

El mercurio,

la salud y el medio ambiente



Por una minería de oro libre de mercurio

El mercurio, la salud y el medio ambiente

Compilación:

Ing. Omar Huici

Ing. Gustavo Mamani

Ing. Juan Carlos Almanza

Diseño e impresión

multimedialcom@gmail.com

© PLAGBOL

Abril de 2022, Santa Cruz - Bolivia.

Índice

Cartilla didáctica

Pág.

Introducción	5
El Mercurio (Hg)	6
Uso del mercurio en la minería de oro	7
El mercurio y la salud	9
El mercurio y el medio ambiente	12
El mercurio y su solución	14

Manual de procedimiento

Pág.

Manual de procedimiento con mercurio	16
Procedimiento de amalgamación de concentrado de oro	17
Procedimiento para la quema segura del mercurio	20
Procedimiento de activación del mercurio	22
¿Cómo diferenciar el mercurio sin activar y el mercurio activado?	23
Procedimiento para limpiar el mercurio residual del oro esponja y separación del mercurio de la amalgama	24



Introducción

El mercurio fue uno de los primeros metales conocidos, y que ha sido utilizado desde hace mucho tiempo, en diversos productos de uso diario; así como también en procesos industriales. Sin embargo, a pesar de tantos usos que tiene el mercurio, hoy en día, su uso ha sido restringido y en muchos casos hasta prohibido, esto, por ser considerado uno de los diez metales más tóxicos para el hombre.

Existen suficientes evidencias sobre los daños que causa el mercurio en la salud de las personas y en medio ambiente, conocer cuáles son esos daños nos ayudarán a entender el por qué se tomó la decisión de restringir y/o prohibir su uso.

En la presente cartilla mostraremos de manera clara los diversos daños que causa el mercurio en la salud humana y en el medio ambiente.

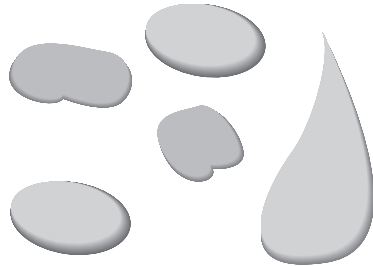
Aprende y comparte.

El Mercurio (Hg)

¿Qué es el Mercurio?

El mercurio se genera de manera natural en el medio ambiente.

El mercurio en su forma pura es un metal pesado, plateado que a temperatura ambiente es un líquido inodoro, es decir que no tiene olor. También es conocido como azogue o plata líquida.



¿Qué usos tiene el mercurio?

El mercurio se encuentra en diversos productos de uso cotidiano, tales como termómetros, tensiómetros barómetros, focos ahorradores, lámparas fluorescentes y otros más.

Además de estos usos, el mercurio también se utiliza en algunos procesos industriales como, por ejemplo, en procesos industriales que producen cloro y en la minería de oro y de plata, y es en la minería de oro donde se utilizan grandes cantidades

Por su peligrosidad en productos como, en los termómetros y tensiómetros, el mercurio ha sido eliminado y reemplazados por otras alternativas.

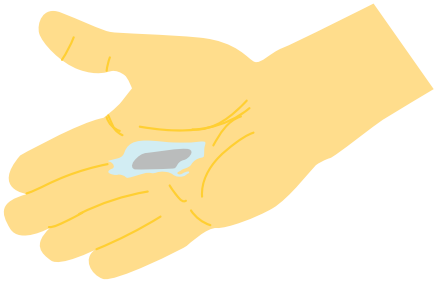
Uso del mercurio en la minería de oro

¿Cómo se usa el mercurio en la minería de oro?

En la minería de oro, se utiliza para separar y extraer el oro de las rocas, piedra o arena en las que se encuentra, ya que el mercurio se adhiere (se pega) al oro, formando una amalgama que facilita su separación.



Entre las técnicas usadas para la recuperación del oro están:



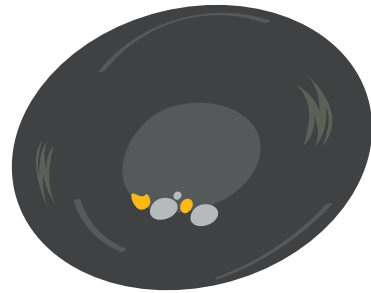
1. Amalgamación de todo el mineral.

