaci%C3%B3n%20de%20los%20Bosques%20Tropicales>.
- República de Colombia. (2018). *Ley 1892 de 2018. Por medio de la cual se aprueba el «Convenio de Minamata sobre el mercurio», hecho en Kumamoto (Japón) el 10 de octubre de 2013*.
- Secretariat of the Minamata Convention on Mercury. (2019). *Analysis of national priorities from Minamata Initial Assessments*. http://mercuryconvention.org/Portals/11/documents/News/ICMGP_presentation_on_MIA.pdf
- UN Environment Programme. (2018). *Final Report: Global Assessment of Laboratories Analysing Mercury*. <https://www.unenvironment.org/resources/report/final-report-global-assessment-laboratories-analysing-mercury-first-round-2018>
- Unidad de Planeación Minero Energética [UPME]. (2007). *Producción más limpia en la minería del oro en Colombia*. http://www.upme.gov.co/Docs/Mineria_limpia.pdf

CAPÍTULO

Mercurio en el sector RAEE



Competencia a desarrollar:

Entender las diferentes etapas del proceso de la gestión de RAEE contaminados con mercurio y su interrelación.

3.1 Regulación aplicable a productos con mercurio añadido (iluminación, pilas y otros aparatos eléctricos)

En la siguiente tabla se puede encontrar la normatividad aplicable a los productos que contienen mercurio en Colombia:

Competencias a desarrollar:

Conocer las implicaciones de la regulación vigente en Colombia respecto a los productos que contienen mercurio.



Norma	Entidad que lo emite	Descripción general	Descripción específica
Decreto Ley 2811 de 1974	Presidencia	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Constitución Política de Colombia.	Art. 38. Por razón del volumen o de la cantidad de los residuos o desechos, se podrá imponer a quien los produce la obligación de recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándole los medios para cada caso.
Constitución Política de 1991			Arts. 79 y 80. Derecho colectivo a gozar de un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables a fin de garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución y prevenir los factores de deterioro ambiental
Ley 99 de 1993	Congreso de la República	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente.	<p>Numeral 10 del art. 5. Corresponde al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, determinar las normas mínimas y las regulaciones de carácter general sobre medio ambiente a las que deberán sujetarse los centros urbanos y asentamientos humanos y las actividades mineras, industriales y de transporte y en general todo servicio o actividad que pueda generar directa o indirectamente daños ambientales.</p> <p>Numeral 14 del art. 5. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, tiene entre sus funciones definir y regular los instrumentos administrativos y mecanismos necesarios para la prevención y el control de los factores de deterioro ambiental y determinar los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambiental de las actividades económicas.</p>

Norma	Entidad que lo emite	Descripción general	Descripción específica
Ley 253 de 1996	Presidencia	Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.	Anexo I. Categorías de desechos que hay que controlar: Y29 Mercurio, compuestos de mercurio.
Resolución 1297 de 2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de los Residuos de Pilas y/o Acumuladores y se adoptan otras disposiciones.	Se estipulan los requerimientos para la formulación e implementación de los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de los Residuos de pilas y/o Acumuladores. La formulación e implementación del Sistema es responsabilidad de los productores (fabricantes e importadores) para venta o uso propio. Esta resolución aplica a los productores de 3.000 o más unidades al año de los siguientes tipos de pilas, baterías y/o acumuladores. <ul style="list-style-type: none"> • Pilas y/o baterías de pilas primarias clasificados mediante la partida 8506 del Arancel de Aduanas. • Acumuladores eléctricos secundarios clasificados mediante las subpartidas 8507.30.00.00, 8507.40.00.00, 8507.80.00.10, 8507.80.00.20 y 8507.80.00.90 del Arancel de Aduanas.
Resolución 1511 de 2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de residuos de bombillas y se adoptan otras disposiciones.	Se estipulan los requerimientos para la formulación e implementación de los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de los Residuos para bombillas usadas de las tecnologías fluorescente compacta, fluorescente tubular, haluros, vapor de sodio y vapor de mercurio. La formulación e implementación del Sistema es responsabilidad de los productores (fabricantes e importadores) para venta o uso propio. Esta resolución aplica a los productores de 3.000 o más unidades al año de los siguientes tipos de bombillas según su partida arancelaria: <ul style="list-style-type: none"> • 8539.31.00.00 Lámparas y tubos de descarga, excepto los de rayos ultravioleta. Fluorescentes, de cátodo caliente. • 8539.31.10.00 Lámparas y tubos de descarga, excepto los de rayos ultravioleta. Fluorescentes, de cátodo caliente. Tubulares rectos. • 8539.31.20.00 Lámparas y tubos de descarga, excepto los de rayos ultravioleta. Fluorescentes, de cátodo caliente. Tubulares circulares.

Norma	Entidad que lo emite	Descripción general	Descripción específica
			<ul style="list-style-type: none"> • 8539.31.30.00 Lámparas y tubos de descarga, excepto los de rayos ultravioleta. Fluorescentes, de cátodo caliente. Compactos integrados y no integrados. • 8539.31.30.10 Lámparas y tubos de descarga, excepto los de rayos ultravioleta. Fluorescentes, de cátodo caliente. Lámpara fluorescente integrada. • 8539.31.90.00 Lámparas y tubos de descarga, excepto los de rayos ultravioletas. Las demás lámparas. • 8539.32.00.00 Lámparas y tubos de descarga, excepto los rayos ultravioletas. Lámparas de vapor de mercurio o sodio; lámparas de halogenuro metálico. • 8539.39.90.00 Las demás lámparas y tubos de descarga, excepto los rayos ultravioletas. Las demás lámparas.
Resolución 1512 de 2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos y se adoptan otras disposiciones.	<p>Se estipulan los requerimientos para la formulación e implementación de los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de los Residuos de Computadores y/o Periféricos. La formulación e implementación del Sistema es responsabilidad de los productores (fabricantes e importadores) para venta o uso propio. Esta resolución aplica a los productores de 100 o más unidades al año de los siguientes equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas informáticos personales: computadores personales (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado) y computadores portátiles (sistema integrado de unidad central, pantalla y teclado). • Impresoras
Resolución 91872 de 2012	Ministerio de Minas y Energía	Por la cual se hacen unas modificaciones al Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP).	<p>Art. 1. numeral 1, literal a): máximo contenido de mercurio en bombillas fluorescentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fluorescente compacta: 5 mg • Fluorescente tubular con Halofosfato: 10 mg • Fluorescente tubular con Trifósforo con vida útil de mínimo 10.000 horas: 5 mg • Fluorescente tubular con Trifósforo para vida útil de mínimo 20.000 horas: 8 mg • Fluorescente tubular con Trifósforo de 96 pulgadas de longitud para vida útil de mínimo 12.000 horas: 20 mg • Fluorescente tubular en forma de "U" para vida útil de mínimo 10.000 horas: 10 mg • Fluorescente tubular en forma de "U" para vida útil de mínimo 20.000 horas: 20 mg

Norma	Entidad que lo emite	Descripción general	Descripción específica
Ley 1658 de 2013	Congreso de la República	La Ley de Mercurio. Establece la eliminación del uso de mercurio en las actividades mineras a partir de julio de 2018, y para las demás actividades productivas a partir de julio de 2023.	
Ley 1672 de 2013	Congreso de la República	Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y se dictan otras disposiciones. Le da el carácter de manejo diferenciado a los RAEE, prohíbe su disposición final en los rellenos sanitarios y los restringe a rellenos de seguridad, para que sean retomados por los productores de aparatos eléctricos y electrónicos, mediante sistemas de recolección y de gestión ambientalmente segura. Así, se busca que el consumidor devuelva los RAEE sin ningún costo.	
Decreto 1076 de 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente. Título 6 de Residuos Peligrosos (Decreto 4741 de 2005).	
Decreto 1079 de 2015	Ministerio de Transporte	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte". Sección 8 —Transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera— del capítulo 7 (Decreto 1609 de 2002).	
Política Nacional para la Gestión RAEE 2017	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Establece las acciones estratégicas para resolver la problemática del manejo adecuado de los RAEE y promover su gestión adecuada, aprovechamiento y valorización.	
Ley 1892 de 2018	Congreso de la República	Por medio de la cual se aprueba el «Convenio de Minamata sobre el mercurio», hecho en Kumamoto (Japón) el 10 de octubre de 2013.	
Decreto 284 de 2018	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto reglamentario de la Ley 1672 de 2013.	Desarrolla el alcance de las obligaciones de los productores y comercializadores de AEE, gestores de RAEE y usuarios de los sistemas de información para la gestión. **Registro de productores y comercializadores de AEE**
Resolución 480 de 2020	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo	Por la cual se implementa el Registro de Productores y Comercializadores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RPCAEE) y se establecen sus requisitos.	Se establece la resolución sobre la implementación del Registro de productores y comercializadores de AEE (RPCAEE) para la trazabilidad de la introducción de los AEE en el mercado colombiano. www.vuce.gov.co (Ventanilla única de comercio exterior) •• Obligaciones y pasos para realizar el registro como productor o comercializador permanente o esporádico de AEE clasificados en las partidas arancelarias del Anexo 1.

3.2 Programas posconsumo y MPA/MTD para el manejo de residuos del sector iluminación, incluyendo recolección, gestión y tratamiento

Desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se están adelantando estrategias que promueven la gestión ambientalmente adecuada de los residuos con características especiales o de peligrosidad, entre esos algunos de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Se busca que estos sean sometidos a sistemas de gestión diferencial y evitar que la disposición final se realice de manera conjunta con otro tipo de residuos. Dicha estrategia involucra como elemento fundamental el concepto de responsabilidad extendida del productor (REP). Según esto, los fabricantes e importadores de ese tipo de productos son los responsables de establecer canales de devolución de residuos posconsumo, a través de los cuales los consumidores puedan retornar dichos productos cuando estos se convierten en residuos (Corporación Lúmina *et al.*, 2022).

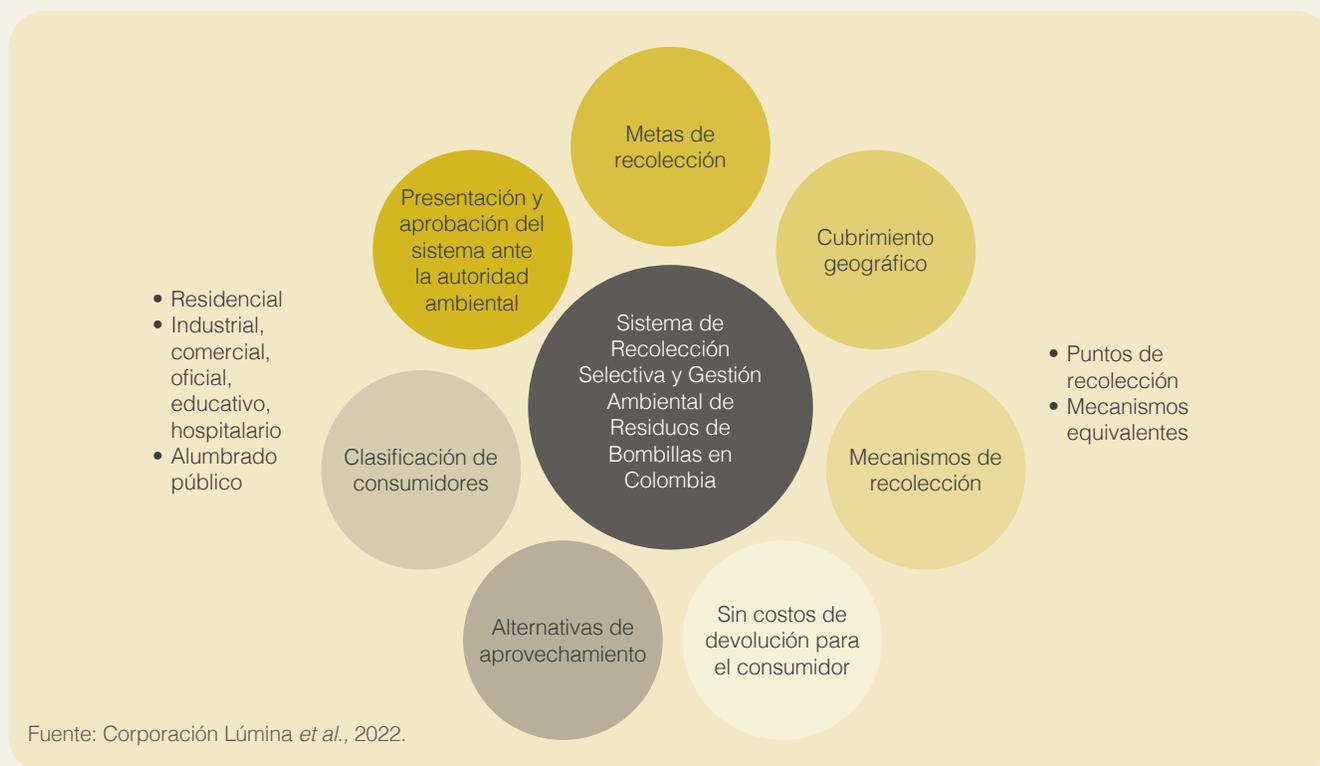
Competencias a desarrollar:

Analizar las generalidades de la totalidad del esquema posconsumo.



