

# Tema I. Introducción y Conceptos Básicos

## El Mercurio y sus propiedades fisicoquímicas

- El mercurio es un elemento que está presente de forma natural en el aire, el agua y los suelos.
- Tiene un color plata brillante.
- Su estado es líquido a temperatura de ambiente.
- Tiene una temperatura de fusión de  $-38,9^{\circ}\text{C}$  y su temperatura de ebullición es  $357,3^{\circ}\text{C}$ .
- Peso específico es  $13,6 \text{ g/cm}^3$  ( $0^{\circ}\text{C}$ )
- Mercurio metálico debido a su alta presión de vapor ( $163 \times 10^{-3}\text{Pa}$ ), evapora fácilmente a temperatura ambiental.
- El mercurio fácilmente se disuelve compuestos inorgánicos tales como: ácido nítrico y a temperaturas altas en ácido sulfúrico, ácido clorhídrico que forman sales de mercurio.
- El mercurio metálico se disuelve en compuestos orgánicos tales como: ácidos orgánicos.

## Efectos a la salud por exposición de mercurio

Algunos de los efectos a la salud producto de la exposición de mercurio (incluso a pequeñas cantidades) son:

- Efectos negativos para el desarrollo intrauterino de los bebés y en sus primeras etapas de vida.
- Es potencialmente tóxico para el sistema nervioso e inmunitario, el aparato digestivo, la piel y los pulmones, riñones y ojos.
- Esta en la categoría de la Organización Mundial de la Salud entre los 10 grupos de productos químicos que causan problemas de salud pública.

La exposición del ser humano puede ser por medio de las siguientes vías:

- Consumo de pescado y mariscos contaminados con metilmercurio (compuesto orgánico).
- Existe una diferencia importante entre el metilmercurio y el etilmercurio. El etilmercurio se utiliza en vacunas y no presenta un riesgo para la salud.