En este proceso se añade mercurio a todo el mineral bruto que sale de interior mina, especialmente durante la etapa de molienda (molinos de bolas o trapiches).

Esta técnica es la más contaminante del mercurio. En muchos casos sólo el 10% del mercurio agregado al barril o a la batea se combina con el oro para producir la amalgama, el resto (el 90%) sobra y debe retirarse y reciclarse, o se libera en el medio ambiente.

2. Concentración gravimétrica o “cribado”.

En este proceso el oro se concentra con las partículas más pesadas (material) en la batea, y el agua se lleva las partículas más livianas. Luego se agrega mercurio al concentrado para amalgamar o juntar las partículas finas de oro.



Esto es mejor que amalgamar todo el mineral. En muchos casos se pierde entre el 10% y el 15% del mercurio usado.



3. Quemado de la amalgama.

En este proceso lo más habitual de ver es la quema de mercurio en platos de metal, cazuelas, directamente a la intemperie con algún quemador para separar el oro del mercurio, también lo realizan en habitaciones donde se tenga alguna cocinilla que pueda quemar el mercurio.

Otras personas usan retortas o campanas extractoras de vapores de mercurio que es lo más aconsejable tanto para la salud y el medio ambiente y especialmente para recuperar el mercurio.

Cuando esto se hace sin usar una retorta o una campana extractora de gases de mercurio, los vapores de mercurio escapan al aire y son inhalados por los mineros, sus familias y demás personas que se encuentren cerca, además de contaminar el ambiente por los vapores que se eliminan.

PARA TOMAR EN CUENTA

Las tres técnicas mencionadas causan daños en la salud de las personas como en el medio ambiente, la diferencia entre ellas es que una causa o es más peligrosa que la otra.

El mercurio y la salud

El mercurio es un metal pesado y su presencia en el cuerpo humano a partir de ciertos niveles/cantidades resulta peligroso.

¿Cómo ingresa el mercurio al cuerpo?

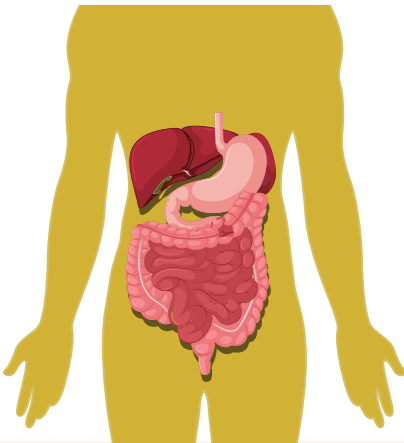
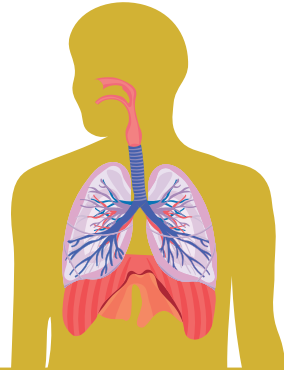
El mercurio ingresa al cuerpo por tres vías:

- 1) respiratoria
- 2) digestiva
- 3) cutánea.

1. Vía Respiratoria.

El mercurio ingresa al cuerpo por la nariz, al respirar los vapores del mercurio, por ejemplo, cuando amalgamos el oro.

Esta se convierte en la principal vía de ingreso, ya que nuestro organismo retiene entre el 75 y 85% del mercurio inhalado.

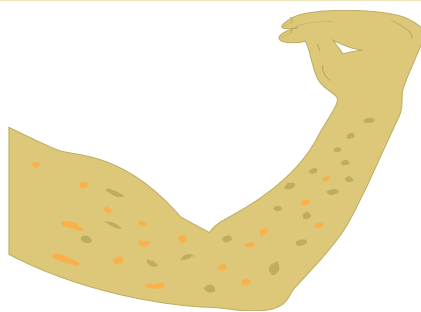


2. Vía Digestiva.

Quiere decir que el mercurio ingresa al cuerpo por la boca, por ejemplo, cuando consumimos alimento contaminado con mercurio. Esta vía de ingreso es la que tiene mayor importancia, ya que el ingreso del mercurio al cuerpo también puede darse en la población no expuesta al consumir pescado contaminado.