De acuerdo con la Resolución 1511 de 2010, por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas en Colombia, los productores (fabricantes o importadores) de bombillas en el país están en la obligación de formular, presentar e implementar un sistema de recolección, con el propósito de prevenir y controlar la degradación del ambiente. La base de cálculo de la meta de recolección anual de residuos de bombillas que deben cumplir los productores o importadores de estos productos en Colombia se establece de acuerdo con la cantidad total de bombillas comercializadas en el país.

A continuación se describen las principales características de estos Sistemas de Recolección Selectiva de bombillas en Colombia:



3.2.1 Programas posconsumo en Colombia

Actualmente en Colombia hay registrados 20 sistemas de recolección selectiva de bombillas (Listado de Sistemas de Recolección Selectiva de Residuos de Bombillas, 2019), dos colectivos y los demás individuales. Estos buscan gestionar las bombillas de tecnología fluorescente compacta, fluorescente tubular y HID (haluros, vapor de sodio y vapor de mercurio).

Corporación Lúmina

Actualmente, el sistema colectivo creado y gestionado por la Corporación Lúmina tiene la mayor representación del mercado nacional de los productos de bombillas (aproximadamente el 85 % del mercado) y una amplia cobertura poblacional y geográfica (30 departamentos de Colombia) (Contreras, 2018; Corporación Lúmina *et al.*, 2022). Dicha corporación, a través de los gestores de residuos, realiza la recolección, el almacenamiento y el aprovechamiento de los siguientes tipos de bombillas:



Un resumen de lo que es y busca Lúmina puede verse en el video disponible en:

https://www.youtube.com/watch?v=BNWiwd2_po

Bombillas incandescentes



Tubular

Estandar

Contenido de mercurio: **NO**

Bombillas LED



Tubular

Compacta

Reflector

Panel

Contenido de mercurio: **NO**

Bombillas fluorescentes



Tubo

Compacta Integrada y no integrada

Contenido de mercurio: **SI**

Bombillas HID (alta intensidad de descarga, por sus siglas en inglés)



Contenido de mercurio: **SI**

Fuente: Lúmina, s.f.

3.2.2 Manejo de residuos del sector iluminación

¿Quiénes son los gestores de los residuos de iluminación?

Los gestores son empresas especializadas en la gestión de residuos peligrosos (RESPEL) y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) que cuentan con una licencia ambiental que les permite realizar el almacenamiento, la clasificación, el tratamiento y el aprovechamiento de los residuos de bombillas. Estos gestores de residuos deben dar cumplimiento a las obligaciones consignadas en sus licencias ambientales, que son emitidas por las diferentes autoridades ambientales en el país (Corporación Lúmina *et al.*, 2022).

A continuación se mencionan los requisitos mínimos que deben cumplir estos gestores para dar cumplimiento a la normatividad aplicable a las actividades que realizan:

- **Recolección y transporte**

Para la recolección y el transporte, como mínimo deben dar cumplimiento a lo establecido en la Resolución 1511 de 2010, que indica que el transporte de las bombillas debe ser realizado de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Decreto 1609 de 2002, ahora contenido en el Decreto Único Reglamentario de Transporte 1079 de 2015, Capítulo 7, Sección 8, que señala los requerimientos para el transporte de mercancías o residuos peligrosos.

A continuación se mencionan los requisitos generales para el transporte por carretera de mercancías peligrosas, teniendo en cuenta los controles para el vehículo de transporte, la conservación de la integridad física del residuo y las prácticas ocupacionales de trabajadores:

Controles para el vehículo de transporte

- Rótulos de identificación de carga.
- Elementos básicos para la atención de emergencias (extintor, ropa protectora, linterna, botiquín de primeros auxilios, equipo para la recolección y limpieza, material absorbente, kit control de derrames).
- Procedimientos documentados de: mantenimiento preventivo y correctivo del vehículo, limpieza y descontaminación de superficies, y sobre cómo actuar en caso de rompimiento de bombillas durante el transporte.
- Hojas de seguridad

Conservación de la integridad física del residuo durante en transporte

- Uso de dispositivos de sujeción que garanticen la seguridad y estabilidad de la carga durante su transporte, con el fin de prevenir la posible ruptura de las bombillas durante el movimiento del vehículo.
- Compatibilidad y separación de residuos transportados en caso de que sean de categorías diferentes.
- Documentar el procedimiento de recibo y transporte de bombillas
- Documentar el plan de emergencias que incluya las actividades de transporte de bombillas.
- Comunicar las condiciones de entrega al generador (embalaje, etiquetado).
- Claridad sobre la capacidad de carga para no excederla.

Prácticas ocupacionales de trabajadores de transporte

- Establecer, de acuerdo con la exposición, la frecuencia de cambio de los EPI, entre estos: gafas, respiradores, guantes anticorte, guantes de vaqueta, protección corporal completa (de preferencia TYVEK®), botas de seguridad. Hacer control al uso y mantenimiento de estos.
- La ropa de trabajo deberá utilizarse única y exclusivamente en las instalaciones de trabajo.
- Capacitación sobre riesgos y buenas prácticas.
- Evaluación de niveles biológicos de mercurio.

Fuente: Corporación Lúmina *et al.*, 2022.

- En caso de rompimiento durante el transporte, es necesario:
 - Retirarse del lugar en donde se generó la ruptura.
 - Si se tiene aire acondicionado, apagar el sistema.
 - Abrir puertas y/o ventanas durante al menos 15 minutos antes de limpiar.
 - No usar aspiradora para la recolección.
 - Utilizar guantes de caucho y evitar la creación e inhalación de polvo en el aire tanto como sea posible.
 - En superficies duras, recoger todas las partículas y fragmentos de vidrio con cartón rígido y ubicar todo, incluido el cartón, en una bolsa plástica. Con solo cinta adhesiva recoger las pequeñas piezas residuales o polvo, y luego agregarlas a la misma bolsa. Limpiar el área con un paño húmedo y luego agregarlo a la bolsa.
 - Evitar el uso de productos destinados a la limpieza del hogar para limpiar la bombilla rota, sin importar la baja cantidad de mercurio involucrado.
 - La bolsa de plástico debe ser lo suficientemente gruesa para evitar que se rompa, y una vez sellada debe ponerse doble bolsa para minimizar cortes por parte del vidrio roto.
 - La bolsa con todas las piezas rotas y los artículos de limpieza debe entregarse con los demás residuos de bombillas.

Fuente: Corporación Lúmina *et al.*, 2022.

• Almacenamiento y acopio

Para las actividades de almacenamiento se debe contar con una licencia ambiental, otorgada por la autoridad ambiental que rija la jurisdicción donde realiza el almacenamiento. El acopio de residuos de bombillas es una actividad que se permite exclusivamente en el marco de la operación de programas posconsumo, y que no debe exceder un tamaño específico, que fue fijado por la Resolución 1511 de 2010 en 32 m³ (volumen de almacenamiento).

A continuación se mencionan los requisitos generales para el almacenamiento y acopio, teniendo en cuenta los controles para las instalaciones locativas, la conservación de la integridad física del residuo y las prácticas ocupacionales de trabajadores:

Controles para las instalaciones locativas del sitio de almacenamiento

- Espacio delimitado, cerrado, señalizado, separado y de acceso controlado o restringido.
- Sistemas de ventilación localizada, con filtros para el control de la emisión de mercurio al exterior en caso de ruptura de bombillas.
- Evaluar las concentraciones de mercurio mediante controles periódicos
- Claridad sobre capacidad de almacenamiento para no excederla.
- Elementos básicos para la atención de emergencias (extintor, ropa protectora, botiquín de primeros auxilios, equipo para recolección y limpieza, material absorbente, kit de control de derrames).
- Procedimientos documentados de: limpieza y descontaminación de superficies y sobre cómo actuar en caso de rompimiento de bombillas durante el almacenamiento
- Hojas de seguridad.

Conservación de la integridad física del residuo durante en almacenamiento

- Clasificación de los diferentes tipos de bombillas
- Documentar el plan de emergencias, que incluya las actividades de almacenamiento de bombillas.
- Verificar condiciones de embalaje y etiquetado. En caso de almacenamiento de bombillas rotas, utilizar contenedores de plástico con cierre hermético, para que permitan el control de exposición a vapores de mercurio en el ambiente.

Prácticas ocupacionales de trabajadores de almacenamiento

- Establecer, de acuerdo con la exposición, la frecuencia de cambio de los EPI, entre estos: gafas, respiradores, guantes anticorte, guantes de vaqueta, protección corporal completa (de preferencia TYVEK®), botas de seguridad. Hacer control al uso y mantenimiento de estos.
- Contar con un protocolo de selección adquisición, entrega y control de uso de EPI apropiados (que incluyan mecanismos de eliminación de EPI contaminados).
- La ropa de trabajo deberá utilizarse única y exclusivamente en las instalaciones de trabajo.
- Capacitación sobre riesgos y buenas prácticas
- Evaluación de niveles biológicos de mercurio.
- Desarrollar y monitorear programas de control de riesgo químico, con énfasis en sustancias peligrosas y sistemas de vigilancia epidemiológicas.

- **Tratamiento**

En primera instancia, para la actividad de tratamiento los gestores deben contar con una licencia ambiental otorgada por la autoridad ambiental, que incluya explícitamente el tipo de tratamiento y cuáles son los tipos de residuos que puede tratar. De acuerdo con la capacidad instalada de los gestores,

así como con la demanda por parte de los consumidores, actualmente existen diferentes tipos de tecnologías que pueden realizar un adecuado tratamiento de residuos de bombillas con contenido de mercurio, garantizando que el proceso se realice de manera segura para el ambiente y el ser humano.



Tecnología *Bulb Eater*

El sistema *Bulb Eater* es un contenedor de 55 galones que tritura hasta 1.350 luminarias fluorescentes. Estas pasan por un proceso de filtrado de tres etapas que elimina las partículas y los gases peligrosos, capturando más del 99,99% de los vapores liberados, reduciendo así los requerimientos de almacenamiento y manipulación antes del reciclado.



Tecnología Balcan

Es un equipo de trituración que viene equipado con filtros de aire y ventiladores para eliminar polvo de hasta 5 micras. Además, cuenta con un segundo filtro de carbono activado que elimina de forma segura el vapor de mercurio y permite que se libere aire limpio a la atmósfera. Estos filtros garantizan que el triturador funcione con presión negativa y previenen el escape de vapor de mercurio contaminado no admitido.



Tecnología Tromel

Es un equipo de trituración donde entran residuos de bombillas enteros y triturados. Allí, a través de un sistema de succión de aire, se desprenden el polvo fluorescente y el mercurio.

Tecnología de destilador simple

En este tipo de equipos los residuos de bombillas se someten a una liberación controlada del mercurio, lo que implica que deben ser triturados de una manera hermética, para posteriormente ser calentados a una temperatura que permita la evaporación del mercurio y su posterior captura. Los vapores resultantes de esta actividad se succionan por medio de bombas de vacío. Luego, en un intercambiador de calor se condensan los vapores utilizando nitrógeno líquido, y a través de una trampa se recolecta el mercurio.

A continuación se mencionan los requisitos generales para el tratamiento de las bombillas, teniendo en cuenta los

controles para los equipos de tratamiento, las instalaciones locativas y las prácticas ocupacionales de los trabajadores:

Controles para los equipos de tratamiento

- De acuerdo con las características del equipo, se debe instalar o cambiar los filtros u otros elementos que permitan contener o limpiar la concentración de mercurio de las bombillas durante el tratamiento y así evitar que sea liberada al ambiente.
- Una vez culminada la vida útil del filtro, deberá ser dispuesto de manera ambientalmente segura con gestores autorizados.
- Debe haber claridad sobre la capacidad de tratamiento para no saturar el equipo.
- Desarrollar e implementar un procedimiento de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de tratamiento de bombillas, que incluya formato de permiso de trabajo para actividades peligrosas no rutinarias.