## Efectos al ambiente por las liberaciones de mercurio

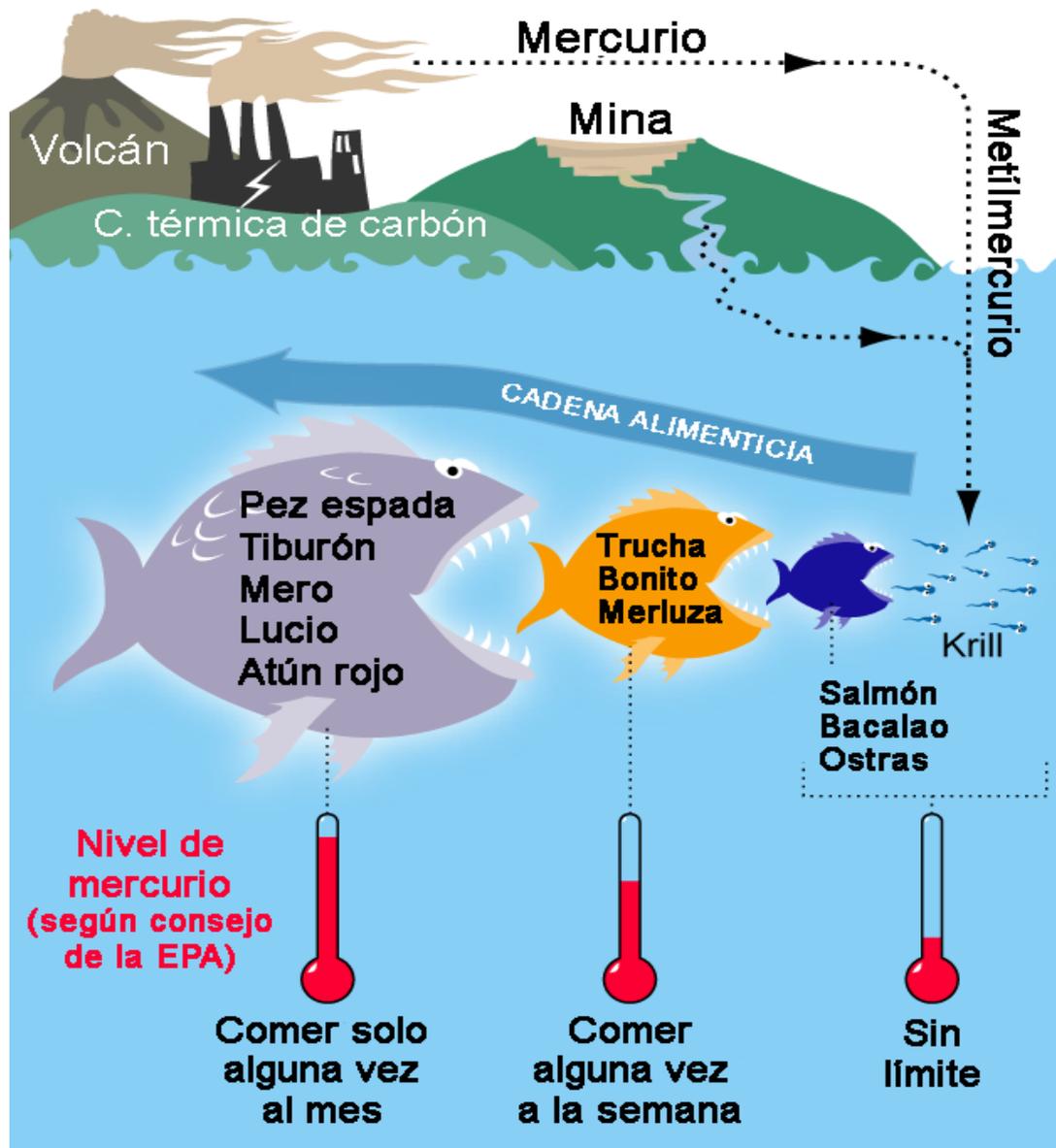
- El mercurio tiene las características de ser persistente, se bioacumula y es un contaminante tóxico.
- Normalmente es liberado al ambiente de tres maneras principalmente.
  1. Por medio de la actividad volcánica, la erosión de las rocas y fuegos forestales y de suelos.
  2. Como resultado de las actividades del ser humano tales como: el uso de combustibles fósiles, la quema de desechos municipales y médicos.
  3. Producto de procesos naturales como la evaporación del agua de los océanos.
- La mayor afectación se produce en los peces que son una fuente alimenticia de los pájaros y otros animales y causa importantes daños a la salud de estas especies.
- Un efecto de la liberación de mercurio en el ambiente es su acumulación en el agua depositada en sedimentos que son lugares en que los peces se alimentan y luego esto se transfiere al ser humano por medio de la cadena alimenticia.
- La contaminación por mercurio es un problema significativo para el ambiente y la salud pública