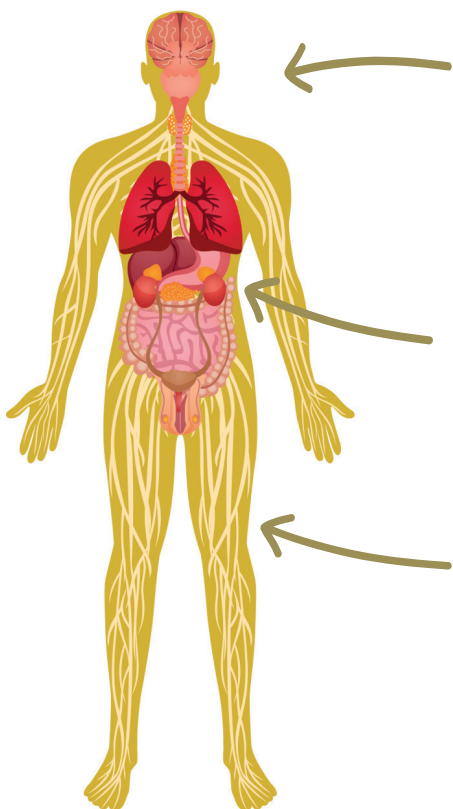
3. Vía Cutánea.

Quiere decir que el mercurio ingresa al cuerpo por la piel. Aunque esta vía de ingreso no es tan probable, a partir de una piel contaminada el mercurio puede ingresar al cuerpo por inhalación.



¿Qué daños causa el mercurio en la salud de las personas?

El ingreso de mercurio por la **nariz** puede:



Provocar desórdenes en los nervios y de comportamiento, tales como ser temblores, inestabilidad emocional, insomnio, pérdida de memoria y dolores de cabeza.

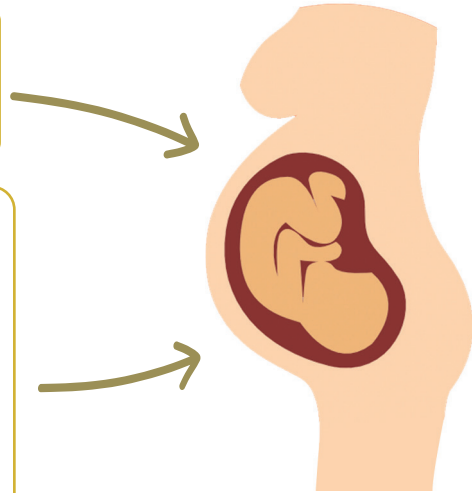
Dañar los riñones y la tiroides. También se han registrado fallecimientos debidos a altas exposiciones.

Causar cáncer, sin embargo, en estos momentos no hay pruebas suficientes para decir que el mercurio cause cáncer a los seres humanos.

El ingreso de mercurio por la **boca** puede:

Dañar el cerebro y el sistema nervioso del bebé, a la larga afecta a la memoria y la capacidad de concentración.

El primer grupo vulnerable a los efectos del mercurio son los fetos en desarrollo, cuando la madre consume pescado contaminado o inhala mercurio puede dañar el cerebro y el sistema nervioso, a la larga afecta la memoria, la capacidad de concentración y para hablar.



El consumir alimentos contaminados con mercurio, es un gran riesgo para la salud, ya que es fácilmente absorbido por el cuerpo a través del estómago y los intestinos.

PARA TOMAR EN CUENTA

Todas las personas corremos el riesgo de sufrir daños a causa del mercurio, pero hay dos grupos que son los más vulnerables o los que corren mayor riesgo, en primer lugar, están los bebés que se están formando en la barriga de las mamás y, en segundo lugar, están las personas expuestas de forma continua como son los mineros.

El mercurio y el medio ambiente

El mercurio siempre ha estado presente en nuestro medio ambiente, pero en cantidades pequeñas, y no como ahora, que cada vez hay más y más mercurio en nuestro medio ambiente.



Hoy en día los niveles de mercurio en la atmósfera son hasta 500% más, comparado a los niveles que había antes.

¿Cómo se libera el mercurio en el medio ambiente?

El mercurio se libera en el medio ambiente por causas naturales como son los incendios forestales y las erupciones volcánicas, pero son las actividades humanas las que más mercurio liberan en el medio ambiente.