Controles sobre las instalaciones locativas del sitio de tratamiento

- Las áreas de tratamiento deben contar con un espacio delimitado, separado y de acceso controlado o restringido, que cuente con sistemas de ventilación localizada con filtros para el control de la emisión de mercurio al exterior.
- Se recomienda que el área de tratamiento esté separada, controlada y de preferencia que esté aislada y cerca al almacenamiento, con el fin de facilitar recorridos cortos de transporte y evitar posible diseminación de contaminación a otras áreas.
- Evaluar las concentraciones de mercurio mediante controles periódicos.
- Elementos básicos para la atención de emergencias (extintor, ropa protectora, botiquín de primeros auxilios, equipo para recolección y limpieza, material absorbente, kit de control de derrames).
- Procedimientos documentados de: limpieza y descontaminación de superficies y sobre cómo actuar en caso de rompimiento de bombillas durante el almacenamiento.
- Hojas de seguridad.

Prácticas ocupacionales de trabajadores de tratamiento

- Establecer, de acuerdo con la exposición, la frecuencia de cambio de los EPI, entre estos: gafas, respiradores, guantes anticorte, guantes de vaqueta, protección corporal completa (de preferencia TYVEK®), botas de seguridad. Hacer control al uso y mantenimiento de estos.
- Contar con un protocolo de selección adquisición, entrega y control de uso de EPI apropiados (incluya mecanismos de eliminación de EPI contaminados).
- La ropa de trabajo deberá utilizarse única y exclusivamente en las instalaciones de trabajo.
- Capacitación sobre riesgos y buenas prácticas.
- Evaluación de niveles biológicos de mercurio.
- Desarrollar y monitorear programas de control de riesgo químico con énfasis en sustancias peligrosas y sistemas de vigilancia epidemiológica.

Fuente: Corporación Lúmina *et al.*, 2022.



Actividad 3. Completar

Complete las frases que aparecen a continuación con las palabras adecuadas.

- La gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) debe hacerse de una forma _____, para lo cual se ha establecido en el país el concepto de “responsabilidad extendida del productor” que, entre otras cosas, establece canales para la devolución de residuos _____.
- Colombia cuenta actualmente con 20 _____. Estos, en conjunto con los gestores, realizan el manejo de diversos tipos de bombillas.
- Además de la recolección, el manejo de residuos incluye transporte, almacenamiento, tratamiento y _____. Un ejemplo de tratamiento son los sistemas de _____, que permiten separar el mercurio de los residuos.

3.3 Aprovechamiento de materiales libres de mercurio

Los subproductos que resultan de la etapa de tratamiento son: mercurio líquido, mercurio en polvillo, casquillos de metal, vidrio y polímeros. Los últimos tres, descontaminados y libres de mercurio, son separados por medio de tamizaje, y posteriormente se almacenan para ser reincorporados a nuevos procesos productivos.

Competencias a desarrollar:

Comprender los procesos para lograr materiales libres de mercurio y conocer las alternativas para su aprovechamiento.



- **Metal**
Los casquillos de aluminio o bronce recurados, sin trazas de mercurio, son aprovechados como materia prima para fundición. Se usan en nuevos productos de electricidad, comunicación, fabricación de tubos, recipientes y mecanismos acuáticos, entre otros.

● Vidrio

En el aprovechamiento del vidrio se presentan diferentes etapas, las cuales dependen de la composición y la separación del elemento. El vidrio procesado y sin trazas de mercurio es catalogado como residuo no peligroso. Por eso su aprovechamiento se basa inicialmente en la separación del material de otros; es decir, el vidrio recuperado debe estar sin hilos metálicos ni baquelita de casquillos. Posterior a esto entra a un proceso de trituración, y finalmente, a un proceso de secado en un horno rotatorio para obtener una arenisca fina. Esta arenisca puede ser adicionada como base a los productos como estucos, cementos y elementos de mampostería.

● Plásticos

Por las características mismas de los productos de iluminación, se presume que algunos de los componentes plásticos pueden tener presencia de compuestos orgánicos bromados, los cuales podrían ser retardantes de llama sospechosos de ser contaminantes orgánicos persistentes (COP). Es por esto que, previo al aprovechamiento, es necesario realizar un análisis para identificar la presencia de estas sustancias contaminantes. La igual que para lograr, en caso de que no los tenga, determinar los tipos de plásticos y sus propiedades (tipos de plástico, pruebas de tensión, flexión y compresión, reológicas, entre otras) y así encontrar las posibles opciones de aprovechamiento de estos materiales. En términos generales, para el aprovechamiento de plásticos existen tres alternativas de tratamiento:

- **Primario:** consiste en realizar operaciones mecánicas para obtener un producto de similares características al producto original. Este reciclado se aplica para el aprovechamiento de recortes de las plantas de producción y transformación, y corresponde a un porcentaje muy reducido de los denominados residuos plásticos (Arandes *et al.*, 2004).

- **Secundario:** consistente en la fusión, por medio de la cual los desechos son convertidos en productos de diferentes formas y con mayor espectro de aplicaciones. Sus características son diferentes a las del plástico original, por un proceso evolutivo “en cascada” que deriva en prestaciones inferiores. Esta es la tecnología más usada hasta ahora, particularmente en la industria del automóvil, y se estima que solo el 20% de los plásticos pueden ser reciclados de esta forma (Arandes *et al.*, 2004).
- **Terciario** o reciclado químico: persigue el aprovechamiento integral de los elementos constitutivos del plástico por transformación de este en hidrocarburos, los cuales pueden ser materias primas integrables bien nuevamente en la ruta de obtención de plásticos o en otras rutas de la industria petroquímica. Los métodos pueden ser químicos o térmicos, dependiendo del tipo de polímero. La ruta química de reciclado terciario es la solvólisis o descomposición química, la cual se puede realizar por diferentes vías: metanólisis, glicólisis, hidrólisis y aminólisis (Arandes *et al.*, 2004).



Para ver las acciones y proyectos que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible está adelantando en este tema, revise el video “Mercurio: no afectes tu salud” disponible en:

<https://youtu.be/VY1SD0Qcl5E>

3.4 Alternativas de estabilización y disposición final

Para los procesos de estabilización del mercurio y los residuos que contienen mercurio, existen varios enfoques. Estos pueden agruparse en tres categorías:

- Estabilización como sulfuro de mercurio o seleniuro de mercurio
- Estabilización como amalgama
- Estabilización con los componentes de una matriz insoluble (cemento, fosfato, cerámica, aglutinante de magnesia)

Estabilización sulfuro de mercurio o seleniuro de mercurio

Este primer enfoque cubre la formación de sulfuro de mercurio. Este es un proceso en el que el mercurio elemental reacciona con azufre elemental o con otras sustancias que contienen azufre como tiosulfato o pirita (FeS_2). La conversión de este sulfuro de mercurio se puede lograr mezclando azufre sólido con mercurio líquido, disolviendo mercurio en azufre líquido o generando una reacción en fase gaseosa entre mercurio gaseoso y azufre gaseoso. En temperatura ambiente, el sulfuro de mercurio sólido tiene dos modificaciones cinéticamente estables, que son muy poco solubles en agua (Hagemann, 2009).

Estabilización de amalgamas

El mercurio es el único metal que es líquido a temperatura ambiente, y es el único que forma fácilmente aleaciones con solo ponerlo en contacto con otros metales como plomo, cobre, zinc, níquel o cobalto (excepto el hierro, que permite el almacenamiento de mercurio en hierro matrices). Las aleaciones con mercurio se denominan amalgamas. Son materiales sólidos, pero a veces bastante blandos o pastosos. En algunos procesos, la amalgama se utiliza como técnica de estabilización. Luego, el mercurio o los desechos que contienen mercurio se mezclan con un polvo metálico (principalmente zinc o cobre) para generar una amalgama sólida (Hagemann, 2009).

Competencias a desarrollar:

Conocer cuáles son las alternativas de disposición final del mercurio y los residuos que lo contienen.



Estabilización con los componentes de una matriz insoluble

En esta categoría se incluyen varios procesos enfocados en crear un medio en el que el compuesto estabilizado de mercurio pueda ser enviado a rellenos de seguridad. Este proceso consiste en mezclar sustancias químicas y minerales como el hidróxido de calcio, silicatos y aluminatos de calcio, las cuales, después de combinarse con agua, forman una mezcla que se endurece después de un tiempo. Esto se debe a la formación de una red de hidratos de silicato de calcio entrelazados.

Al mismo tiempo, dependiendo del cemento y los aditivos (podrían usarse cenizas volantes o escoria de alto horno), se mantiene un medio alcalino o al menos casi neutro en el agua de poro restante. La mayoría de los metales pesados forman hidróxidos bastante insolubles en tales condiciones. El agua de los poros resultante tiene un pH casi neutro y asegura una baja solubilidad para muchos metales pesados (Hagemann, 2009).

En la actualidad el tratamiento de los desechos con mercurio puede resumirse en el siguiente proceso:

- Extracción o separación del mercurio del resto de materiales que tiene el producto (por ejemplo, vidrio, plástico y metales ferrosos), utilizando varios procesos físicos como la trituración o la calcinación al vacío.
- Estabilización del mercurio por medio de procesos químicos.
- Disposición a través del encapsulado del mercurio estabilizado en celdas de seguridad (Domínguez Majin, 2022).



3.5 Evaluación del capítulo

1 Los siguientes productos con mercurio añadido cuentan con sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental en la regulación colombiana:

a. Bombillas y termómetros.

b. Pilas y/o acumuladores y aceites usados de cocina.

c. Transformadores y generadores eléctricos.

d. Baterías usadas, plomo ácido y computadores y/o periféricos.

2 ¿Cuáles son los tipos de bombillas regulados por la Resolución 1511 de 2010?

a. Bombillas de tecnología fluorescente compacta, fluorescente tubular y HID.

b. Bombillas de tecnología fluorescente compacta, LED y HID.

c. Bombillas HID, compactas fluorescentes y LED.

d. Bombillas de tecnología fluorescente compacta, LED tubular y HID.

3 El Decreto 1079 de 2015 establece:

a. Controles para vehículos de transporte de bombillas.

b. Lineamientos para la recolección y el transporte de residuos peligrosos.

c. Prácticas ocupacionales para trabajadores durante el almacenamiento.

d. Indicaciones a seguir cuando exista ruptura de bombillas.

4 Los siguientes son algunos controles para vehículos que transportan bombillas:

a. Rótulos de identificación de carga, elementos básicos para atención de emergencias, limpieza y descontaminación de superficies.

b. Claridad sobre la capacidad de carga, documentación, uso de dispositivos de sujeción, compatibilidad y separación.

c. Uso y mantenimiento de los elementos de protección, capacitación y evaluación de los niveles biológicos de mercurio.

d. Retirarse del lugar, limpiar usando EPI, cartón corrugado y bolsa plástica. No usar productos para limpieza del hogar.

5 Los siguientes son algunos lineamientos para conservar la integridad física de residuos de bombillas durante el transporte:

a. Rótulos de identificación de carga, elementos básicos para atención de emergencias, limpieza y descontaminación de superficies.

b. Claridad sobre la capacidad de carga, documentación, uso de dispositivos de sujeción, compatibilidad y separación.

c. Uso y mantenimiento de los elementos de protección, capacitación y evaluación de los niveles biológicos de mercurio.

d. Retirarse del lugar, limpiar usando EPI, cartón corrugado y bolsa plástica. No usar productos para limpieza del hogar.

6

Las siguientes son algunas prácticas ocupacionales para quienes trabajan en el manejo de bombillas:

a. Rótulos de identificación de carga, elementos básicos para atención de emergencias, limpieza y descontaminación de superficies.

b. Claridad sobre la capacidad de carga, documentación, uso de dispositivos de sujeción, compatibilidad y separación.

c. Uso y mantenimiento de los elementos de protección, capacitación y evaluación de los niveles biológicos de mercurio.

d. Retirarse del lugar, limpiar usando EPI, cartón corrugado y bolsa plástica. No usar productos para limpieza del hogar.

8

¿Cuál de los siguientes NO corresponde a un control que se deba realizar durante el tratamiento de bombillas?

a. Desarrollar e implementar un procedimiento de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos.

b. Disponer los filtros que capturan mercurio de manera ambientalmente segura con gestores autorizados.

c. Clasificar las bombillas de acuerdo con el plan de emergencias, verificando condiciones de embalaje y etiquetado.

d. Contar con áreas con espacios delimitados, separados y de acceso controlado, con sistemas de ventilación localizados.

7

Los siguientes son algunos lineamientos a seguir cuando ocurre la ruptura de una bombilla:

a. Rótulos de identificación de carga, elementos básicos para atención de emergencias, limpieza y descontaminación de superficies.

b. Claridad sobre la capacidad de carga, documentación, uso de dispositivos de sujeción, compatibilidad y separación.

c. Uso y mantenimiento de los elementos de protección, capacitación y evaluación de los niveles biológicos de mercurio.

d. Retirarse del lugar, limpiar usando EPI, cartón corrugado y bolsa plástica. No usar productos para limpieza del hogar.