## Peligros de salud e impacto ambiental

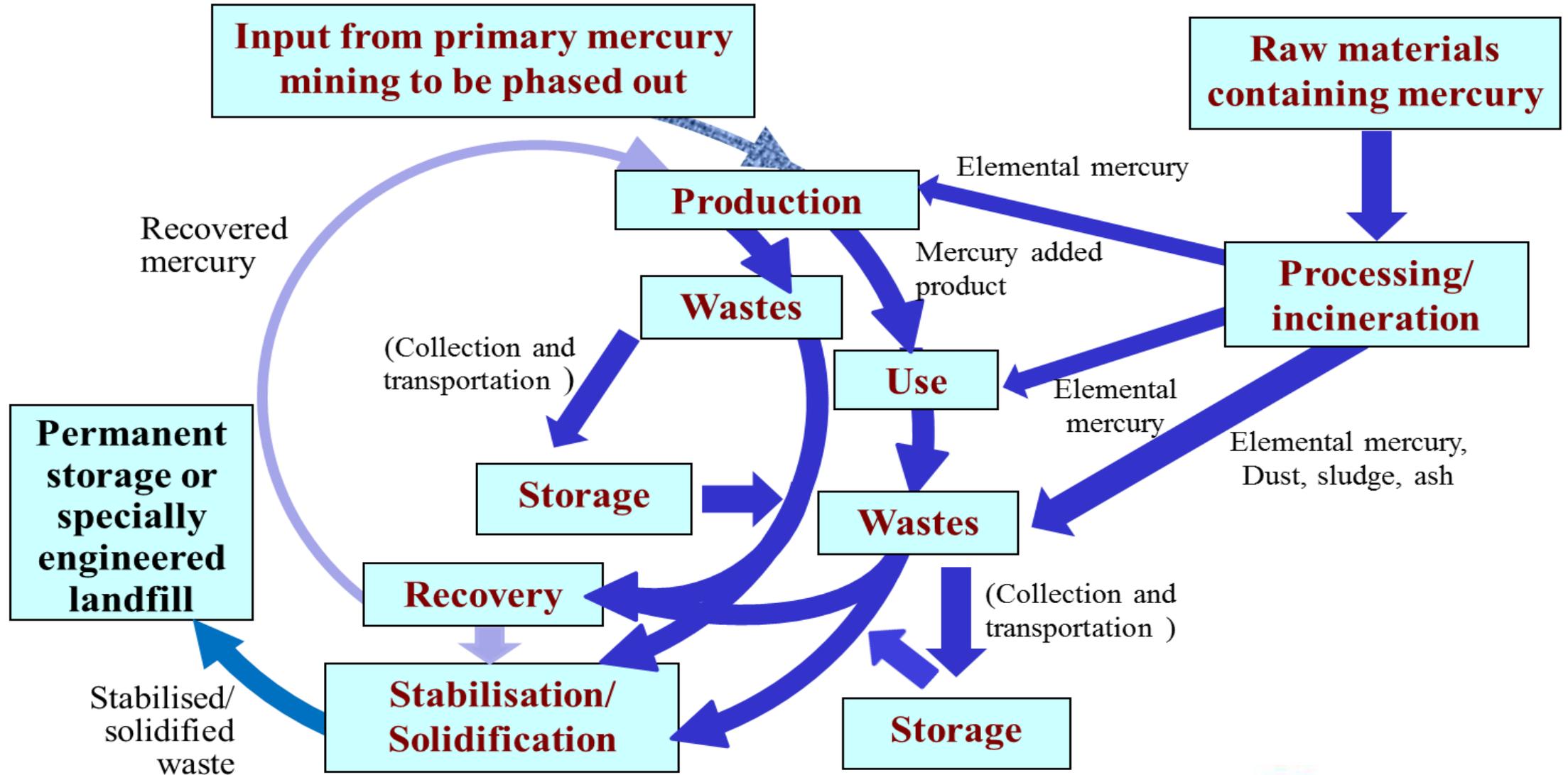
Los posibles impactos a la salud y el ambiente se dan por diversas razones que debemos de cuidar.

Algunas de estas razones son las siguientes:

- Derrames por manejo inadecuado
- Equipo de protección personal inadecuado
- Accidente de tránsito
- Disposición final inadecuada (enterramiento o incineración no controlada)
- Errores en las instalaciones de disposición final
- Falta de entrenamiento del personal



# El Ciclo de Vida del Mercurio



## Productos con mercurio añadidos

El Convenio de Minamata indica que los productos con mercurio añadidos son los siguientes:

1. Baterías
2. Lámparas fluorescentes
3. Cosméticos (con un contenido de mercurio superior a 1 ppm). Aquí se incluyen jabones, crema para aclarar la piel.
4. Aparatos de medición no electrónicos (barómetros, higrómetros, manómetros, termómetros, y esfigmomanómetros).
5. Amalgama dental
6. Plaguicidas, biocidas y antisépticos de uso tópico.

## Desechos de mercurio

La lista completa de los desechos que contienen mercurio se encuentra en el Convenio de Basilea, en el Anexo VIII, Lista A.

Para enumerar algunos tenemos los siguientes ejemplos:

1. Desechos consistentes en mercurio elemental (mercurio elemental recuperado de residuos que lo contenían o estaban contaminados con él y stocks de mercurio elemental clasificados como desechos)
2. Desechos conteniendo mercurio (desechos de productos con agregado de mercurio)
3. Desechos de productos con agregado de mercurio que fácilmente lo liberan al ambiente (termómetros y lámparas fluorescentes conteniéndolo)
4. Desechos de productos con agregado de mercurio diferentes de B-1 (pilas y baterías)
5. Desechos estabilizados solidificados que contienen mercurio que resultan de la estabilización o solidificación de desechos consistentes en mercurio elemental.
6. Desechos contaminados con mercurio (generados en procesos mineros, industriales o de tratamiento)

## Tema II. Manipulación, separación, recolección, etiquetado y almacenamiento de mercurio y desechos de mercurio.

Para la **gestión ambientalmente segura** de los desechos de mercurio es importante recordar:

- no mezclar el desecho de mercurio con otros desechos
- no depositarlos en rellenos sanitarios
- no utilizar procesos de co-incinerados sin controles y limpieza de gases de combustión dedicados
- Tratarlos para extraer el mercurio o para inmovilizarlo de una manera ambientalmente racional.