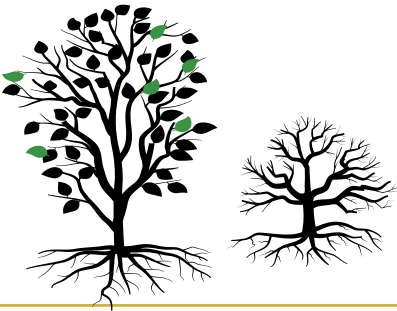
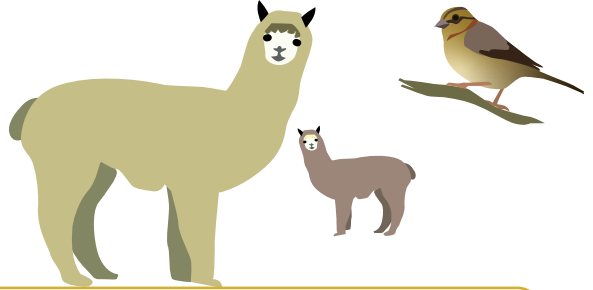


Una de las actividades que más mercurio libera en el medio ambiente es la minería artesanal y de pequeña escala de oro.

¿Qué daños causa el mercurio en el medio ambiente?

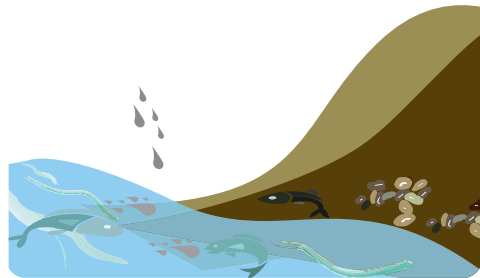
La mayoría del mercurio que es liberado en el medio ambiente terminará en el suelo o en el agua, y a partir de niveles/cantidades muy pequeños resulta peligroso para la vida de los animales y de las plantas.

En los animales el mercurio causa daño en los riñones, en el estómago y en la reproducción y alteración del ADN.



En las plantas el mercurio causa daños a la raíz y después, poco a poco llega a dañar toda la planta, perjudicando su crecimiento e incluso puede llegar a matarla.

El mayor efecto negativo de la contaminación ambiental es la que se produce **en los ríos**, lagos y océanos, ya que el mercurio puede ser ingerido fácilmente por los animales y peces y de esta manera, llegar a las personas y producir envenenamiento.



PARA TOMAR EN CUENTA

El mercurio nunca desaparece del ambiente, asegurando que la contaminación de hoy será un problema en el futuro.

El mercurio y su solución

El mercurio es un problema grande, y que necesita ser resuelto ya que muchos de los daños que causan en la salud de las personas como en el medio ambiente, pueden ser irreversibles.

¿Qué se está haciendo para dar solución al problema del mercurio?

Desde hace muchos años atrás, el mundo anda preocupado por el problema del mercurio y una de las mayores respuestas para buscar la solución a este problema fue el convenio de MINAMATA.



El convenio de MINAMATA entró en vigor el 16 de agosto de 2017, y es un tratado mundial para proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos adversos del mercurio.

Los aspectos más destacados del Convenio de Minamata se tienen:

- La prohibición de nuevas minas de mercurio.
- La eliminación gradual de las minas existentes y la reducción del uso del mercurio en una serie de productos y procesos industriales.
- La promoción de medidas de control de las emisiones a la atmósfera y de las emisiones a la tierra y al agua.
- La regulación inexistente del sector de la minería artesanal y a pequeña escala.
- El Convenio también se encarga del almacenamiento provisional de mercurio y su eliminación una vez que se convierte en residuo, los puntos contaminados de mercurio y temas sanitarios.

Además de esto, hay que:

- Difundir información sobre las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales y sobre la conversión de procesos que utilizan mercurio a procesos que no lo utilizan.
- Fortalecer el desarrollo de inventarios nacionales de mercurio.
- Crear conciencia pública y apoyar la difusión de los riesgos asociados al mercurio.
- Difundir información sobre la gestión adecuada del mercurio.