9

Seleccione aquella frase que es verdadera.

a. Para realizar la recolección y el transporte de residuos de bombillas, el gestor debe contar con una licencia ambiental otorgada por la autoridad ambiental.

b. La meta de gestión de los sistemas de recolección se establece a partir del total de bombillas comercializadas por los productores a nivel nacional.

c. Para el almacenamiento y tratamiento de residuos de bombillas, los gestores no requieren una licencia ambiental.

d. Los productores pueden cobrar una tarifa al consumidor asociada con la gestión de los residuos posconsumo de bombillas.

10

Seleccione la pareja de materiales que NO corresponde a subproductos resultantes del tratamiento de bombillas:

a. Mercurio líquido y adherido a polvo.

b. Plástico y casquillos de metal.

c. Metales preciosos y aceites usados.

d. Vidrio y polímeros.

11

Una vez separados adecuadamente de los demás residuos provenientes de bombillas, los metales obtenidos se pueden:

a. Reincorporar a productos de electricidad, comunicación, fabricación de tubos, recipientes y mecanismos acuáticos.

b. Triturar para generar arenisca utilizada en estucos, cementos y elementos de mampostería.

c. Tratar de forma primaria, secundaria o terciaria, de acuerdo con su composición y las aplicaciones potenciales previstas.

d. Estabilizar por métodos como la amalgamación y disponer de forma ambientalmente adecuada.

12

Una vez separados adecuadamente de los demás residuos provenientes de bombillas, el vidrio obtenido se puede:

a. Reincorporar a productos de electricidad, comunicación, fabricación de tubos, recipientes y mecanismos acuáticos.

b. Triturar para generar arenisca utilizada en estucos, cementos y elementos de mampostería.

c. Tratar de forma primaria, secundaria o terciaria, de acuerdo con su composición y las aplicaciones potenciales previstas.

d. Estabilizar por métodos como la amalgamación y disponer de forma ambientalmente adecuada.

13

Una vez separados adecuadamente de los demás residuos provenientes de bombillas, el mercurio obtenido se debe:

a. Reincorporar a productos de electricidad, comunicación, fabricación de tubos, recipientes y mecanismos acuáticos.

b. Triturar para generar arenisca utilizada en estucos, cementos y elementos de mampostería.

c. Tratar de forma primaria, secundaria o terciaria, de acuerdo con su composición y las aplicaciones potenciales previstas.

d. Estabilizar por métodos como la amalgamación y disponer de forma ambientalmente adecuada.

14

Una vez separados adecuadamente de los demás residuos provenientes de bombillas, los plásticos obtenidos se pueden:

a. Reincorporar a productos de electricidad, comunicación, fabricación de tubos, recipientes y mecanismos acuáticos.

b. Triturar para generar arenisca utilizada en estucos, cementos y elementos de mampostería.

c. Triturar de forma primaria, secundaria o terciaria, de acuerdo con su composición y las aplicaciones potenciales previstas.

d. Estabilizar por métodos como la amalgamación y disponer de forma ambientalmente adecuada.

15

Seleccione aquella frase que es falsa.

a. Las amalgamas son aleaciones de mercurio con otros metales, por ejemplo, plomo, cobre, zinc, níquel o cobalto.

b. En la estabilización como sulfuro de mercurio o seleniuro de mercurio, se utiliza temperatura ambiente para conseguir mercurio sólido altamente soluble en agua.

c. Estabilizar el mercurio en una matriz insoluble es una estrategia para evitar que este metal se lixivie después de su disposición final.

d. La disposición final de mercurio se realiza a través de encapsulamiento y celdas de seguridad.

3.6 Bibliografía

- Arandes, J., Bilbao, J. & López, D (2004). Reciclado de residuos plásticos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 5(1), 28-45.
- Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales [CNPML], Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS] y Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. *Inventario de emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio en Colombia. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*.
- Contreras, W. (2018). *Informe de Gestión Corporación Lúmina*. Corporación Lúmina.
- Convenio de Minamata Sobre el Mercurio (s. f.). *ONU*. <http://www.mercuryconvention.org/Convenio/Texto/tabid/5690/language/es-CO/Default.aspx>
- Corporación Lúmina, ARCO Consultores & Minambiente. (2022). *Mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales para el manejo de residuos de bombillas*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Domínguez Majin, L. J. (2022). *Guía de sustitución de productos con mercurio diferentes a la amalgama dental*. Minambiente.
- García, C. Rodríguez, O., Pinto, E., Peña, J., Cabrera, M., Arciniegas, L., Varón, D. & Escolar, A. (2017). *El Convenio de Minamata. Así actúa Colombia frente al mercurio*. WWF-Colombia.
- Hagemann, S. (2009). *Technologies for the stabilization of elemental mercury and mercury-containing wastes*. Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS).
- Lúmina [sitio web] (s.f.). <https://lumina.com.co/>
- Lúmina. (s.f.). *Residuos que recibimos*. <https://lumina.com.co/NewSite/index.html#quienesSomos>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (s. f.). *Funciones de la DAASU*. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (2017). *Bombillas fluorescentes usadas*. <http://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/programas-posconsumo-existent/bombillas-fluorescentes-usadas>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS] (2017). *Política nacional para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)*. Presidencia de la República.
- MADS & ANLA. (2019). *Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos - SRS de Bombillas*. <https://www.anla.gov.co/permiso-y-autorizacion-recoleccion-bombillas>
- Ministerio de Minas y Energía. (2012). *Resolución 9-1872 de 2012. Por la cual se hacen unas modificaciones al Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*.
- Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Trabajo, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Transporte & Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2018). *Plan Único Nacional de Mercurio 2018*. Gobierno Nacional de Colombia.
- Ministerio de Transporte. (2015). Decreto 1079 de 2015. *Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte*.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT]. (2012). *Emisiones antropogénicas de mercurio en Colombia. Cálculos y cuantificaciones para el año 2009*.

- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2006). *Ambientes saludables y prevención de enfermedades. Hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente*. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43452/9243594206_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2015). *Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de emisiones de mercurio*. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11621/Lvl1Gde2015SP.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2019). *Evaluación mundial de mercurio 2018. Principales conclusiones*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2019). *Global Mercury Assessment 2018*.
- Secretariat of the Minamata Convention on Mercury. (2019). *Analysis of national priorities from Minamata Initial Assessments*. http://mercuryconvention.org/Portals/11/documents/News/ICMGP_presentation_on_MIA.pdf



CAPÍTULO

Mercurio en el sector salud



Competencia a desarrollar:

Entender las diferentes etapas del proceso para la gestión de residuos contaminados con mercurio generados en actividades de atención en salud y su interrelación.

4.1 Guía de sustitución con productos de mercurio en el sector salud

La contribución del sector de atención a la salud a las liberaciones ambientales de mercurio a nivel mundial, con los impactos asociados con la salud, está dada en gran medida por el uso de artículos con contenido de mercurio, como los termómetros y tensiómetros de mercurio. Esto se debe a que el mercurio puede liberarse, por ejemplo, en la ruptura de un termómetro o una bombilla fluorescente, o a que los equipos puedan tener fugas.

A continuación se listan los principales artículos, no los únicos, que contienen mercurio dentro de un establecimiento de salud:

- Termómetros
- Tensiómetro o esfigmógrafo
- Tubos o sondas gastrointestinales
- Amalgamas dentales (material de restauración utilizado en odontología)
- Pilas o baterías en aparatos de uso médico
- Pilas de uso en aparatos no médicos
- Bombillas fluorescentes
- Termostatos (no digitales)
- Termostatos de sondas de equipos eléctricos

Competencias a desarrollar:

Aplicar la guía implementada en Colombia para la sustitución del mercurio en el sector salud.



- Indicadores de presión (barómetros, manómetros, vacuómetros)
- Productos químicos y farmacéuticos que pueden contener trazas de mercurio (como contaminante o como agregado)

Fuente: Salud sin Daño, 2010.

La guía de sustitución de mercurio es el resultado de una iniciativa global por medio de la cual la Organización Mundial de la Salud busca promover alrededor del mundo la atención de salud libre de mercurio. El objetivo de esta guía es suministrar las instrucciones que deben seguir las instituciones de salud para sustituir de manera segura los termómetros y los tensiómetros con mercurio. De igual manera, dicha guía identifica los recursos disponibles que respaldan la precisión y utilidad clínica equivalentes de los productos sustitutos, al tiempo que protegen a los trabajadores de la salud y al ambiente.

Finalmente, también se han producido una serie de recursos adicionales para los profesionales de la salud, los gerentes del sistema de salud y los funcionarios del gobierno, que pueden ser útiles para el desarrollo y la implementación de políticas y estrategias para la sustitución del mercurio en el sector de la salud (OPS, 2013).

En la siguiente tabla se presentan las alternativas de sustitución de estos productos:

Contiene mercurio	Alternativa
Termómetros	<ul style="list-style-type: none"> • Termómetros digitales**. Muestran la temperatura en un formato digital, están equipados con un sensor electrónico. • Termómetros de cambio de fase**. Usan una cuadrícula de puntos unida a una delgada tira de plástico desechable para indicar la temperatura. La tira se puede colocar bajo la lengua y a medida que la temperatura sube, los puntos cambiarán de color (generalmente a negro) y la temperatura quedará indicada por el último punto con cambio de color. • Termómetros infrarrojos timpánicos o termómetros de oído**. Se insertan en la parte externa del conducto auditivo para medir la radiación térmica de la membrana timpánica. • Termómetro infrarrojo de arteria temporal, algunas veces llamado termómetro de frente**. Toma la temperatura corporal a medida que el usuario desliza el sensor de la sonda a lo largo de la frente del paciente, cruzando la arteria temporal.
Tensiómetros	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentos aneroides**. Son libres de líquido y utilizan partes mecánicas para transmitir la presión sanguínea, para determinar las presiones sistólica y diastólica. • Instrumentos oscilométricos**. Funcionan automáticamente; es decir, se infla y se desinfla en forma electrónica.
Termostatos	Electrónicos*.
Bombillas fluorescentes	Lámparas de bajo contenido de mercurio, como LED*.
Pilas primarias	Pilas y baterías recargables*.
Amalgamas dentales	Ionómeros vidrio/resinas de fotocurado*.
Manómetros	Electrónicos*.
Tubos gastrointestinales	Tubos con pesas de tungsteno*.

*Fuente: Salud sin Daño, 2010.

**Fuente: Guía técnica Reemplazo de los termómetros y de los tensiómetros de mercurio en la atención de salud, 2011.

Observe el siguiente video de la ONG internacional Salud sin Daño para tener un contexto general del mercurio en el sector salud:



<https://www.youtube.com/watch?v=Ry5SbkKv96o>

4.2 Lineamientos de reducción del uso de amalgamas dentales

Las amalgamas dentales son una aleación metálica a base de polvo de plata que al ser mezclada con mercurio, reacciona y determina el endurecimiento o la cristalización de la masa plástica obtenida inicialmente; la plata es combinada con otros materiales como el estaño, el cobre y el zinc para mejorar sus propiedades. Este material dental ha sido empleado por más de 150 años en la práctica odontológica. Sin embargo, si bien continúa siendo un material ampliamente usado, su uso ha venido decayendo ante la presencia de otros materiales adhesivos. De todas formas, la amalgama sigue teniendo en el mundo un amplio y continuo uso, debido a su relativamente fácil manipulación, costo, tiempo de trabajo, dureza metálica y longevidad clínica. Aunque también presenta limitaciones, como la falta de adhesión a los tejidos dentarios y el exigente diseño de la cavidad, además de la presencia de mercurio en su composición.

La inclusión de la amalgama dental en los procesos que se deben controlar para la erradicación del mercurio se debe a las emisiones de mercurio al ambiente derivadas del uso de la amalgama que hace parte del ciclo de vida de los productos. Esto se debe a que posterior a su uso clínico, sus residuos serán eliminados a través de aguas residuales, de crematorios o de disposiciones de materiales biológicos (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018).

Con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en el anexo A parte II del Convenio de Minamata, el Ministerio de Salud y Protección Social convoca a todos los actores involucrados en los temas de salud bucal a implementar estrategias que reduzcan el uso de mercurio en el sector salud.

Para ver las acciones y proyectos que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible está adelantando en este tema, revise el video “Mercurio: cambio responsable” disponible en:

<https://youtu.be/LffzddWIhA>

Estrategias de promoción de la salud bucal y prevención de las caries

- Se establece la Ruta Integral de Promoción y Mantenimiento de la Salud (RIAPYMS), para definir las intervenciones y los procedimientos de promoción, detección temprana y protección específica, a las que tienen derecho todas las personas para conservar y mantener su salud integral.
- En el marco de RIAPYMS, se implementó la estrategia Soy Generación más Sonriente, con el propósito de fomentar las ciudades integrales para el cuidado de la salud bucal e incentivar el acceso a la aplicación de barniz de flúor desde el primer año de vida. Esto tiene el fin de limitar y reducir la frecuencia, magnitud y severidad de enfermedades como la caries dental, y por ende, reducir cada vez más el uso de cualquier tipo de obturaciones dentales: amalgama dental, materiales plásticos y dispositivos odontológicos a medida.