## Tema II. Manipulación, separación, recolección, etiquetado y almacenamiento de mercurio y desechos de mercurio.

### Manipulación y recolección

La manipulación es muy similar a otros desechos peligrosos pero si se debe de recordar, como se explico en las propiedades fisicoquímicas, que tiene una gran movilidad.

Se debe prevenir la evaporación y el derrame de mercurio al medio ambiente.

Los contenedores deben de ser herméticos a gases. En el caso particular de mercurio líquido pueden ser de diferentes tamaños: 2.5L, 1 tonelada, 2 toneladas entre otros.



**BATREC**

Swiss quality recycling solutions

 **VEOLIA**  
ENVIRONNEMENT

## Tema II. Manipulación, separación, recolección, etiquetado y almacenamiento de mercurio y desechos de mercurio.

El personal que está en los procesos de manipulación, separación y recolección deben de utilizar el Equipo de Protección Personal (EPP) o Individual (EPI) que corresponde.

Al lado tenemos algunos ejemplos de estos tipos de EPP.

En el tema 5 Seguridad ocupacional tenemos una explicación más detallada sobre este tema.



## Tema II. Manipulación, separación, recolección, etiquetado y almacenamiento de mercurio y desechos de mercurio.

La manipulación de los productos con mercurio añadido tales como lámparas fluorescentes, termómetros y dispositivos eléctricos y electrónicos debe ser segura para prevenir la rotura o el daño a los mismos. Esto tendría como impacto el derrame del mercurio al ambiente.

### Recolección de otros tipos de desechos con mercurio.

Desechos que contienen mercurio se transportan en paquetes apropiados (tales las cajas originales o en contenedores cerrados que evita que se quiebren y liberen el mercurio



**Desechos líquidos contaminados con mercurio** se empacan en contenedores apropiados, los cuales se colocan en bandejas de contención. **Desechos sólidos contaminados con mercurio** se almacenan en contenedores sellados, contenedores de metal o en contenedores individuales contruidos para este propósito.



## Pautas generales para el empaque para lámparas fluorescentes

1. Las lámparas deben envasarse en recipientes que protejan las lámparas durante el almacenamiento y el transporte. Los recipientes aceptables incluyen: cajas de cartón, tambores de fibra o las cajas de cartón originales del fabricante.
2. Las cajas que se diseñan para transportar las lámparas pueden también incluir un trazador de líneas polivinílico.
3. Coloque las lámparas cuidadosamente en el recipiente para evitar que se rompan.
4. No se requieren insertos tipo cajón para huevos, pero las cajas y los tambores deben llenarse para evitar el exceso de movimiento de las lámparas durante el transporte, sin dejar espacio vacío.
5. Los extremos de la caja deben estar asegurados con cinta adhesiva. Se recomienda una cinta de PVC de tres pulgadas

Types of Straight Fluorescent Lamps



T12 = 1.5" diameter



T8 = 1" diameter



T5 = .5" diameter

## Cómo paletizar lámparas para su transporte

Las lámparas paletizadas aseguran correctamente no sólo el cumplimiento de las regulaciones de transporte de materia peligrosa, sino que también disminuye los costos optimizando la capacidad de carga.

Los pallets se deben utilizar para almacenar las lámparas y para cargar el camión con la ayuda de una carretilla elevadora y de un muelle de cargamento. Los cartones y los tambores de la lámpara se pueden cargar en las plataformas en el camión y, en caso de necesidad, se cargan manualmente en las plataformas para maximizar capacidad de la carga.

Las cajas de lámparas de 4 pies deben apilarse en capas, en la misma dirección para minimizar los tamaños de paletas y maximizar la capacidad del camión.

Estos son algunos ejemplos de la carga correcta e incorrecta de empacar lámparas

Incorrect



Not Properly Stacked  
Not shrink-Wrapped  
Bulbs Exposed

Incorrect



Bulbs Exposed

Correct



48" High  
Properly Stacked  
Ends Sealed  
No Lamp Exposed  
Shrink-wrapped

## La carga de contenedores con mercurio líquido para su exportación a la estabilización en BATREC- Suiza.

Otro tipo de carga de mercurio es cuando esta en estado líquido, por ejemplo producto de la actividad minera.

Este procedimiento utiliza los siguientes elementos:

1. **Equipo:** monta carga, pallets de madera, carrito de pallets, equipo para instalar flejes, etiquetas para los contenedores marítimos, un kit para derrames, una ducha de emergencia, una botella para lavar los ojos, un kit de primeros auxilios y un extinguidor de incendios.
2. **Equipo de protección personal (EPP).** Trajes Tyvek tipo 5/6 traje completo con gorro con elástico en los puños y los tobillos, guantes, botas de seguridad, y protección para los ojos.

**Nota:** siempre que sea posible, el área se debe ventilar para maximizar la dilución atmosférica de cualquier vapor de los recipientes rotos o con fugas antes y durante las operaciones.

## La metodología a seguir para la carga de un contenedor marítimo con contenedores de mercurio líquido: La secuencia de actividades se deben completar en el orden especificados.

1. Preparación de todo el equipo
2. Revise que el contenedor cuenta con un certificado actualizado
3. Poner y comprobar el EPI-batas, guantes, zapatos de seguridad, protección de los ojos.
4. Compruebe la estanqueidad de los pernos de fijación.
5. Coloque el contenedor Merkur (contenedor para mercurio líquido) en el centro de una tarima.
6. Asegúrelo con 2 correas envueltas alrededor del cuello del recipiente y perpendiculares entre sí.
7. Use el montacargas para colocar el recipiente (Merkur).
8. Coloque el pallet en su lugar en el contenedor.
9. Apuntalar el espacio entre los dos contenedores Merkur y los lados del contenedor con madera.
10. Continúe hasta que cargue el contenedor con 10 paletas/20 toneladas poniendo madera en todos los espacios.

En todos los casos, debe tenerse en cuenta la distribución del peso y el aseguramiento adecuado de los envases antes del envío de los contenedores.

Los carteles de advertencia de peligro deben fijarse a los recipientes de acuerdo con el Código IMDG.

Las listas de empaque de contenedores, las notas de mercancías peligrosas y la documentación de TFS deben ser completadas antes del embarque y deben viajar con los desechos.

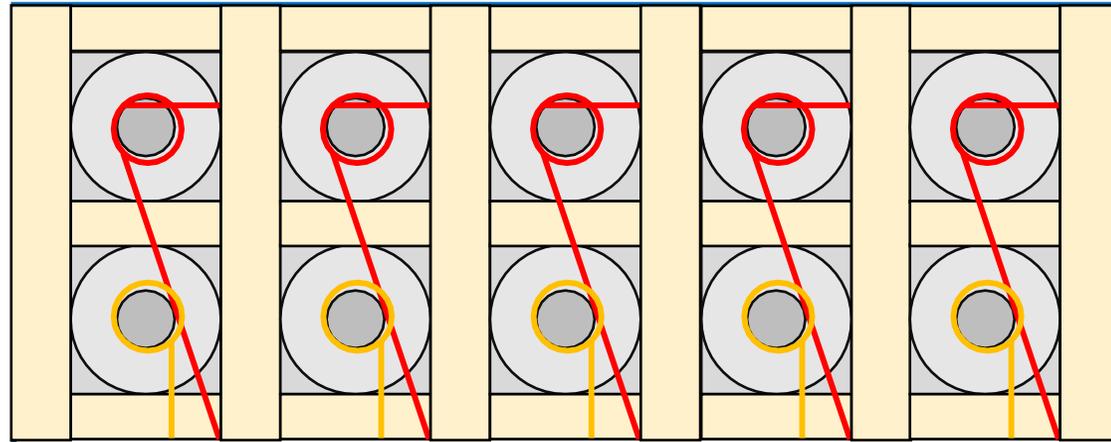
## Concepto de empaque: contenedores maritimos llenos

### Contenedor de 20 pies : 10 contenedores con Hg

largo: 5.898 m

ancho: 2.352 m

Las líneas rojas y amarillas son amaras.



## El etiquetado

El etiquetado apropiado también es importante, entre otros, para ayudar a separar los desechos de mercurio de otros desechos y asegurar que los peligros de los desechos se comuniquen claramente durante el transporte. Esto significa que los contenedores tienen los pictogramas de peligro relevantes del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS) 66 (ver Recuadro 18) y tienen una marca distintiva que indica, entre otros:

- Contiene mercurio “tóxico”
- Tipo de desecho de mercurio
- Origen
- Peso
- Resistencia a golpes

Estas son las etiquetas que debe llevar un transporte de mercurio.



Box 18: Labelling



## El almacenamiento de desechos de mercurio

Los desechos de mercurio a menudo necesitan ser almacenados en algún lugar donde puedan ser movidos / recuperados fácilmente antes de ser enviados para operaciones de valorización u operaciones de eliminación.

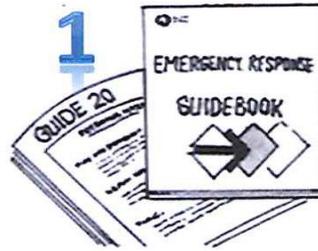
Dicho almacenamiento puede estar limitado en el tiempo, según lo permiten las normas nacionales (entre 6 meses y 1 año máximo).

Debe realizarse de manera ambientalmente racional para evitar la contaminación del medio ambiente de conformidad con los requisitos estipulados por las leyes nacionales e internacionales pertinentes, incluido el Convenio de Minamata, cuando corresponda.

**El criterio general para las operación y seguridad** incluye, entre otros:

- Que los desechos de mercurio estén almacenado seperados de otros desechos
- Contar con un inventario completo; hacer monitoreo regularmente, auditoria e inspecciones
- El local debe mantenerse bajo seguridad de robo; tener una area de acceso restringido
- Contar con personal capacitado; tener una alarma contra incendio y un Sistema supresión; plan de emergencia; instrumentos detectores de vapores

# Contención de derrames: A continuación se ilustra el proceso para la contención de derrames.



1 Use the Risk Assessment to determine the risks to human health and the environment. Always put safety **FIRST** by identifying the spilled material and assuming the worst case scenario.



2 Choose suitable PPE to respond to the spill. Veolia will consult the MSDS and inform staff members of what PPE is required.



3 Working quickly and efficiently is essential. Limit the damage by covering drains and diverting liquids where possible.

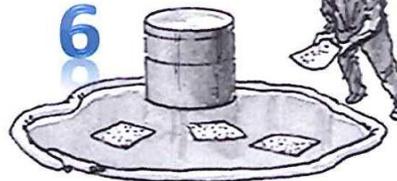


4 After the spill is confined, it is important to stop the source of the spill. Your Veolia Project Manager will ensure damage packages are contained.



8 Complete all necessary paperwork. Spill materials may need to be replaced before work can continue. Veolia will discuss with workers if the Risk Assessment needs to be changed.

Decontaminate the site, personnel and equipment by removing/neutralising the hazardous materials. This process may involve the removal of some contaminated ground.



6 Spill materials will be used to absorb the spilled material. Once materials are contaminated, these shall be treated as hazardous and will need to be disposed of as such.



5 The Veolia Project Manager will now take some time to reassess the incident and implement control measures. The Risk Assessment and Method Statement may need to be amended.

## Managing a Mercury Spill

➤ Personal protective equipment (PPE) needed to clean a spill:

- A pair of rubber or nitrile gloves
- Safety goggles or protective eyewear
- Coveralls, apron, and other protective clothing
- Disposable shoe covers
- Respiratory protection (see next slide)



## Tema 3. Transporte de desechos de mercurio

**Transporte:** Antes de realizar un proceso de transporte, es necesario desarrollar e implementar planes de contingencia para prevenir / minimizar los impactos ambientales asociados con derrames, incendios y otras posibles emergencias. Los procedimientos de aceptación del envío de desechos y los controles de consistencia son claves para el transporte exitoso de desechos de mercurio.

Durante el transporte se debe observar las siguientes medidas de seguridad

- Pallets inspeccionados; tambores y pallets amarrados para mayor estabilidad; sellado y sujetado al contenedor de transporte
- Transportistas certificados para transportar desechos peligrosos
- Control estricto en la recepción, incluyendo el control de vapores (límite de  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). En agua (límite de  $0,002\text{ mg}/\text{L}$ ). En urina (límite  $50\text{ng}/\text{mL}$ ). En sangre (límite  $15\text{ng}/\text{mL}$ ).



## Aceptación y control

Al llegar a las instalaciones de tratamiento, almacenamiento o eliminación, los desechos de mercurio se deben someter a una inspección.

La misma incluye medición de vapor y el análisis químico. Si no se cumplen los criterios de aceptación (por ejemplo, porque hay sustancias no declaradas en los residuos), los residuos se envían de vuelta al propietario. Los trabajadores deben usar equipo de protección personal (respiradores y ropa de protección).

Los transportes internacionales deben realizarse cumpliendo con el protocolo del Convenio de Basilea.

## La trazabilidad de los desechos de mercurio

La trazabilidad a lo largo de la cadena de logística ayudará a garantizar que no se desvíen para usos ilegítimos o se eliminen de manera inadecuada.

La trazabilidad es un enfoque que permite identificar y registrar todas las actividades de gestión de residuos peligrosos desde la generación hasta la eliminación.

Idealmente, los desechos de mercurio se pueden rastrear a lo largo del ciclo de vida, incluso después de la eliminación.

La trazabilidad se aplica a las partes relevantes en la parte superior (por ejemplo, generadores de residuos) y en la parte posterior (por ejemplo, transportadores, recicladores, eliminadores).

# Tema 4. Disposición final de desechos con mercurio

- **Presentación video de BATREC.**
- **Presentación de tratamiento de BATREC.**



[Batrec en YouTube](#)

## Tema 5. Seguridad Ocupacional

# Equipo de protección personal (EPP)







**BATREC**

Swiss quality recycling solutions



# Introducción

1. En qué consiste un EPP?
2. Por qué “molestarnos” en usarlo?
3. Aspectos a considerar
4. Tipos de ropa protectora
5. Otros factores que afectan a la selección de un EPP
6. Cuándo debe usarse un EPP

# Qué es un Equipo de Protección Personal- EPP o EPI



- Es la línea final de protección contra un peligro
- Protección contra un peligro físico- ej. Casco o botas de seguridad
- Protección contra un peligro químico- ej. Guantes o máscara para vapores
- Permite a los operarios realizar tareas de forma segura en un entorno peligroso.

# Por qué “molestarnos”?

- Para evitar la exposición innecesaria
- Al acceder a un depósito de residuos necesitamos equipos de protección
- Es una forma de protegernos
- Y es una forma de no llevarnos el peligro a casa

# ¿Cómo entran los venenos al cuerpo?

- Pregunta:
  - Cómo entra un veneno en el cuerpo?
- Respuesta:
  - inhalación
  - ingestión
  - absorción
- Objetivo:
  - Evitar la exposición a ser posible en toda instancia
- Realidad:
  - Al llevar a cabo las tareas de inventariado y manipulación, los operarios entraran en contacto con los productos químicos

# Factores a tener en cuenta antes de utilizar EPP

- Identificar el tipo de peligro
- Establecer el nivel de peligrosidad (clase OMS)
- Identificar efectos en el cuerpo
- Identificar las potenciales vías de ingreso en el cuerpo
- Evaluar la probabilidad de exposición (RIESGO)
- ¿Cuál es la duración de la exposición?

# Otros factores que influyen en la elección del EPP

- Periodos y turnos de trabajo
- Tiempo de uso efectivo
- Tiempo de uso pasivo
- Estado físico del operario
- Comunicación
- Movilidad
- Entorno laboral (condiciones del puesto)
- Transpiración
- Contaminación
- Compatibilidad ( con otros EPP)

# Tipos de Equipos de Protección

- Reutilizables:

- Fácilmente disponibles
- Precio moderado
- Necesitan limpieza y mantenimiento
- Riesgo de llevar el peligro a casa
- Pueden no ser adecuados para todos los materiales
- Pueden ser incómodos o calurosos

- Desechables:

- Pueden tener que ser importados
- Precio más elevado
- Son de un solo uso o bien para una duración definida
- No hay mantenimiento
- No hay limpieza
- Se pueden seleccionar en base a la situación y al riesgo determinado
- Diversos proveedores

# Resumen

- Los EPP se necesitan frecuentemente para la manipulación de mercurio.
- Hay normas internacionales que regulan la efectividad de los EPP
- El EPP no es la primera línea de defensa.