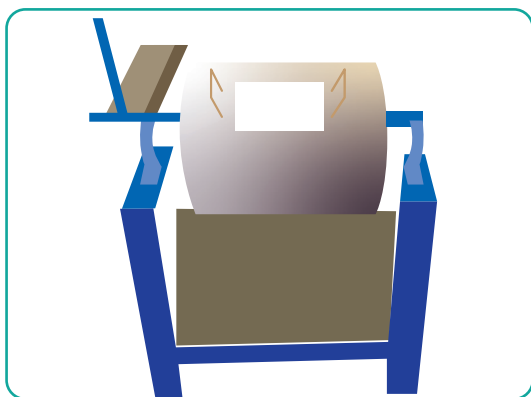
Por todo esto, si queremos buenos resultados, la contaminación por mercurio debe enfrentarse, con acciones que impulsen la reducción a nivel nacional, regional y mundial, y con la participación de todos y cada uno de nosotros

Manual de procedimientos con mercurio

(Amalgamación, quema en retortas, activación del mercurio y disolución de mercurio con ácido nítrico)

PROCEDIMIENTO DE AMALGAMACIÓN DE CONCENTRADO DE ORO

Para lograr una buena amalgamación del concentrado es necesario hacer que el oro entre en contacto con el mercurio.



Insumos requeridos para la amalgamación.

- Concentrado de oro obtenido de algún proceso de concentración (concentrado de mesas, concentrado de alfombras o de algún dispositivo de concentración).
- Tambor amalgamador para poder realizar la amalgamación.
- Mercurio activado y listo para la amalgamación.
- Hidróxido de sodio (soda cáustica) o detergente.

Paso previo en función al tipo de concentrado.

Dependiendo del tipo de concentrado, si es un concentrado de minería aluvional o minería primaria se recomienda lo siguiente, antes de poder realizar la amalgamación.

PROCEDIMIENTO DE AMALGAMACIÓN

- 1** Colocar el concentrado dentro del tambor amalgamador pesado y cuantificado.
- 2** Verter 30% de agua del total del peso de agua más mineral.
- 3** Colocar 1 g de soda cáustica por cada 1 Kg de concentrado.
- 4** Agitar por un lapso de 10 a 15 minutos la mezcla de soda cáustica con el concentrado de oro.
- 5** Aumentar agua hasta que el agua represente el 50% de la mezcla de concentrado y agua.

6 Echar mercurio activado al concentrado a una dosificación de 1 g de Hg por cada 100 g de concentrado, la mezcla debe agitarse durante 30 a 40 minutos máximo.

7 Pasado el tiempo de amalgamación de mercurio-oro del material sin valor, para esto:

a) Batear el concentrado para separar los metales pesados y el material sin valor.

b) El procedimiento de bateado se debe realizar en un recipiente amplio que permita poder realizar el bateado y permita contener el material sin valor para su deposición final.

8 Una vez separada la amalgama de los minerales del concentrado, es necesario separar el exceso de mercurio.

Para separar el exceso de mercurio debes:

a) No todo el mercurio agregado al proceso de amalgamación se combina con el oro y forma una amalgama.

b) El exceso de mercurio debe eliminarse y puede reutilizarse.

c) El sistema más común utilizado por los mineros es exprimir el exceso de mercurio a través de un trozo de tela. Como la amalgama de oro es sólida, no atraviesa la tela.

d) Apretar con las manos desnudas es peligroso, porque el mercurio puede penetrar la piel y adherirse a la grasa en las células humanas, por lo que deben usarse guantes de goma.

e) Llevaremos a cabo el sistema mencionado para eliminar el exceso de mercurio con las medidas de seguridad necesarios.

9

Paso recomendado no obligatorio. El mercurio que fue recuperado tiene algunos restados de oro muy finos, tratar de exprimir nuevamente el mercurio con una tela más fina.

Este paso se recomienda para recuperar parte del oro que se hubiese escapado al exprimir el mercurio excedente por primera vez.



Una vez recuperado parte del oro que hubiera escapado, guardar el mercurio en un recipiente para su posterior uso.

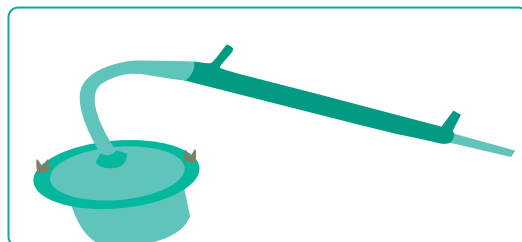
Toma en cuenta



Un buen trabajo se logra con una buena planificación

PROCEDIMIENTO PARA LA QUEMA SEGURA DEL MERCURIO

Para poder utilizar una retorta para la quema segura de mercurio, es necesario tener en cuenta muchos aspectos; se describe a continuación el procedimiento para poder utilizar una retorta de la manera más correcta posible.