Estrategia de prevención de alternativas eficaces en función de costos y clínicamente efectivas para la restauración dental

- El uso de tecnologías contenidas dentro de los planes de beneficio, como las obturaciones de amalgamas dentales, dependen del profesional tratante, de acuerdo con las condiciones del diente a intervenir. Se insta a desincentivar el uso de amalgama dental en pacientes menores de seis años, mujeres embarazadas y pacientes con casos de intoxicaciones crónicas con mercurio

Estrategias de capacitación a odontólogos y estudiantes de odontología en el uso seguro de las amalgamas y uso de materiales de obturación alternativos

- Capacitar al personal de odontología frente a la gestión adecuada de los residuos de mercurio y el manejo de derrames.
- Integrar dentro de sus capacidades aspectos relacionados con los signos y síntomas de las intoxicaciones por plomo y mercurio, con el propósito de que los odontólogos desarrollen capacidades para identificar casos de estomatitis en pacientes potencialmente expuestos a plomo o mercurio y que realicen las respectivas canalizaciones a medicina general, para que se lleven a cabo los procedimientos que sean pertinentes.

Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social, 2018..



Actividad 4. Completar

Complete las frases con información sobre la reducción en el uso de amalgamas dentales.

1. Las amalgamas son una aleación de _____ y mercurio que reaccionan para obtener una masa plástica cristalizada.
2. La plata es combinada con otros materiales como estaño, _____ o zinc para _____ sus propiedades.
3. Las amalgamas han sido empleadas en la práctica de la _____ por más de _____ años.
4. Las limitaciones en este material son falta de _____ a los tejidos dentarios, exigente diseño en la cavidad y presencia de _____ en su composición.
5. Posterior al uso clínico, las amalgamas por lo general son desechadas a través del _____ residual, crematorios o disposición de _____ biológicos.

4.3 MPA/MTD para el manejo de residuos con mercurio en el sector salud

Una vez que los productos con mercurio llegan al fin de su vida útil, es necesario introducirlos en la denominada “gestión de desechos”, garantizando el bienestar de las personas y el cuidado del ambiente. A continuación se presentan algunas recomendaciones específicas para el manejo de dispositivos de mercurio, desechos contaminados y el mercurio elemental, de acuerdo a lo establecido en el Manual de

Competencias a desarrollar:

Planear el uso de MTD/MPA del sector salud para el manejo de residuos con mercurio.



procedimientos para la gestión integral de los residuos hospitalarios en Colombia, los manuales o reglamentos que lo actualicen o sustituyan, lo establecido en el título 6 a partir del artículo 2.2.6.1.1.1 del Decreto 1076 de 2015 (o la norma que lo modifique o sustituya) y conforme a las recomendaciones dadas por el gestor y por el fabricante o proveedor en la hoja de seguridad del producto que generó el residuo.

Recomendaciones generales para cualquier actividad relacionada con el manejo de residuos de mercurio:

- **Elementos de protección personal (EPP).** La o las personas que manipulen el mercurio o el producto que lo contenga deberán usar como mínimo los siguientes EPI: gafas de seguridad, mascarilla respiratoria con filtros que limiten la absorción de vapores de mercurio, guantes de seguridad (nitrilo), botas de seguridad, traje de protección ante químicos (Tyvek).
- **Contenedor de mercurio.** Antes de definir el tipo de contenedor, hay que saber que los residuos de mercurio se pueden encontrar en tres tipos de formas: (i) mercurio metálico en estado líquido, (ii) residuos líquidos con contenido de mercurio y (iii) forma sólida con contenido de mercurio.

En ese sentido, lo primero que hay que garantizar, independientemente de la forma, es la hermeticidad del contenedor ante la evaporación. El material no debe ser reactivo con el mercurio y debe tener la capacidad de resistir el peso.

- **Etiquetado o rotulación.** Cada contenedor de mercurio debe estar etiquetado con las instrucciones de seguridad adecuadas. Es importante señalar que, en Colombia, el Sistema Global Armonizado es obligatorio. La etiqueta sugerida para el mercurio debe contener como mínimo las frases de advertencia indicando peligro, el nombre técnico, frases de riesgo (Frases H) y consejos de prudencia (Frases P):

PELIGRO



Mercurio

No CAS 7439-97-6, UN 2809, GE III

Mercurio

H330 Mortal en caso de inhalación
H360D Puede dañar al feto.
H372 Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas (en caso de inhalación).

P201 Pedir instrucciones especiales antes del uso.
P260 No respirar el polvo/ el humo/ el gas/ la niebla/ los vapores/ el aerosol.
P284 [En caso de ventilación insuficiente,] llevar equipo de protección respiratoria.

P304 + P340 EN CASO DE INHALACIÓN: transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.
P310 Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico.

P403 + P233 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente.

P403 + P233 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente.

De igual manera, que otras etiquetas o rótulos podrían ser necesarias, por ejemplo, para indicar la cantidad de mercurio, la fase líquida o sólida, la fecha de recepción, entre otras.

Fuente: CNPML & PNUMA, 2019.

Almacenamiento temporal (interno)

- Se debe definir un sitio para el almacenamiento que, como mínimo, cumpla con:
 - Ubicación en zona segura y con acceso restringido.
 - Si se encuentra en un edificio de usos múltiples, debe ser una habitación cerrada con llave o un espacio encerrado que pueda cerrarse con llave.
 - Ventilación que pueda expulsar el aire desde el espacio directamente hacia el exterior y controles de ventilación.
 - Techos y paredes que protejan de la intemperie.
 - Pisos impermeables.
 - Señalización del sitio con señales de advertencia.
 - Etiqueta y rótulo (tipo de residuo, fecha inicial de almacenamiento y cualquier descripción adicional si es necesario).
 - Elementos de emergencia como kit de derrames y EPI adicionales.
 - Separación de espacios que permita almacenar sustancias compatibles. Si en las instalaciones se almacenan otros tipos de desechos peligrosos, los desechos de mercurio no deben almacenarse cerca de productos químicos incompatibles, tales como el acetileno, metales alcalis (litio, sodio), aluminio, aminas, amoníaco, calcio, ácido fulmínico, halógenos, hidrógeno, ácido nítrico con etanol, ácido oxálico y oxidantes.
- **Almacenamiento de mercurio elemental.** Cuando el mercurio elemental se almacena con el fin de la acumulación, el recipiente primario debe tener las siguientes características:
 - Fácil de abrir y sellar de nuevo.
 - A prueba de fugas y hermético.
 - Hecho de un material que no reaccione o se amalgame con mercurio.
 - Hecho de un material que no sea frágil.
 - Hecho de un material resistente a la corrosión.

- Ser suficientemente pequeño para que el peso del mercurio no sea tanto como para levantarlo (el típico límite, ergonómico, de peso es de 23,5 kg).
- Ser lo suficientemente pequeño para que el peso del mercurio no exceda la fuerza del recipiente.
- El contenedor primario con un agente supresor de vapor o de agua para proteger a quien agregue el mercurio.
- Uso de EPI.
- Etiqueta y rótulo (tipo de residuo, fecha inicial de almacenamiento y cualquier descripción adicional si es necesario).
- Mecanismo de control de derrames.

- **Almacenamiento de desechos contaminados con mercurio.**

Dado que los dispositivos como termómetros y esfigmomanómetros son frágiles, deben ser almacenados de forma que se reduzca la posibilidad de rotura. Es por eso que el almacenamiento debe cumplir con las siguientes características:

- El recipiente primario debe ser resistente a la punción y ser hermético.
- Etiqueta y rótulo (tipo de residuo, fecha inicial de almacenamiento y cualquier descripción adicional si es necesario).
- Como medida de seguridad redundante, el recipiente primario debe colocarse en un recipiente secundario que impida la liberación de vapor de mercurio en caso de rompimiento de dispositivos de mercurio.

- **Almacenamiento de amalgama dental**

Cuando las amalgamas dentales se almacenan con el fin de la acumulación, el almacenamiento debe incluir:

- Un recipiente primario que sea fácil de abrir, con cierre hermético, a prueba de fugas.
- Un agente de supresión de vapor o agua en el recipiente primario.
- Una etiqueta con el tipo de desperdicio de mercurio y la fecha en que se coloca el mercurio en el recipiente.
- Un recipiente secundario que ayude a prevenir la liberación de vapor de mercurio como medida redundante de seguridad.

- **Almacenamiento de lámpara fluorescentes**

Cuando se almacena lámparas fluorescentes intactas, el almacenaje debe incluir:

- Un recipiente primario que evite las roturas, de preferencia en la caja original de las lámparas.
- Un recipiente secundario, como una lámina de plástico con cinta, que impida la liberación de vapor de mercurio como una medida de seguridad redundante. Este recipiente secundario es opcional siempre y cuando el primario cumpla con su función principal.

Los desechos de mercurio de los centros de salud pueden clasificarse en las siguientes categorías de riesgo, basándose en las cantidades de mercurio disponible:

- **Nivel de riesgo 1 (mayor riesgo):** mercurio elemental, esfigmomanómetros intactos y equipos médicos que contienen grandes cantidades de mercurio (tubos gastrointestinales, dilatadores esofágicos, grandes interruptores de flotadores de mercurio y reguladores de los equipos eléctricos).
- **Nivel de riesgo 2:** termómetros de mercurio intactos, interruptores de mercurio pequeños y reguladores pequeños de equipos eléctricos.
- **Nivel de riesgo 3:** vidrios rotos contaminados con mercurio, limpieza de desechos de mercurio.
- **Nivel de riesgo 4:** lámparas fluorescentes, bombillas compactas fluorescentes, amalgamas dentales.

Fuente: PNUD & GEF, s. f.

Transporte

- **Condiciones del vehículo**

El vehículo para el transporte de mercurio deberá cumplir con todas las regulaciones establecidas en el Decreto 1079 de 2015 del Ministerio de Transporte, con especial atención a lo siguiente:

- Mantener el vehículo y la unidad de transporte en condiciones óptimas de funcionamiento físico, mecánico y eléctrico.
- Certificación de revisión técnica y de gases del proceso emitida por la entidad autorizada.
- Sistema eléctrico con dispositivos que minimizan los riesgos de chispas o explosiones.
- Dispositivo de sonido o silbato, que se activa en el momento en que el vehículo está en movimiento de reversa.
- Al mismo tiempo que transporta mercancías peligrosas, no enviar personas, animales, medicamentos o alimentos destinados al consumo humano o animal, ni embalajes destinados a ninguna de estas tareas.
- Según aplique, adquirir la política de responsabilidad civil extracontractual o el documento equivalente.
- Ficha de seguridad y tarjeta de emergencia.
- Etiqueta de transporte: la unidad de transporte debe estar etiquetada con la clase correspondiente y el número de la ONU para respuesta de emergencia.



- **Plan de emergencias:** debe ser de tipo predictivo, preventivo y reactivo para el control de una emergencia que ocurra durante el manejo, transporte y almacenamiento de mercancías peligrosas, con el propósito de mitigar las consecuencias y reducir los riesgos de empeoramiento de la situación.
- **Kit de emergencia con elementos básicos para respuesta de emergencia, tales como:** extintor de incendios, ropa protectora, linterna, kit de primeros auxilios, equipo de recolección y limpieza, material absorbente, entre otros. La ubicación del extintor de incendios debe ser una en la cabina y la segunda cerca de las mercancías peligrosas.
- Plan de transporte que incluya fechas, destinatario, teléfonos de emergencia.
- **Sistema de monitoreo y trazabilidad:** incluye las listas de chequeo de inspección del vehículo y los documentos que se requieran para transitar.

Almacenamiento externo

De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, sección 2., las instalaciones de almacenamiento deberán cumplir con las licencias y los requisitos de registro. Para recibir una licencia, la instalación de almacenamiento puede ser obligada a:

- Establecer un plan de monitoreo del aire ambiente, ya que deberá establecerse un monitoreo rutinario, incluyendo lecturas diarias de los niveles de mercurio en el aire ambiente e inspecciones semanales por fugas y recipientes corroídos o rotos.
- Obtener pólizas o seguros de responsabilidad civil o fianza de garantía.
- Garantizar la seguridad física de las instalaciones a través de, por ejemplo, pruebas de rutina de las alarmas antirrobo, alarmas contra incendios, sistemas de extinción de incendios y ventilación.
- Formular e implementar un plan de preparación para emergencias y un plan de respuesta a emergencias.

- Describir las prácticas de manejo de desechos y otras normas de procedimiento, capacitación personal y diseño de las instalaciones.
- Recibir inspecciones por parte de la autoridad u organismos de emergencia municipales (p. ej. bomberos) para garantizar el cumplimiento, de conformidad con los códigos de construcción, incendios, eléctricos y otros códigos de salud y seguridad, antes de la concesión de licencias.
- Presentar informes periódicos sobre cuestiones de seguridad (incluyendo accidentes y derrames), condiciones de almacenamiento, capacidad y datos de seguimiento a las autoridades gubernamentales designadas, según lo requieran las leyes y los reglamentos del país.
- Formular e implementar un plan de gestión de desechos que establezca procedimientos para su recepción, transporte interno, inspección, reetiquetado, reempaquetado, contención complementaria, almacenamiento, inspección de la instalación, limpieza general (mantenimiento), control y limpieza de derrames, procedimientos de emergencia, seguridad de las y los trabajadores (incluyendo identificación y mitigación de riesgos, uso apropiado del EPP, técnicas de ergonomía para manejo de desechos y vigilancia médica), informes y mantenimiento de registros.
- Capacitar a todo el personal de planta sobre el almacenamiento para que esté familiarizado con todos los aspectos del plan de manejo de desechos peligrosos. Este debe recibir capacitación inicial y actualización periódica, y estar equipado para atender los derrames y otras emergencias.
- Realizar inspecciones mensuales de las condiciones del EPP y las unidades de lavado, el contenido de los equipos para derrames, de los pisos (para revisar si hay grietas) y los archivos.

Fuente: PNUD & GEF, s. f.



4.4 Evaluación del capítulo

1

Seleccione los principales artículos con contenido de mercurio que se pueden encontrar en un establecimiento de salud.

a. Jeringas y estetoscopios.

b. Termómetros e indicadores de presión.

c. Máquinas de ultrasonido y termostatos.

d. Sondas gastrointestinales y desfibrilador.

4

Una alternativa para la sustitución de amalgamas dentales que contienen mercurio son:

a. Equipos de termocupla e infrarrojo.

b. Instrumentos oscilométricos.

c. Ionómeros vidrio/resinas de fotocurado.

d. Tubos con pesas de tungsteno.

2

Una alternativa para la sustitución de termómetros que contienen mercurio son:

a. Equipos de termocupla e infrarrojo.

b. Instrumentos oscilométricos.

c. Ionómeros vidrio/resinas de fotocurado.

d. Tubos con pesas de tungsteno.

5

Una alternativa para la sustitución de tubos gastrointestinales que contienen mercurio son:

a. Equipos de termocupla e infrarrojo.

b. Instrumentos oscilométricos.

c. Ionómeros vidrio/resinas de fotocurado.

d. Tubos con pesas de tungsteno.

3

Una alternativa para la sustitución de tensiómetros que contienen mercurio son:

a. Equipos de termocupla e infrarrojo.

b. Instrumentos oscilométricos.

c. Ionómeros vidrio/resinas de fotocurado.

d. Tubos con pesas de tungsteno.

6

Las amalgamas dentales se incluyen dentro de los procesos de controlar para la erradicación del mercurio debido a:

a. Sus mínimas concentraciones de mercurio.

b. La falta de adhesión a los tejidos.

c. Su impacto sobre el ambiente.

d. La falta de conocimiento sobre los efectos nocivos de su uso.

7

Las recomendaciones dadas para el manejo de dispositivos de mercurio, desechos contaminados y mercurio elemental pueden encontrarse en:

a. Manual de disposición final de residuos hospitalarios en Colombia y Resolución 1511 de 2010.

b. Manual de procedimientos para la gestión integral de los residuos hospitalarios en Colombia y Decreto 1076 de 2015.

c. Resolución 1511 de 2010 y Decreto 1076 de 2015.

d. Hojas de seguridad del producto que generó el residuo y Resolución 1511 de 2010.

8

Los elementos de protección individual (EPI) para aquellas personas que manipulen mercurio o productos que lo contengan incluyen:

a. Traje de protección ante químicos, mascarilla respiratoria con filtro, guantes.

b. Traje impermeable con filtro, cinturón de seguridad, delantal antifluído.

c. Mascarilla respiratoria con filtro, guantes, cinturón de seguridad.

d. Traje de protección ante químicos, traje de protección ante químicos, delantal antifluído.

9

El residuo de mercurio que es específico del sector salud es:

a. Mercurio elemental.

b. Residuos de amalgamas dentales.

c. Aparatos contaminados con mercurio.

d. Bombillas fluorescentes.

10

Seleccione aquella frase que es falsa.

a. Las condiciones del almacenamiento interno dependen del tipo de producto con mercurio que genera el residuo.

b. Las amalgamas deben ser almacenadas en un recipiente primario que sea fácil de abrir, con cierre hermético a prueba de fugas.

c. De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, el almacenamiento externo de residuos con mercurio no requiere licencias ni requisitos de registro.

d. El vehículo para el transporte de mercurio debe cumplir con todas las regulaciones contempladas en el Decreto 1079 de 2015.

11

Seleccione aquella frase que es verdadera.

a. De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, el almacenamiento externo de residuos con mercurio no requiere licencias ni requisitos de registro.

b. Las amalgamas deben ser almacenadas en bolsas plásticas debidamente etiquetadas y de acuerdo con el código de colores normativo.

c. Los establecimientos de salud únicamente pueden realizar almacenamiento externo de los productos de mercurio residuales.

d. Las condiciones del almacenamiento interno dependen del tipo de producto con mercurio que genera el residuo.

12

El mercurio elemental se encuentra en el siguiente nivel de riesgo:

a. Nivel 1.

b. Nivel 2.

c. Nivel 3.

d. Nivel 4.

13

La limpieza de desechos de mercurio se encuentra en el siguiente nivel de riesgo:

a. Nivel 1.

b. Nivel 2.

c. Nivel 3.

d. Nivel 4.

15

Las amalgamas dentales se encuentran en el siguiente nivel de riesgo:

a. Nivel 1.

b. Nivel 2.

c. Nivel 3.

d. Nivel 4.

14

Los termómetros de mercurio se encuentran en el siguiente nivel de riesgo:

a. Nivel 1.

b. Nivel 2.

c. Nivel 3.

d. Nivel 4.

4.5 Bibliografía

- Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales [CNPLM] & PNUMA. (2019). *Guía para el manejo y almacenamiento de mercurio*. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/33418/Guia_hg.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lúmina [sitio web] (s.f.). <https://lumina.com.co/>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2018). *Lineamiento para el uso controlado de amalgama dental, en los servicios de odontología*. Gobierno de Colombia.
- Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2013). *Reemplazo de los termómetros y de los tensiómetros de mercurio en la atención de salud. Guía técnica*. Organización Mundial de la Salud.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2019). *Directrices sobre las Mejores Técnicas Disponibles y las Mejores Prácticas Ambientales*. Secretaría del Convenio de Minamata sobre el Mercurio.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] & Fondo Mundial para el Medio Ambiente [GEF]. (s.f.). *Guía para la limpieza, almacenamiento temporal o intermedio y transporte de desechos de mercurio desde las instalaciones de salud*. <https://saludsindanio.org/sites/default/files/documents-files/1414/guidadelimpieza.pdf>
- Salud sin Daño. (2010). *Guía para la eliminación del mercurio en establecimientos de salud*. https://rds.org.co/apc-aa-files/ba03645a7c069b5ed406f13122a61c07/guia_eliminacion_mercurio_establecimientos_salud.pdf
- Shimek, J. A., Emmanuel, J., Orris, P. & Chartier, Y. (eds.) (2013). *Reemplazo de los termómetros y de los tensiómetros de mercurio en la atención de salud*. Organización Panamericana de la Salud.



CAPÍTULO

RESULTADO
de las
actividades y
evaluaciones

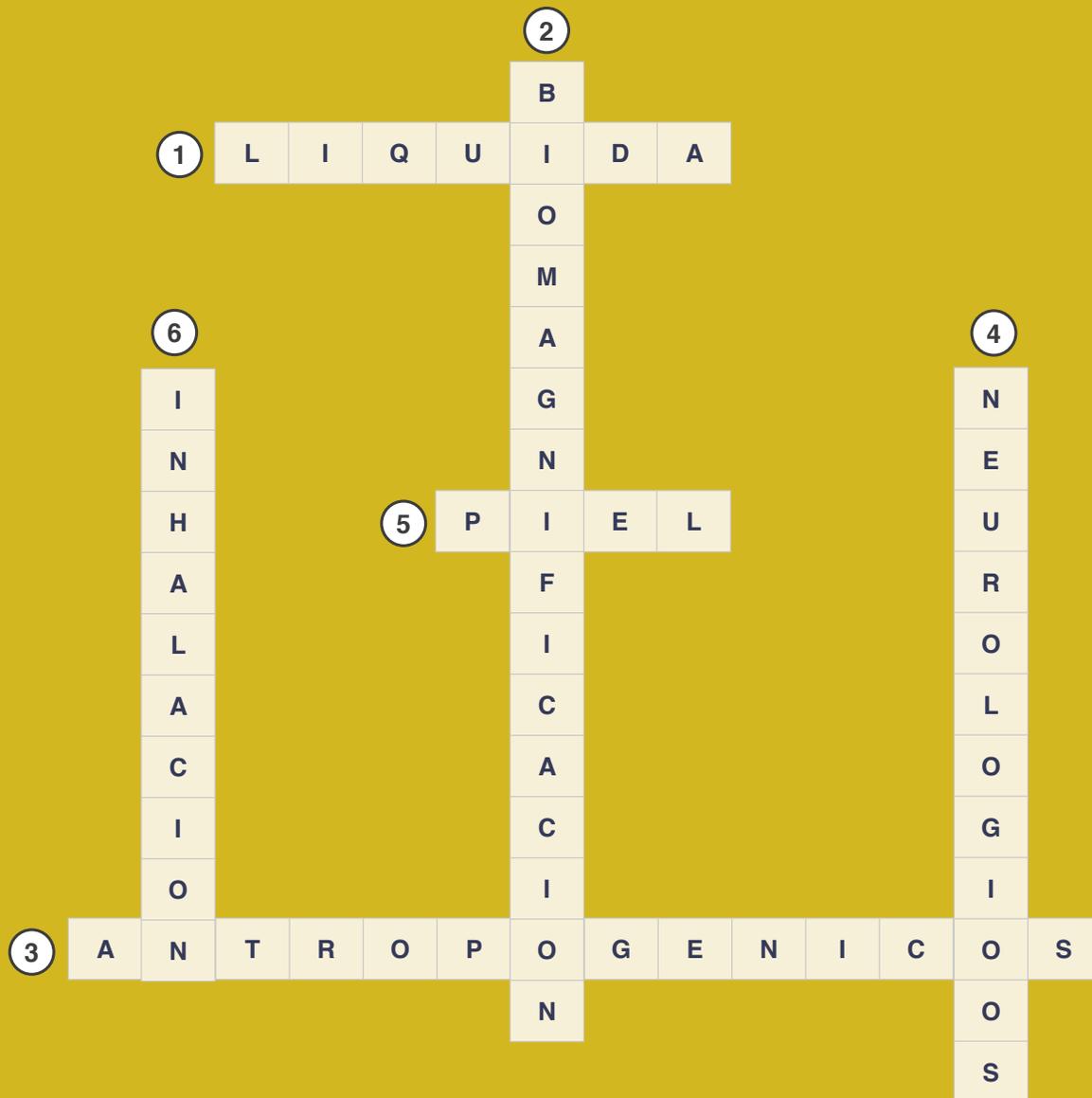


Resultados Capítulo 1



Actividad 1. Crucigrama

Complete el crucigrama con las palabras que corresponden a las frases a continuación.





3.4 Evaluación del capítulo

1

¿Qué es el mercurio?

a. Elemento no metálico que se caracteriza por ser gaseoso e inodoro. Al someterse a corrientes eléctricas, genera haces de luz fluorescentes.

b. Metal alcalino sólido. Se presenta en forma natural al liberarse de fuentes no intencionales, como la fabricación de productos con mercurio.

c. Elemento alcalinotérreo que se caracteriza por ser líquido e inodoro. Es una sustancia sintética que contamina el agua y el aire.

d. Elemento metálico líquido e inodoro. Se libera al aire y al agua principalmente por fuentes antropogénicas.

2

Son fuentes naturales de compuestos de mercurio:

a. Erupciones volcánicas y actividades geotérmicas.

b. Fabricación de productos con mercurio añadido y actividades geotérmicas.

c. Erupciones volcánicas y generación de energía.

d. Fabricación de productos con mercurio añadido y generación de energía.

3

El compuesto de mercurio con mayor toxicidad es:

a. Mercurio metálico.

b. Óxido de mercurio.

c. Metilmercurio.

d. Amalgama.