Secuencia al usar una retorta para la quema del mercurio

- 1** Cuando utilice una retorta por primera vez, queme toda la retorta (por dentro y por fuera) y enfríela; esto eliminará el aceite y el zinc (cuando se usa acero galvanizado). En realidad, no se recomienda introducir un trozo de amalgama la primera vez que utilice una nueva retorta.
- 2** Para el primer uso, no coloque nada adentro. Luego en una segunda prueba use solo mercurio, y en una tercera vez utilícelo con la amalgama real.
- 3** Cubrir el interior del crisol con una fina capa de arcilla u hollín (humo negro) utilizando un soplete reductor y enfriarlo.
- 4** Colocar la amalgama dentro del crisol (algunos mineros la envuelven en papel).
- 5** Sumerja la punta del tubo de enfriamiento en un vaso de agua.
- 6** Calentar todo el cuerpo de la retorta a baja temperatura durante 5 a 15 minutos (no calentar el tubo de enfriamiento).
- 7** Verá que salen burbujas de aire en el vaso de agua al final del tubo de enfriamiento.
- 8** Aumente la temperatura y distribuya el calor

uniformemente sobre el cuerpo de la retorta.

- 9** Golpee ligeramente el tubo de enfriamiento para liberar el Hg que puede estar atascado dentro del tubo.
- 10** Incrementar la temperatura y concentrar la llama en el fondo del crisol.
- 11** Cuando ya no salga mercurio (quizás después de 15-20 minutos). **RETIRE EL VASO DE AGUA Y LUEGO APAGUE EL FUEGO.**
- 12** Enfriar la retorta en agua antes de abrirla. No abra las retortas calientes.
- 13** Una de las principales fuentes de contaminación por mercurio de los operadores de las retortas es cuando los mineros abren las retortas mientras aún están calientes. El vapor de mercurio se escapa y contamina a los operadores.
- 14** **EL PRIMER PASO PARA DETENER EL PROCESO DE RETORTACIÓN ES RETIRAR EL VIDRIO DE AGUA en la punta del**

tubo de enfriamiento. Puede surgir un problema grave cuando el condensador comienza a enfriarse. Se forma un vacío en la retorta que extrae agua. Esto puede **EXPLOTAR** la retorta. Para evitar este problema, antes de apagar el soplete, retire el extremo del tubo del condensador sumergido en agua y envuélvalo con una toalla húmeda para capturar los vapores de mercurio residuales.

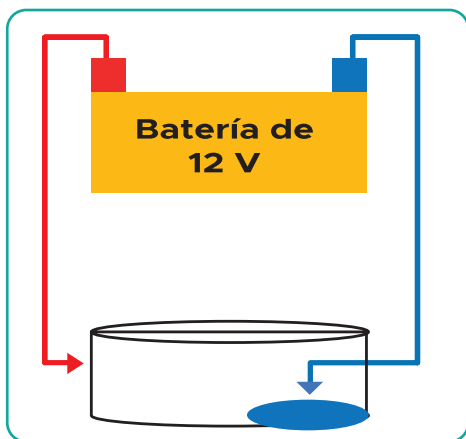
- 15** Deje que la retorta se enfríe lentamente. El tiempo total del ciclo para una retorta eficaz varía de 15 a 30 minutos dependiendo de la intensidad del fuego. Toda la retorta debe realizarse al aire libre o en una campana extractora bien ventilada y correctamente diseñada.

PROCEDIMIENTO DE ACTIVACIÓN DEL MERCURIO

Materiales requeridos para la activación:

- ✓ Sal de mesa
- ✓ Un recipiente de vidrio o plástico
- ✓ Una batería de 12 voltios
- ✓ Cables de cobre para el paso de energía

Armado de circuito de activación de mercurio



Pasos a seguir para activación del mercurio

Los pasos a seguir deberá realizarlos antes de cada amalgamación y son:

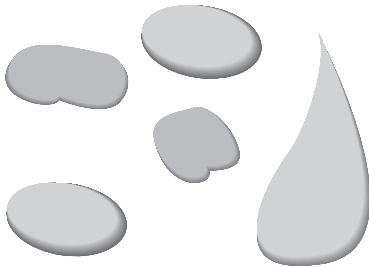
- 1 Pesar 142 g de sal para un litro de agua.
- 2 Preparar suficiente cantidad de solución para la activación del mercurio
- 3 Colocar el mercurio dentro de la solución salina.
- 4 Inyectar energía eléctrica a la solución salina tal como se muestra en la figura.
- 5 Polo positivo hacer contacto con la solución salina.
- 6 Polo negativo hacer contacto con el mercurio metálico.
- 7 Esperar 10 a 20 minutos para la activación del mercurio.

Una vez activado el mercurio recuperará la mayor cantidad de oro presente en el concentrado.

¿CÓMO DIFERENCIAR EL MERCURIO SIN ACTIVAR Y EL MERCURIO ACTIVADO?

La forma de identificar si el mercurio está activado o sin activar, es de la siguiente manera:

El mercurio activado forma una sola unidad; es decir que si lo separas el mercurio rápidamente vuelve a ser una sola unidad líquida.



El mercurio que está contaminando y no ha sido activado, no tiene esa facilidad de reunirse en una sola unidad cuando lo separas.

La segunda forma es colocar un trozo de alambre de cobre al mercurio líquido, si el alambre sale cubierto de mercurio nos indica que el mercurio es bueno, si el cobre no sale cubierto nos indica que el mercurio no es adecuado para la amalgamación.



PROCEDIMIENTO PARA LIMPIAR EL MERCURIO RESIDUAL DEL ORO ESPONJA Y SEPARACIÓN DEL MERCURIO DE LA AMALGAMA

Utilidad del procedimiento

- Elimina el mercurio residual procedente de la quema en la retorta.
- Elimina el riesgo de que el operador de la fundición de oro sufra intoxicación por el mercurio residual.

Insumos requeridos

- 1.- Amalgama oro-mercurio, mercurio líquido y oro esponja.
- 2.- Solución de ácido nítrico al 30%.
- 3.- Vaso de precipitado de 500 ml.
- 4.- Estufa eléctrica para calentar la solución.

Equipos de protección personal

- a) Respirador de gases
- b) Anteojos de seguridad
- c) Guantes de goma

Algo muy importante es que se realice en un ambiente abierto y fuera del alcance de las personas ajenas al procedimiento.

Trabajar con materiales adecuados garantiza un buen desempeño.



El procedimiento también se lo puede hacer en una campana de gases.

Procedimiento de disolución de mercurio con ácido nítrico

- 1** Preparar solución suficiente de ácido nítrico al 30%, la cantidad mínima es de 500ml.
- 2** Colocar en un vaso de precipitado o un vaso de PVC transparente para ver el desarrollo de la disolución del mercurio o la amalgamación oro-mercurio.
- 3** Verter la solución de ácido nítrico al 30% en el vaso con mercurio y esperar que proceda la reacción de disolución.

- 4** Si fuese necesario proceder a elevar la temperatura entre 60 a 80° C del vaso para que la reacción sea más rápida.
- 5** Una vez que el mercurio se haya disuelto completamente, ya no se emitirá gases color naranja.
- 6** La solución debe ser guardada y etiquetada como sustancia peligrosa para posterior uso, hasta que se sature totalmente de mercurio, para posteriormente recuperar el mercurio por precipitación.



La responsabilidad en el trabajo parte de uno mismo

Toma en cuenta

*Seamos inteligentes
al usar el mercurio
en nuestras
operaciones, **un
trabajo seguro es
siempre bien
recompensado.***

Bibliografía

Dr. Santiago Cano TOXICOLOGÍA DEL MERCURIO. ACTUACIONES PREVENTIVAS EN SANIDAD LABORAL Y AMBIENTAL, 2001.

www.chem.unep.ch/mercury/Guidance-training-materials.htm.

<https://www.mercuryconvention.org/Convenio/texto>

Dr. Rafael Cervantes Mercurio, efectos en la Salud y el Medio Ambiente, 2001.



Vivamos en un entorno saludable con acciones integrales sostenibles

www.plagbol.com