4

El mercurio se transporta en la atmósfera como:

a. Mercurio elemental gaseoso (MEG).

b. Deposición atmosférica.

c. Metilmercurio.

d. Sulfuro de mercurio (cinabrio).

5

Además de la minería, el mercurio se libera por las siguientes actividades antrópicas:

a. Erupciones volcánicas y actividades geotérmicas.

b. Fabricación de productos con mercurio añadido y actividades geotérmicas.

c. Erupciones volcánicas y generación de energía.

d. Fabricación de productos con mercurio añadido y generación de energía.

6

Los hornos de cemento, la extracción de combustibles fósiles y las termoeléctricas son fuentes antropogénicas de mercurio catalogadas como:

a. Fuentes difusas.

b. Fuentes generales.

c. Fuentes intencionales.

d. Fuentes no intencionales.

7

El proceso por el cual el mercurio ingresa a los seres vivos, pero no se expulsa, aumentando su concentración a través del tiempo, se denomina:

a. Bioacumulación.

b. Biomagnificación.

c. Bioamalgamación.

d. Biosíntesis.

8

El proceso por el cual la concentración de mercurio aumenta a través de la cadena alimenticia es:

a. Bioacumulación.

b. Biomagnificación.

c. Bioamalgamación.

d. Biosíntesis.

9

Los humanos son susceptibles a la biomagnificación del mercurio, pues:

a. Beben agua contaminada con mercurio.

b. Respiran el aire atmosférico contaminado con mercurio.

c. Pueden presentar altas exposiciones prenatales.

d. Ocupan la cima de la cadena alimenticia.

10

La ruptura no controlada de bombillas fluorescentes que tienen mercurio en su interior se considera una fuente:

a. Intencional.

b. Secundaria.

c. No intencional.

d. Difusa.

11

Las principales vías de exposición a mercurio o compuestos de mercurio son:

a. Oculares, respiratorias y cutáneas.

b. Respiratorias, digestivas y cutáneas.

c. Oculares, digestivas y sexuales.

d. Respiratorias, inmunes y neuronales.

12

¿Cuál es la población más vulnerable al mercurio y los compuestos de mercurio?

a. Dentistas y fabricantes de bombillas.

b. Pescadores y consumidores de pescado.

c. Mujeres gestantes y personas en proceso de desarrollo.

d. Trabajadores del sector químico y farmacéutico.

13

Especialmente, el mercurio causa graves efectos sobre los siguientes sistemas:

a. Nervioso, renal y respiratorio.

b. Reproductivo, digestivo y renal.

c. Inmune, renal y endocrino.

d. Nervioso, osteomuscular y endocrino.

14

Son graves efectos del mercurio sobre personas en desarrollo:

a. Sangrado en orina y heces.

b. Déficits neurológicos y pérdida de funciones.

c. Pérdida de visión e inteligencia espacial.

d. Propensión a enfermedades respiratorias, asma y alergias.

15

Entre otras funciones, el Sivigila ha permitido en Colombia:

a. Conocer las cantidades de mercurio liberadas en el país.

b. Recopilar las notificaciones de intoxicación por mercurio.

c. Establecer porcentajes de bioacumulación y biomagnificación.

d. Vigilar la minería y el ciclo de mercurio del territorio.

Resultados Capítulo 2



Actividad 2. Emparejar

Empareje los conceptos correspondientes en las dos columnas.

Uno de los compromisos del Convenio de Minamata.	La liberación antrópica de mercurio a la atmósfera ha aumentado un 20% desde el 2015.
Objetivo del Convenio de Minamata.	Reducir el uso de productos con mercurio añadido.
Estimado de liberación de mercurio en Colombia.	Sangre, orina y cabello.
Son fuentes antropogénicas de liberación de mercurio.	Proteger la salud humana y el ambiente de las emisiones y liberaciones antropógenas de mercurio y compuestos de mercurio.
El mercurio se mide en estas matrices biológicas.	Uso y disposición de productos con mercurio añadido.
Es una conclusión de la evaluación mundial de mercurio de 2018.	1,6 kg por persona en el país.



2.5 Evaluación del capítulo

1

¿En qué año Colombia ratificó el Convenio de Minamata?

a. 2013

b. 2015

c. 2019

d. 2017

2

El tema que trata el artículo 4 del Convenio de Minamata es:

a. Eliminación gradual de los productos con mercurio añadido.

b. Gestión ambientalmente racional de desechos de mercurio.

c. Extracción de oro artesanal y en pequeña escala.

d. Cooperación entre partes para vigilancia, investigación y desarrollo.

3

El tema que trata el artículo 7 del Convenio de Minamata es:

a. Eliminación gradual de los productos con mercurio añadido.

b. Gestión ambientalmente racional de desechos de mercurio.

c. Extracción de oro artesanal y en pequeña escala.

d. Cooperación entre partes para vigilancia, investigación y desarrollo.

4

El tema que trata el artículo 19 del Convenio de Minamata es:

a. Eliminación gradual de los productos con mercurio añadido.

b. Gestión ambientalmente racional de desechos de mercurio.

c. Extracción de oro artesanal y en pequeña escala.

d. Cooperación entre partes para vigilancia, investigación y desarrollo.

5

El tema que trata el artículo 11 del Convenio de Minamata es:

a. Eliminación gradual de los productos con mercurio añadido.

b. Gestión ambientalmente racional de desechos de mercurio.

c. Extracción de oro artesanal y en pequeña escala.

d. Cooperación entre partes para vigilancia, investigación y desarrollo.

6

Seleccione los productos con mercurio añadido cuya producción, importación o exportación está prohibida a partir del 2020 (Anexo A).

a. Amalgamas dentales y electrodomésticos.

b. Bombillas y amalgamas dentales.

c. Cosméticos, plaguicidas y fertilizantes.

d. Cosméticos, computadores y periféricos.

7

Seleccione la frase que es falsa.

a. La minería del oro artesanal a pequeña escala genera casi el 38% de las emisiones mundiales, y supone la principal fuente de emisiones en América del Sur.

b. Las prioridades para Colombia en el marco del Convenio de Minamata son la eliminación gradual de los productos con mercurio añadido y la gestión de desechos.

c. Colombia no cuenta con un inventario nacional de mercurio, atribuible a la falta de información.

d. Las emisiones antrópicas de mercurio aumentaron un 20% de 2010 a 2015, lo cual genera afectaciones a nivel local y global.

8

Seleccione la frase que es verdadera.

a. El mercurio elemental es la forma más tóxica de este metal, seguido del metilmercurio.

b. El inventario nacional de mercurio mide la contaminación por este metal en aire, agua, suelo, sangre y orina.

c. Las actividades humanas no afectan significativamente la concentración de mercurio en el ambiente.

d. El PUNHg define programas, actividades y metas para reducir y eliminar el uso de mercurio en el territorio nacional.

9

En Colombia, ¿cuál es la norma que aprueba el Convenio de Minamata sobre mercurio?

a. Resolución 130 de 2017.

b. Ley 1892 de 2018.

c. Decreto 2133 de 2016.

d. Resolución 0631 del 2015.

10

Es un objetivo del Programa de Fortalecimiento Institucional del PUNHg:

a. Fortalecer el nivel organizacional para la gestión del mercurio.

b. Evidenciar acciones de gestión institucional sectorial e intersectorial.

c. Proponer recomendaciones y sugerencias para optimizar el plan.

d. Analizar los avances periódicos de los planes sectoriales.

11

Es un objetivo del Programa de Gestión del PUNHg:

a. Fortalecer el nivel organizacional para la gestión del mercurio.

b. Evidenciar acciones de gestión institucional sectorial e intersectorial.

c. Proponer recomendaciones y sugerencias para optimizar el plan.

d. Analizar los avances periódicos de los planes sectoriales.

12

Es una actividad del Programa de Seguimiento y Evaluación del PUNHg:

a. Fortalecer el nivel organizacional para la gestión del mercurio.

b. Evidenciar acciones de gestión institucional sectorial e intersectorial.

c. Proponer recomendaciones y sugerencias para optimizar el plan.

d. Analizar los avances periódicos de los planes sectoriales.

Resultados Capítulo 3



Actividad 3. Completar

Complete las frases que aparecen a continuación con las palabras adecuadas.

- La gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) debe hacerse de una forma **diferenciada**, para lo cual se ha establecido en el país el concepto de “responsabilidad extendida del productor” que, entre otras cosas, establece canales para la devolución de residuos **posconsumo**.
- Colombia cuenta actualmente con 20 **sistemas de recolección**. Estos, en conjunto con los gestores, realizan el manejo de diversos tipos de bombillas.
- Además de la recolección, el manejo de residuos incluye transporte, almacenamiento, tratamiento y **aprovechamiento**. Un ejemplo de tratamiento son los sistemas de **destilación**, que permiten separar el mercurio de los residuos.



Evaluación del capítulo

1 Los siguientes productos con mercurio añadido cuentan con sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental en la regulación colombiana:

a. Bombillas y termómetros.

b. Pilas y/o acumuladores y aceites usados de cocina.

c. Transformadores y generadores eléctricos.

d. Baterías usadas, plomo ácido y computadores y/o periféricos.

2 ¿Cuáles son los tipos de bombillas regulados por la Resolución 1511 de 2010?

a. Bombillas de tecnología fluorescente compacta, fluorescente tubular y HID.

b. Bombillas de tecnología fluorescente compacta, LED y HID.

c. Bombillas HID, compactas fluorescentes y LED.

d. Bombillas de tecnología fluorescente compacta, LED tubular y HID.

3 El Decreto 1079 de 2015 establece:

a. Controles para vehículos de transporte de bombillas.

b. Lineamientos para la recolección y el transporte de residuos peligrosos.

c. Prácticas ocupacionales para trabajadores durante el almacenamiento.

d. Indicaciones a seguir cuando exista ruptura de bombillas.

4 Los siguientes son algunos controles para vehículos que transportan bombillas:

a. Rótulos de identificación de carga, elementos básicos para atención de emergencias, limpieza y descontaminación de superficies.

b. Claridad sobre la capacidad de carga, documentación, uso de dispositivos de sujeción, compatibilidad y separación.

c. Uso y mantenimiento de los elementos de protección, capacitación y evaluación de los niveles biológicos de mercurio.

d. Retirarse del lugar, limpiar usando EPI, cartón corrugado y bolsa plástica. No usar productos para limpieza del hogar.

5 Los siguientes son algunos lineamientos para conservar la integridad física de residuos de bombillas durante el transporte:

a. Rótulos de identificación de carga, elementos básicos para atención de emergencias, limpieza y descontaminación de superficies.

b. Claridad sobre la capacidad de carga, documentación, uso de dispositivos de sujeción, compatibilidad y separación.

c. Uso y mantenimiento de los elementos de protección, capacitación y evaluación de los niveles biológicos de mercurio.

d. Retirarse del lugar, limpiar usando EPI, cartón corrugado y bolsa plástica. No usar productos para limpieza del hogar.

6

Las siguientes son algunas prácticas ocupacionales para quienes trabajan en el manejo de bombillas:

a. Rótulos de identificación de carga, elementos básicos para atención de emergencias, limpieza y descontaminación de superficies.

b. Claridad sobre la capacidad de carga, documentación, uso de dispositivos de sujeción, compatibilidad y separación.

c. Uso y mantenimiento de los elementos de protección, capacitación y evaluación de los niveles biológicos de mercurio.

d. Retirarse del lugar, limpiar usando EPI, cartón corrugado y bolsa plástica. No usar productos para limpieza del hogar.

8

¿Cuál de los siguientes NO corresponde a un control que se deba realizar durante el tratamiento de bombillas?

a. Desarrollar e implementar un procedimiento de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos.

b. Disponer los filtros que capturan mercurio de manera ambientalmente segura con gestores autorizados.

c. Clasificar las bombillas de acuerdo con el plan de emergencias, verificando condiciones de embalaje y etiquetado.

d. Contar con áreas con espacios delimitados, separados y de acceso controlado, con sistemas de ventilación localizados.

7

Los siguientes son algunos lineamientos a seguir cuando ocurre la ruptura de una bombilla:

a. Rótulos de identificación de carga, elementos básicos para atención de emergencias, limpieza y descontaminación de superficies.

b. Claridad sobre la capacidad de carga, documentación, uso de dispositivos de sujeción, compatibilidad y separación.

c. Uso y mantenimiento de los elementos de protección, capacitación y evaluación de los niveles biológicos de mercurio.

d. Retirarse del lugar, limpiar usando EPI, cartón corrugado y bolsa plástica. No usar productos para limpieza del hogar.

9

Seleccione aquella frase que es verdadera.

a. Para realizar la recolección y el transporte de residuos de bombillas, el gestor debe contar con una licencia ambiental otorgada por la autoridad ambiental.

b. La meta de gestión de los sistemas de recolección se establece a partir del total de bombillas comercializadas por los productores a nivel nacional.

c. Para el almacenamiento y tratamiento de residuos de bombillas, los gestores no requieren una licencia ambiental.

d. Los productores pueden cobrar una tarifa al consumidor asociada con la gestión de los residuos posconsumo de bombillas.

10

Seleccione la pareja de materiales que NO corresponde a subproductos resultantes del tratamiento de bombillas:

a. Mercurio líquido y adherido a polvo.

b. Plástico y casquillos de metal.

c. Metales preciosos y aceites usados.

d. Vidrio y polímeros.

11

Una vez separados adecuadamente de los demás residuos provenientes de bombillas, los metales obtenidos se pueden:

a. Reincorporar a productos de electricidad, comunicación, fabricación de tubos, recipientes y mecanismos acuáticos.

b. Triturar para generar arenisca utilizada en estucos, cementos y elementos de mampostería.

c. Tratar de forma primaria, secundaria o terciaria, de acuerdo con su composición y las aplicaciones potenciales previstas.

d. Estabilizar por métodos como la amalgamación y disponer de forma ambientalmente adecuada.

12

Una vez separados adecuadamente de los demás residuos provenientes de bombillas, el vidrio obtenido se puede:

a. Reincorporar a productos de electricidad, comunicación, fabricación de tubos, recipientes y mecanismos acuáticos.

b. Triturar para generar arenisca utilizada en estucos, cementos y elementos de mampostería.

c. Tratar de forma primaria, secundaria o terciaria, de acuerdo con su composición y las aplicaciones potenciales previstas.

d. Estabilizar por métodos como la amalgamación y disponer de forma ambientalmente adecuada.

13

Una vez separados adecuadamente de los demás residuos provenientes de bombillas, el mercurio obtenido se debe:

a. Reincorporar a productos de electricidad, comunicación, fabricación de tubos, recipientes y mecanismos acuáticos.

b. triturar para generar arenisca utilizada en estucos, cementos y elementos de mampostería.

c. Tratar de forma primaria, secundaria o terciaria, de acuerdo con su composición y las aplicaciones potenciales previstas.

d. Estabilizar por métodos como la amalgamación y disponer de forma ambientalmente adecuada.

14

Una vez separados adecuadamente de los demás residuos provenientes de bombillas, los plásticos obtenidos se pueden:

a. Reincorporar a productos de electricidad, comunicación, fabricación de tubos, recipientes y mecanismos acuáticos.

b. Triturar para generar arenisca utilizada en estucos, cementos y elementos de mampostería.

c. Tratar de forma primaria, secundaria o terciaria, de acuerdo con su composición y las aplicaciones potenciales previstas.

d. Estabilizar por métodos como la amalgamación y disponer de forma ambientalmente adecuada.

15

Seleccione aquella frase que es falsa.

a. Las amalgamas son aleaciones de mercurio con otros metales, por ejemplo, plomo, cobre, zinc, níquel o cobalto.

b. En la estabilización como sulfuro de mercurio o seleniuro de mercurio, se utiliza temperatura ambiente para conseguir mercurio sólido altamente soluble en agua.

c. Estabilizar el mercurio en una matriz insoluble es una estrategia para evitar que este metal se lixivie después de su disposición final.

d. La disposición final de mercurio se realiza a través de encapsulamiento y celdas de seguridad.

Resultados Capítulo 4



Actividad 4. Completar

Complete las frases con información sobre la reducción en el uso de amalgamas dentales.

1. Las amalgamas son una aleación de **plata** y mercurio que reaccionan para obtener una masa plástica cristalizada.
2. La plata es combinada con otros materiales como estaño, **cobre** o zinc para **mejorar** sus propiedades.
3. Las amalgamas han sido empleadas en la práctica de la **odontología** por más de **150** años.
4. Las limitaciones en este material son falta de **adhesión** a los tejidos dentarios, exigente diseño en la cavidad y presencia de **mercurio** en su composición.
5. Posterior al uso clínico, las amalgamas por lo general son desechadas a través del **agua** residual, crematorios o disposición de **materiales** biológicos.



4.4 Evaluación del capítulo

1

Seleccione los principales artículos con contenido de mercurio que se pueden encontrar en un establecimiento de salud.

a. Jeringas y estetoscopios.

b. Termómetros e indicadores de presión.

c. Máquinas de ultrasonido y termostatos.

d. Sondas gastrointestinales y desfibrilador.

4

Una alternativa para la sustitución de amalgamas dentales que contienen mercurio son:

a. Equipos de termocupla e infrarrojo.

b. Instrumentos oscilométricos.

c. Ionómeros vidrio/resinas de fotocurado.

d. Tubos con pesas de tungsteno.

2

Una alternativa para la sustitución de termómetros que contienen mercurio son:

a. Equipos de termocupla e infrarrojo.

b. Instrumentos oscilométricos.

c. Ionómeros vidrio/resinas de fotocurado.

d. Tubos con pesas de tungsteno.

5

Una alternativa para la sustitución de tubos gastrointestinales que contienen mercurio son:

a. Equipos de termocupla e infrarrojo.

b. Instrumentos oscilométricos.

c. Ionómeros vidrio/resinas de fotocurado.

d. Tubos con pesas de tungsteno.

3

Una alternativa para la sustitución de tensiómetros que contienen mercurio son:

a. Equipos de termocupla e infrarrojo.

b. Instrumentos oscilométricos.

c. Ionómeros vidrio/resinas de fotocurado.

d. Tubos con pesas de tungsteno.

6

Las amalgamas dentales se incluyen dentro de los procesos de controlar para la erradicación del mercurio debido a:

a. Sus mínimas concentraciones de mercurio.

b. La falta de adhesión a los tejidos.

c. Su impacto sobre el ambiente.

d. La falta de conocimiento sobre los efectos nocivos de su uso.

7

Las recomendaciones dadas para el manejo de dispositivos de mercurio, desechos contaminados y mercurio elemental pueden encontrarse en:

a. Manual de disposición final de residuos hospitalarios en Colombia y Resolución 1511 de 2010.

b. Manual de procedimientos para la gestión integral de los residuos hospitalarios en Colombia y Decreto 1076 de 2015.

c. Resolución 1511 de 2010 y Decreto 1076 de 2015.

d. Hojas de seguridad del producto que generó el residuo y Resolución 1511 de 2010.

8

Los elementos de protección individual (EPI) para aquellas personas que manipulen mercurio o productos que lo contengan incluyen:

a. Traje de protección ante químicos, mascarilla respiratoria con filtro, guantes.

b. Traje impermeable con filtro, cinturón de seguridad, delantal antifluído.

c. Mascarilla respiratoria con filtro, guantes, cinturón de seguridad.

d. Traje de protección ante químicos, traje de protección ante químicos, delantal antifluído.

9

El residuo de mercurio que es específico del sector salud es:

a. Mercurio elemental.

b. Residuos de amalgamas dentales.

c. Aparatos contaminados con mercurio.

d. Bombillas fluorescentes.

10

Seleccione aquella frase que es falsa.

a. Las condiciones del almacenamiento interno dependen del tipo de producto con mercurio que genera el residuo.

b. Las amalgamas deben ser almacenadas en un recipiente primario que sea fácil de abrir, con cierre hermético a prueba de fugas.

c. De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, el almacenamiento externo de residuos con mercurio no requiere licencias ni requisitos de registro.

d. El vehículo para el transporte de mercurio debe cumplir con todas las regulaciones contempladas en el Decreto 1079 de 2015.

11

Seleccione aquella frase que es verdadera.

a. De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, el almacenamiento externo de residuos con mercurio no requiere licencias ni requisitos de registro.

b. Las amalgamas deben ser almacenadas en bolsas plásticas debidamente etiquetadas y de acuerdo con el código de colores normativo.

c. Los establecimientos de salud únicamente pueden realizar almacenamiento externo de los productos de mercurio residuales.

d. Las condiciones del almacenamiento interno dependen del tipo de producto con mercurio que genera el residuo.

12

El mercurio elemental se encuentra en el siguiente nivel de riesgo:

a. Nivel 1.

b. Nivel 2.

c. Nivel 3.

d. Nivel 4.

13

La limpieza de desechos de mercurio se encuentra en el siguiente nivel de riesgo:

a. Nivel 1.

b. Nivel 2.

c. Nivel 3.

d. Nivel 4.

15

Las amalgamas dentales se encuentran en el siguiente nivel de riesgo:

a. Nivel 1.

b. Nivel 2.

c. Nivel 3.

d. Nivel 4.

14

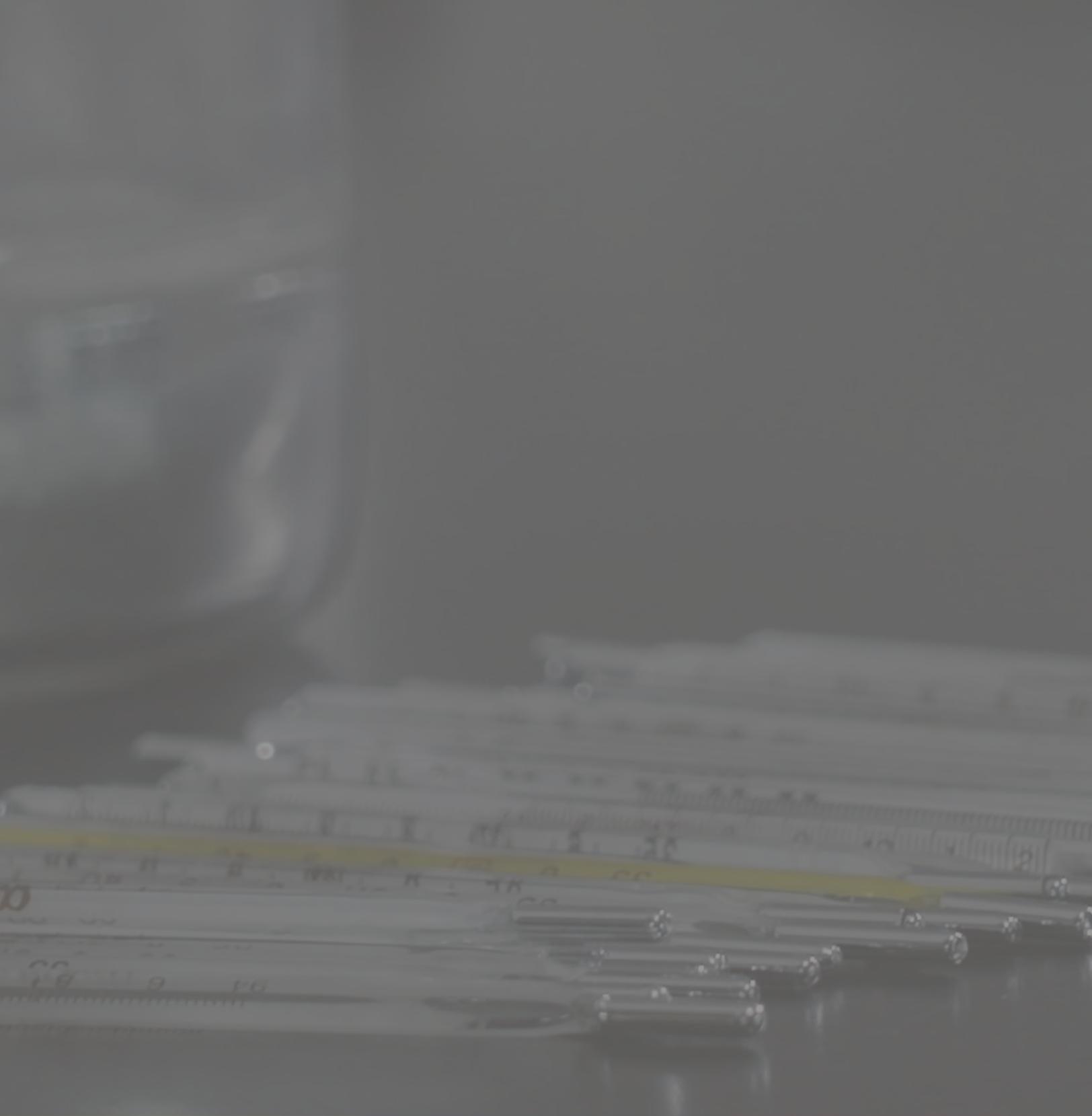
Los termómetros de mercurio se encuentran en el siguiente nivel de riesgo:

a. Nivel 1.

b. Nivel 2.

c. Nivel 3.

d. Nivel 4.



**MINISTERIO DE AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE**

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Bogotá D. C., Colombia
www.minambiente.gov.co

Publicación financiada por:

