



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

PROPUESTA PARA EL MANEJO DE Hg (MERCURIO)
EN HOSPITALES PROCEDENTE DE
TERMÓMETROS Y ESFIGMOMANÓMETROS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA

PRESENTA:

ANA LAURA TALAVERA AGUILAR



MÉXICO, D.F.

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: **Profesor: Víctor Manuel Luna Pabello**

VOCAL: **Profesor: Pandiyan Thangarasu**

SECRETARIO: **Profesor: Georgina Fernández Villagómez**

1er. SUPLENTE: **Profesor: José Agustín García Reynoso**

2do. SUPLENTE: **Profesor: Gema Luz Andraca Ayala**

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

Facultad de ingeniería. División de Ingenierías civil y geomática. Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

ASESOR DEL TEMA:

Dra. Georgina Fernández Villagómez

SUSTENTANTE:

Ana Laura Talavera Aguilar

Dedicatorias:

A mis padres: Juan Talavera y Josefina Aguilar por todo el inmenso apoyo que me han brindado a lo largo de mis estudios, de mi vida, por su confianza, por la libertad que me han brindado en la elección de mis actos y mi formación. Gracias por dejarme crecer y ser como soy. Gracias papá y mamá por estar a mi lado en todo momento los quiero mucho.

A mi hermano: Alberto por su apoyo, siempre hemos estado juntos y unidos. Me agrada que somos de los pocos hermanos que nunca peleamos y saber que siempre estas cuando te necesito. Te quiero mucho.

A mi tía: Irma Talavera, quiero agradecerle lo mucho que me ha apoyado en mis estudios, siempre al pendiente de mí como una hija más. Muchas gracias, solo quiero decirle que nunca la defraudaré. Gracias en verdad.

A mi tío: Luis Aguilar, de la misma manera quiero agradecer su apoyo y sus consejos que han contribuido en mi formación. Gracias.

A mi familia: A la Familia Talavera Morales y Aguilar Rafael por sus consejos y estar con mis padres en todo momento.

A mis amigos a todos aquellos que conocí durante la carrera, compartimos frustraciones por algunas materias y felicidad por pasarlas, gracias por su amistad y ayuda. Especialmente a Erandi, Daniela, Verónica, Liz, Víctor, Héctor, Adriana, Andrea y Omar, son las personas más lindas y divertidas que he conocido, gracias por todo su apoyo, su amistad y alentarme en momentos difíciles. Los quiero, gracias por esos momentos tan inolvidables y que nuestros planes sigan adelante.

A los maestros que contribuyeron en mi formación, en especial a aquellos que me alentaron y me dieron su confianza: Rodolfo Ruíz, Milton Medeiros, Dra. Georgina Fernández.

Agradecimientos:

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** por haberme permitido ingresar a la Facultad de química.

A la **Facultad de Química** por asignarme a los mejores profesores que me enseñaron durante mi carrera y me permitieron ver más allá hacia un futuro. Darne los instrumentos para un excelente aprendizaje.

A los profesores que nos enseñaron con paciencia y nos explicaban una y otra vez.

A él profesor **Rodolfo Ruíz** por haberme escuchado y darme consejos los cuales sigo hoy en día, en verdad estoy muy agradecida por todo su apoyo.

A él profesor **Milton Medeiros** por siempre preguntar cómo estaba y darme consejos.

A mi tutora la **Dra. Georgina Fernández** por instruirme en la tesis, brindarme su confianza, consejos, pláticas largas acerca de la vida y sobre todo su paciencia. Muchas gracias Doctora por darme la oportunidad de realizar esta tesis.

A los programas que tiene la UNAM que nos ayudan a desarrollarnos más y vivir nuevas experiencias tanto profesionales como personales.



Contenido

RESUMEN.....	5
Capítulo 1	7
INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 El mercurio en el Sector Salud	9
1.1.1 Instrumentación medica	12
1.1.2 Peligro para la salud de los trabajadores	17
1.1.3 Alternativas en el sector salud.....	18
1.3 Estrategia de la Organización Mundial de la Salud.....	19
Capítulo 2	21
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
2.3 Objetivo	22
2.4 Alcance.....	23
Capítulo 3	24
HOJA DE SEGURIDAD	24
MERCURIO Y SALES DE MERCURIO	24
3.1 Generalidades	25
3.2 Números de identificación	26
3.3 Sinónimos	27
3.4 Propiedades físicas	27
3.5 Propiedades químicas.....	29
3.6 Niveles de toxicidad.....	30
3.7 Manejo	31
3.8 Riesgos.....	32
3.9 Acciones de emergencia	36
3.10 Almacenamiento	41
3.11 Requisitos de transporte y empaque:.....	42





Capítulo 4	43
LEGISLACIONES INTERNACIONALES Y NACIONALES	43
4.1 Legislación Internacional	43
4.1.1 Legislación en Estados Unidos, Agencia de Protección Ambiental (United States Environmental Protection Agency -USEPA).....	43
4.2 Legislación Nacional	48
4.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	48
4.2.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.....	49
4.2.3 Plan de manejo integral para el retiro de mercurio y residuos que contienen en el sector salud.....	50
Capítulo 5	51
USOS Y MANEJO DE MERCURIO EN HOSPITALES	51
5.1 Antecedentes.....	51
5.2 Aparatos médicos	52
5.2.1 Esfigmomanómetro	52
5.2.2 Termómetros.....	60
5.3 Manejo y mantenimiento de esfigmomanómetros y termómetros en hospitales.....	66
5.3.1 Esfigmomanómetros	66
5.3.2 Termómetros	69
5.4 Disposición final.....	73
Capítulo 6	81
CONCLUSIONES	81
REFERENCIAS	84

**Anexo A. MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS SOBRE EL MANEJO DE
MERCURIO PROCEDENTE DE TERMÓMETROS Y
ESFIGMOMANÓMETROS.**

Anexo B. TRÍPTICOS





TABLAS

Tabla 1.1 Instrumentación médica con y sin mercurio.....	12
Tabla 5.1 Instrumentos de medida de la presión arterial.....	54
Tabla 5.2 Recomendaciones sobre el tamaño de la cámara en adultos	55
Tabla 5.3 Recomendaciones sobre el tamaño de la cámara en niños.....	56
Tabla 5.5 Protocolo de manejo para Mercurio líquido	74
Tabla 5.6 Protocolo de manejo de residuos con termómetros rotos y enteros.....	76
Tabla 5.7 Protocolo de manejo de residuos con esfigmomanómetros rotos y enteros	78

FIGURAS

Figura 1.1 Esfigmomanómetro. <i>Portales médicos, 2011</i>	14
Figura 1.2. Termómetro.....	16
Figura 4.1 Reporte al Congreso: Potencial de exportación de mercurio, compuestos de Estados Unidos para la conversión en mercurio elemental.	45
Figura 4.2 Reporte del Estudio de mercurio al Congreso; Volumen I; Resumen Ejecutivo	46
Figura 4.3 Reporte del Estudio de mercurio al Congreso. Volumen II: Inventario de emisiones antropogénicas de mercurio en los Estados Unidos	47
Figura 4.4 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	48
Figura 4.5 Ley General la Prevención y Gestión Integral de Residuos	49
Figura 4.6 Plan de manejo integral para el retiro de mercurio y residuos que contienen en el sector salud.....	50
Figura 5.1 Partes del esfigmomanómetro. Presión arterial, 2005.	58
Figura 5.2 Manguito	59





Figura 5.3 Pera de goma de insuflación	59
Figura 5.4 Fonendoscopio.....	60
Figura 5.5 Termómetro. <i>Codiapasa, 2004</i>	62
Figura 5.7 Mantenimiento para el esfigmomanómetro	69
Figura 5.8 Kit para pequeños derrames de mercurio	70





RESUMEN

El mercurio como agente contaminante del medio ambiente, ha tomado gran importancia, ya que es un elemento natural en el medio ambiente y que por sus características se encuentra vinculado con: aire, agua y suelo. En diversas regiones del planeta se han presentado casos de intoxicación y envenenamiento masivo de la población debido a la exposición al mercurio o compuestos derivados de este elemento por diferentes vías, es por ello que se considera relevante proponer acciones preventivas que puedan ayudar a evitar o en su caso minimizar daños a la población en general.

Los centros de salud son una de las principales fuentes de liberación de mercurio en la atmósfera, debido a las emisiones causadas por la incineración de desechos médicos, a pesar de esto en México no existen hospitales autorizados con incineradores.

Algunos países han restringido la utilización de los termómetros de mercurio o han prohibido su venta sin prescripción. Diversas asociaciones han adoptado resoluciones alentando a los médicos y los hospitales a reducir y eliminar la utilización de equipo conteniendo mercurio.

La Organización Mundial de la Salud publicó en septiembre de 2005 su posición sobre el uso de mercurio en el sector llamando a emprender estrategias de corto, mediano y largo plazo para reemplazar los insumos y equipos con mercurio en los establecimientos de salud.

Una acción fue la propuesta de un manual sobre el manejo de mercurio procedente de termómetros y esfigmomanómetros, con el fin de disminuir los riesgos en el personal del sector salud así como de la población que asiste a los sectores.





Se plantearon opciones de disposición final para los termómetros y esfigmomanómetros tomándose en cuenta las características de cada aparato y las propiedades del mercurio considerando las normatividades y legislaciones en México. Estas disposiciones serán ajustadas a cada Institución ya que dependen así mismo de los trabajadores calificados y situación económica para respaldar estos procedimientos.





Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

El mercurio como agente contaminante del medio ambiente, ha tomado gran importancia, ya que es un elemento natural en el medio ambiente y que por sus características se encuentra vinculado con: aire, agua y suelo, mediante un ciclo natural en el cual el mercurio a través de su volatilización emigra tanto del suelo como el agua hacia el aire, a su vez por efecto de condensación y arrastre de la lluvia este se retorna y se deposita en los cuerpos de agua, originándose la acumulación en el medio acuático, y a través del consumo de peces y mariscos forma parte de la cadena alimenticia del ser humano. [Rodríguez, 2001]

En diversas regiones del planeta se han presentado casos de intoxicación e inclusive envenenamiento masivo de la población debido a la exposición al mercurio o compuestos derivados de este elemento por diferentes vías, primordialmente por la ingesta de alimentos que contenían algún tipo de estas sustancias. [Rodríguez, 2001]

Un ejemplo de ellos es principalmente por el consumo de pescado en mujeres embarazadas contaminado con mercurio debido a fuentes antropogénicas (70%) y naturales (30%). A lo largo la década del '90, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA, por su sigla en inglés) realizó un importante





progreso en la reducción de las emisiones de mercurio de fuentes antropogénicas, especialmente de plantas de energía, las cuales representan el 41% de las emisiones antropogénicas. Sin embargo, la US EPA recientemente propuso retrasar este progreso aludiendo a los altos costos de la reducción de contaminación. Para poner en perspectiva los costos del control de las emisiones de las plantas de energía americanas, se han estimado los costos económicos de la toxicidad del metilmercurio atribuible al mercurio proveniente de estas plantas.

Usar un modelo ambientalmente comparable y limitar el análisis a los impactos del neuro-desarrollo (formal impersonal) – específicamente la disminución de la inteligencia. Utilizando los datos nacionales de prevalencia del mercurio en la sangre brindados por los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades, se encontró que entre 316.588 y 637.233 de niños por año tienen niveles de mercurio en la sangre del cordón umbilical mayores a 5,8 µg/L, un nivel asociado con la disminución del Coeficiente Intelectual. La pérdida del coeficiente intelectual da por resultado una disminución en la productividad económica que persiste a lo largo de toda la vida de estos niños. Esta pérdida de productividad es el mayor costo de la toxicidad del metilmercurio con un monto anual de U\$S 8,700 millones (el rango va de U\$S 2,2 a 43,8 millones). De este total, U\$S 1,300 millones (rango: U\$S 0,1 a 6,5 millones) cada año se atribuyen a las emisiones de mercurio producidas por las plantas de energía americanas. Este costo significativo amenaza la salud y seguridad económica de los Estados Unidos y debe ser considerada en el debate de los controles de contaminación por mercurio. [Trasande, 2005]

Es por ello que se considera relevante proponer acciones preventivas que puedan ayudar a evitar o en su caso minimizar daños a la población en general, considerando los episodios de mayor contaminación que han dado lugar a que la comunidad científica internacional estudie y analice esos casos. [Soria, 1999]

A pesar de que los niveles en el ambiente son bajos, la alta capacidad de los organismos para acumular mercurio redundante en que el metal se encuentre





ampliamente diseminado tanto en animales y plantas acuáticas y terrestres. El metilmercurio es descargado más lentamente por los organismos acuáticos que el mercurio inorgánico. Los invertebrados acuáticos y en particular los insectos acumulan mercurio en mayor cantidad que los peces, pero debe considerarse este patrón de comportamiento de estos materiales ya que al ingerirlos se puede quedar expuesto a estos materiales.

La determinación de la especie química de mercurio involucrada es de gran importancia para evaluar la forma en que se depositará el metal en el agua y en el suelo. [Soria, 1999]

Existen diferentes especies químicas del mercurio y de ello dependerá la forma en que entra al organismo y que se metaboliza. La ingestión de alimentos con niveles elevados de mercurio, la inhalación en el ambiente de trabajo o público son las principales vías que contribuyen al aumento de la exposición de la población a los compuestos de mercurio. [Soria, 1999]

El mercurio es un metal pesado que puede encontrarse en varias formas en la naturaleza. El mercurio metálico es un líquido plateado, a temperatura ambiente, que puede volatilizarse formando vapores de mercurio. Las otras formas son el mercurio inorgánico y el orgánico, que se produce a través del metabolismo de ciertos microorganismos. Si bien existe en la naturaleza, el aumento de los niveles de mercurio en el ambiente se debe a las actividades humanas. [Salud sin daño, 3 Febrero]

1.1 El mercurio en el Sector Salud

La actividad industrial ha representado en las últimas décadas un factor fundamental en la generación y distribución de los recursos económicos,





originando la creación de empleo y la incorporación de la población a sectores modernos de la economía.

Como consecuencias de las actividades industriales existentes en nuestro país, se generan algunos subproductos indeseables, entre los que se encuentran los residuos industriales considerados por la legislación nacional, como peligrosos; los cuales tienen las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (CRETIB), por lo que deben ser manejados y dispuestos adecuadamente para que afecten a la salud del ser humano o a su entorno. [Rodríguez, 2001]

Los centros de salud son una de las principales fuentes de liberación de mercurio en la atmósfera, debido a las emisiones causadas por la incineración de desechos médicos, en México no hay incineradores autorizados en los Hospitales. El Ministro de Medio Ambiente de la provincia canadiense de Ontario declaró en diciembre de 2002 que las emisiones de los incineradores eran la cuarta fuente más importante de mercurio. En los Estados Unidos, según un informe de 1977 de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA) los incineradores de desechos médicos podrían haber producido hasta un 10% de todas las emisiones de mercurio al aire. [OMS, 2005.]

Los centros de salud también contribuyen a la contaminación por mercurio de las masas de agua debida al vertido de aguas residuales no tratadas. Según un informe de 1999, también cabe atribuir a estas instalaciones hasta un 5% de todas las liberaciones de mercurio en las aguas residuales. El Departamento de Medio Ambiente del Canadá estima que más de un tercio de la carga de mercurio de los sistemas de aguas residuales se debe a los amalgames de la práctica dental.

La amalgama es el material de relleno dental de uso más común. Es una mezcla de mercurio y una aleación de metales. La composición normal es de un 45-55% de mercurio; alrededor de un 30% de plata y otros metales como cobre, estaño y zinc. En 1991, la Organización Mundial de la Salud confirmó que el mercurio





presente en el amalgama dental es la fuente no industrial más importante de emisión de vapor de mercurio, exponiendo a la población afectada a niveles de mercurio que superan con creces los establecidos para los alimentos y para el aire. [OMS, 2005.]

En conjunto, el mercurio contenido en la amalgama dental y en los dispositivos de laboratorio y médicos representa alrededor del 53% del total de las emisiones de este metal. La incineración de desechos y los hornos crematorios se citan también como fuentes importantes de emisiones de mercurio. Muchos países, por ejemplo Armenia, Camerún, Ghana, Honduras, Pakistán y el Perú, reconocen la contribución de los termómetros de los hospitales, las amalgamas dentales, los desechos hospitalarios y/o los incineradores de desechos médicos, pero carecen de datos cuantitativos. A pesar de la falta de datos, hay buenas razones para creer que las emisiones de mercurio procedentes del sector sanitario son sustanciales, de manera general. [Plan de manejo, 2010]

Algunos países han restringido la utilización de los termómetros de mercurio o han prohibido su venta sin prescripción. Diversas asociaciones han adoptado resoluciones alentando a los médicos y los hospitales a reducir y eliminar la utilización de equipo conteniendo mercurio. [Plan de manejo, 2010]

La Organización Mundial de la Salud publicó en septiembre de 2005 su posición sobre el uso de mercurio en el sector llamando a emprender estrategias de corto, mediano y largo plazo para reemplazar los insumos y equipos con mercurio en los establecimientos de salud. Numerosos hospitales y centros de salud del mundo están eliminando el empleo de mercurio. Existen también regulaciones obligatorias vigentes en varios países europeos y en Estados Unidos. Específicamente en América Latina, es incipiente pero inexorable el movimiento hacia la eliminación del mercurio en el sector salud, y ya existen establecimientos en la Argentina y en





Brasil que han reemplazado o están reemplazando los productos con mercurio.
[Plan de manejo, 2010]

1.1.1 Instrumentación médica

Algunos elementos que contienen mercurio en los establecimientos de salud y sus alternativas se muestran en la **Tabla 1.1**, dónde se puede observar la gran variedad de opciones para sustituir productos que contienen mercurio.

Tabla 1.1 Instrumentación médica con y sin mercurio

Productos que contienen mercurio	Alternativas libres de mercurio
Termómetros de mercurio	Digitales
Esfigmomanómetros	Aneroides, eléctricos
Tubos gastrointestinales	Tubos con pesas de Tungsteno
Baterías/pilas botón	Recargables o libres de mercurio
Lámparas Fluorescentes	Lámparas comunes
Amalgamas dentales	Composite, Ionómeros vítreos, Cerámica

Fuente: Salud sin daño (2010)

Esfigmomanómetro

Es un instrumento médico usado para la medición de la presión arterial. La palabra proviene del griego *sphygmós*, pulso; *manós*, no denso y *metron*, medida. También es conocido popularmente como "tensiómetro" o "baumanómetro" aunque correctamente es "manómetro". [Inst. de Cardiología, 2009]

El esfigmomanómetro puede ser de varios tipos: los tradicionales de columna de mercurio, los aneroides (de aguja en un dial circular) y los digitales. Con estos instrumentos se puede medir la presión o tensión arterial de manera indirecta, ya que se comprimen externamente la arteria y los tejidos adyacentes, y se supone que la presión necesaria para ocluir la arteria, es igual a la que hay dentro de ella. [Inst. de Cardiología, 2009]





Generalmente, bien usados otorgan mediciones muy confiables sin gran mantenimiento a través de los años. [Inst. de Cardiología, 2009]

Los esfigmomanómetros los puede usar indistintamente un profesional o un paciente. Su uso se ha restringido por ser menos portable y por la limitación de los fabricantes a usar dispositivos con mercurio. [Inst. de Cardiología, 2009]

Algunos detalles de cuidado durante la operación de este elemento para obtener mejores resultados es básicamente cuidar que la cámara de vidrio que contiene el mercurio permanezca bien sellada sin escapes ni fisuras. Cuando se cierre el aparato con las gomas y el manguito, no se debe presionar la cámara de vidrio ya que esta se puede romper. Fuera de esas precauciones se debe cuidar el resto de los accesorios. Cámara de goma, tubos de goma y las válvulas. [Inst. de Cardiología, 2009]

La **figura 1.1** muestra claramente las partes del esfigmomanómetro de mercurio tradicional en conjunto.



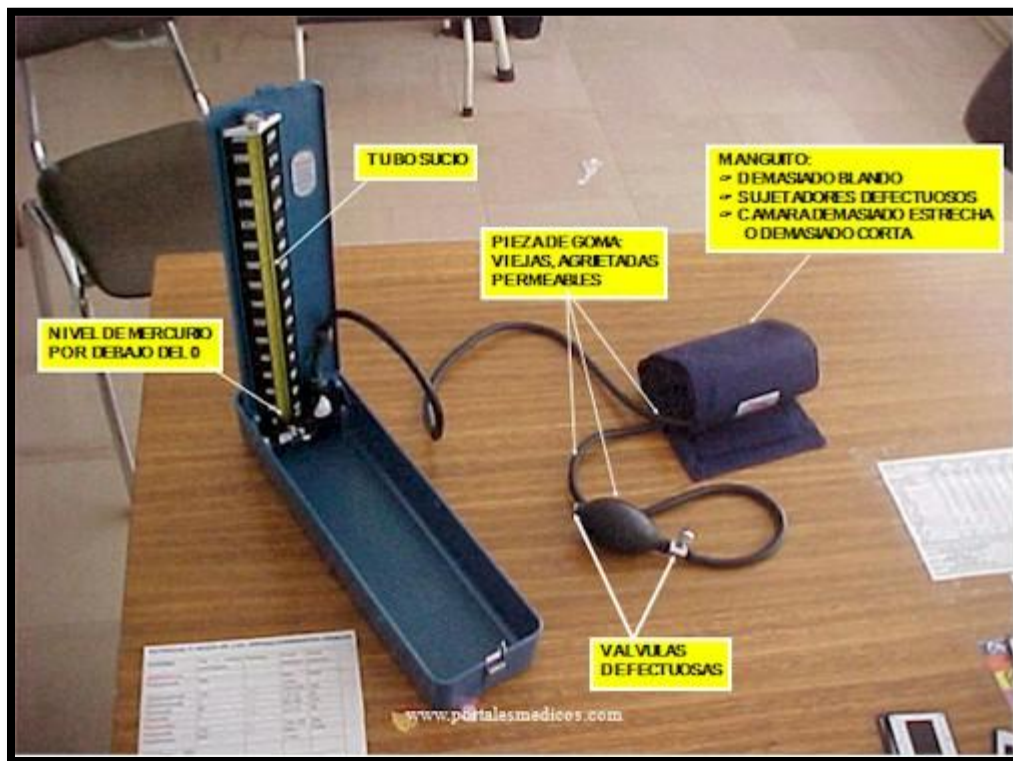


Figura 1.1 Esfigmomanómetro. *Portales médicos, 2011*

Requieren de mantenimiento los elementos de goma por su uso muy repetido, pero lo recomendable es dar un mantenimiento general a todo el instrumento cada 6 meses. Sin embargo el esfigmomanómetro de mercurio es el instrumento más utilizado y recomendado por la O.M.S. [Inst. de Cardiología, 2009]

Termómetro

El termómetro (del griego *termo* el cual significa "caliente" y *metro*, "medir") es un instrumento de medición de temperatura.

El creador del primer termoscopio fue Galileo Galilei; éste podría considerarse el predecesor del termómetro. Consistía en un tubo de vidrio terminado en una esfera cerrada; el extremo abierto se sumergía boca abajo dentro de una mezcla



de alcohol y agua, mientras la esfera quedaba en la parte superior. Al calentar el líquido, éste subía por el tubo. [Tipos de termómetros, 2008]

Inicialmente se fabricaron aprovechando el fenómeno de la dilatación, por lo que se prefería el uso de materiales con elevado coeficiente de dilatación, de modo que, al aumentar la temperatura, su estiramiento era fácilmente visible. El metal base que se utilizaba en este tipo de termómetros ha sido el mercurio, encerrado en un tubo de vidrio que incorporaba una escala graduada. [Tipos de termómetros, 2008]

Un termómetro de mercurio es un tipo de termómetro que generalmente se utiliza para medir las temperaturas del ambiente o entorno exterior. El mercurio de este tipo de termómetro se encuentra en un bulbo reflejante y generalmente de color blanco brillante, con lo que se evita la absorción de la radiación del ambiente. Es decir, este termómetro toma la temperatura real del aire sin que la medición de ésta se vea afectada por cualquier objeto del entorno que irradie calor. [Tipos de termómetros, 2008]

Alrededor del año 1714 fue Daniel Gabriel Fahrenheit quién creó el termómetro de mercurio con bulbo, formado por un capilar de vidrio de diámetro uniforme comunicado por su extremo con una ampolla llena de mercurio. El conjunto está sellado, y cuando la temperatura aumenta, el mercurio se dilata y asciende por el capilar. En 1724 Fahrenheit finalizó su escala termométrica, la cual quedó plasmada en sus *Philosophical Transactions* [London, 1724; Tipos de termómetros, 2008]

La cualidad elegida en los termómetros de mercurio es la dilatación, se utiliza el mercurio para construir termómetros porque es un metal que es líquido entre -20 °C y 100°C. Se encierra el metal dentro de un tubo fino (capilar) para que al dilatarse un poco avance mucho por el tubo (cuanto más fino sea el tubo más centímetros avanza). Midiendo longitudes de la columna se puede establecer una





relación entre la dilatación y el nivel de agitación de la sustancia a medir. [Tipos de termómetros, 2008]

La **figura 1.2** muestra de forma general como está constituido el termómetro, así como sus nombres correspondientes a cada una de ellas.

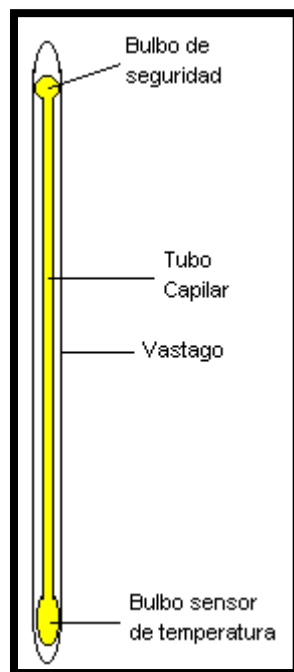


Figura 1.2. Termómetro

En España se prohibió la fabricación de termómetros de mercurio en julio de 2007, por su efecto contaminante. En Argentina los termómetros de mercurio siguen siendo ampliamente utilizados por la población. No así en hospitales y centros de salud donde por regla general se utilizan termómetros digitales. . [Tipos de termómetros, 2008]



La siguiente cronología muestra los avances en las tecnologías de medición de temperatura:

- 1592: Galileo Galilei construye el termoscopio, que utiliza la contracción del aire al enfriarse para hacer ascender agua por un tubo.
- 1612: Santorre Santorio da un uso médico al termómetro.
- 1714: Daniel Gabriel Fahrenheit inventa el termómetro de mercurio
- 1821: T.J. Seebeck inventa el termopar.
- 1864: Henri Becquerel sugiere un pirómetro óptico.
- 1885: Calender-Van Duesen inventa el sensor de temperatura de resistencia de platino.
- 1892: Henri-Louis Le Châtelier construye el primer pirómetro óptico.

1.1.2 Peligro para la salud de los trabajadores

La exposición más común al mercurio en el trabajo es por inhalación de vapores de mercurio líquido. Si no se maneja de manera adecuada, los derrames de mercurio, por más mínimos que sean, líquidos, por ejemplo por rotura de termómetros, pueden contaminar el aire de espacios cerrados por encima de los límites recomendados y tener consecuencias graves para la salud. Dado que el vapor de mercurio es inodoro e incoloro, las personas lo pueden respirar sin darse cuenta. Para el mercurio líquido, la inhalación es la vía de exposición que plantea el mayor riesgo para la salud. [OMS, 2005]

Hay diversos estudios que demuestran que el equipo de asistencia sanitaria que contiene mercurio siempre se termina rompiendo. Los pequeños derrames de mercurio elemental sobre una superficie lisa no porosa se pueden limpiar de manera segura y fácil utilizando técnicas apropiadas. Sin embargo, las bolitas de mercurio se pueden introducir en grietas o adherirse a materiales porosos como





alfombras, tejidos o madera, haciendo que el mercurio sea enormemente difícil de eliminar. El mercurio derramado también se puede encontrar en el calzado. La limpieza y la eliminación inadecuadas pueden exponer a pacientes ya afectados y al personal de salud a niveles de contaminación potencialmente peligrosas. [OMS, 2005]

1.1.3 Alternativas en el sector salud

En un estudio reciente se comprobó que los costos de producción de equipo alternativo sin mercurio eran muy similares a los de equipos convencionales. Los resultados de la investigación parecen indicar que hay muchas alternativas sin mercurio que pueden abarcar la amplia gama de funciones que requieren los productos de consumo. En el ámbito salud, cabe mencionar los dispositivos para la determinación de la presión sanguínea, los dispositivos gastrointestinales, los termómetros y los barómetros, y en otros estudios se incluye la utilización de fijadores de mercurio en los laboratorios. [OMS, 2005]

Desde hace unos 100 años se utilizan los esfigmomanómetros tanto de mercurio como aneroides, y cuando funcionan bien ambos dan resultados precisos.

De todos los instrumentos de mercurio utilizados en el sector salud, la cantidad más grande de este metal se destina a los esfigmomanómetros de mercurio (80 a 100 g/unidad) y su uso generalizado los convierte colectivamente en uno de los reservorios más importantes de mercurio en el ámbito salud. Con la elección de una alternativa sin mercurio, un centro de la salud puede conseguir una reducción notable de la exposición potencial para los enfermos, el personal de salud y el medio ambiente, a este metal. Los esfigmomanómetros aneroides proporcionan mediciones precisas de la presión cuando se aplica un protocolo adecuado de mantenimiento. Es importante reconocer que, independientemente del tipo de dispositivos de medición de la presión sanguínea que se utilice, los esfigmomanómetros tanto aneroides como de mercurio se deben controlar





regularmente a fin de evitar errores de medición de la presión sanguínea y, en consecuencia, en el diagnóstico y el tratamiento de la hipertensión. [OMS, 2005]

1.3 Estrategia de la Organización Mundial de la Salud

Para comprender mejor el problema del mercurio en el sector de la salud, se recomienda que los países realicen evaluaciones sobre la utilización actual de mercurio y sobre los programas de manejo de desechos.

La OMS propone el siguiente esquema de trabajo en colaboración con los países mediante estos pasos estratégicos. [OMS, 2005.]

A corto plazo: Elaborar procedimientos para la limpieza y el manejo de desechos de mercurio en centros de salud. Mientras los países con economía en transición y los países en desarrollo no tengan acceso a alternativas sin mercurio, es indispensable que se establezcan procedimientos de manipulación seguros que reduzcan al mínimo y eliminen la exposición de los enfermos, los trabajadores y la comunidad.

Entre los procedimientos adecuados debe figurar la respuesta consistente en la limpieza de los derrames, programas educativos, materiales de protección personal, recipientes apropiados para el almacenamiento de desechos, capacitación del personal e instalaciones industriales de almacenamiento. Los países que tienen acceso a alternativas asequibles deben elaborar y aplicar planes para reducir la utilización de equipo con mercurio y sustituirlo por otro sin él. Antes de que se haya realizado la sustitución final y para garantizar que los nuevos dispositivos se ajusten a los protocolos de validación recomendados, los centros de salud tendrán que mantener el mercurio como "patrón de oro" para garantizar la calibración adecuada de los esfigmomanómetros de mercurio. [OMS, 2005.]





A medio plazo: Aumentar los esfuerzos para reducir la utilización innecesaria de equipo con mercurio. Los hospitales deben hacer un inventario de su utilización de mercurio. En este inventario se deben clasificar los equipos como inmediatamente sustituibles y gradualmente sustituibles.

El fabricante de los dispositivos que se sustituyen los debe retirar o bien debe hacerlo el proveedor del equipo alternativo.

Desalentar progresivamente la importación y venta de dispositivos médicos que contengan mercurio y la utilización de mercurio en el sector de la salud, recurriendo también para ello a acuerdos multilaterales sobre medio ambiente de alcance mundial. Prestar ayuda a los países para asegurarse de que el equipo con mercurio recuperado no vuelva a la cadena de suministro. [OMS, 2005.]

A largo plazo: Respaldar la prohibición de utilizar dispositivos que contengan mercurio y promover con eficacia la utilización de alternativas sin mercurio. Ayudar a los países a elaborar un manual de orientación nacional para la gestión racional de los desechos de mercurio en la asistencia sanitaria.

Respaldar a los países en la formulación y aplicación de un plan nacional, políticas y legislación en materia de desechos generados por el sector de la salud. Promover los principios de una gestión ecológicamente racional de los desechos sanitarios que contienen mercurio, según lo establecido en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.

Respaldar la asignación de recursos humanos y financieros para garantizar la adquisición de equipos alternativos sin mercurio y una gestión racional de los desechos médicos que lo contienen. [OMS, 2005.]





Capítulo 2

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los hospitales utilizan instrumentos médicos, como los termómetros y los esfigmomanómetros que contienen cantidades de mercurio para su funcionamiento. El mercurio es un elemento peligroso que puede provocar daños severos en las personas que manejan constantemente este tipo de instrumentos en los Hospitales. El personal de Hospitales no tiene la suficiente información sobre el manejo adecuado del mantenimiento y disposición final de estos instrumentos médicos. [OMS, 2005]

En un estudio reciente se comprobó que los costos de producción de equipo alternativo sin mercurio eran muy similares a los de equipos convencionales. Los resultados de la investigación parecen indicar que hay muchas alternativas sin mercurio que pueden abarcar la amplia gama de funciones que requieren los productos de consumo. En el ámbito salud, cabe mencionar los dispositivos para la determinación de la presión sanguínea, los dispositivos gastrointestinales, los termómetros y los barómetros, y en otros estudios se incluye la utilización de fijadores de mercurio en los laboratorios.





De todos los instrumentos de mercurio utilizados en el sector salud, la cantidad más grande de este metal se destina a los esfigmomanómetros de mercurio (80 a 100 g/unidad) y su uso generalizado los convierte colectivamente en uno de los reservorios más importantes de mercurio en el ámbito salud. Con la elección de una alternativa sin mercurio, un centro de la salud puede conseguir una reducción notable de la exposición potencial para los enfermos, el personal de salud y el medio ambiente, a este metal. Los esfigmomanómetros aneroides proporcionan mediciones precisas de la presión cuando se aplica un protocolo adecuado de mantenimiento. Es importante reconocer que independientemente de los tipos de dispositivos de medición de la presión sanguínea que se utilice, los esfigmomanómetros tanto aneroides como de mercurio se deben controlar regularmente a fin de evitar errores de medición de la presión sanguínea y, en consecuencia, en el diagnóstico y el tratamiento de la hipertensión. [OMS, 2005]

El Consejo de Administración del PNUMA llegó a la conclusión de que hay pruebas suficientes de efectos adversos importantes a escala mundial debidos al mercurio para justificar una actuación internacional ulterior con objeto de reducir los riesgos que presentan estas emisiones para el medio ambiente, las personas, la flora y la fauna silvestres. El Consejo de Administración del PNUMA decidió que se debían poner en marcha medidas nacionales, regionales y mundiales lo antes posible e instó a todos los países a que adoptaran objetivos y tomaran medidas, según procediera, para identificar las poblaciones más vulnerables y reducir las emisiones derivadas de actividades humanas. [OMS, 2005]

2.3 Objetivo

Realizar una propuesta para el manejo de Hg (Mercurio) en Hospitales procedente de termómetros y esfigmomanómetros.





Para cumplir con el objetivo principal, se plantearon los siguientes objetivos particulares:

- Realizar un estudio en Hospitales sobre el uso y disposición de la instrumentación médica de termómetros y esfigmomanómetros visitando Sectores de Salud que den demostraciones de sus procedimientos.
- Estudiar el Plan de manejo de mercurio consultando publicaciones de SEMARNAT dirigidas al área del Sector Salud.
- Llevar a cabo una revisión de Legislaciones Internacionales y Nacionales relacionadas al manejo de mercurio tomando en cuenta a los principales países que aborden el tema.
- Dar a conocer los efectos toxicológicos del mercurio considerando estudios y casos abordados.
- Proponer un procedimiento sobre el manejo y mantenimiento de los termómetros y esfigmomanómetros basándose en las investigaciones previas antes mencionadas.
- Plantear las opciones de disposición final para los termómetros y esfigmomanómetros tomando en cuenta las características de cada aparato y las propiedades del mercurio.
- Elaborar trípticos sobre el manejo de mercurio dirigido al personal médico, resumiendo información de toxicología del mercurio, mantenimiento de equipos y disposición final del mercurio.

2.4 Alcance

Se propondrá un manual de buenas prácticas para el uso y disposición del mercurio en hospitales.





Capítulo 3

HOJA DE SEGURIDAD

MERCURIO Y SALES DE MERCURIO

La Hoja de Datos de Seguridad (HDS) del mercurio, se sugiere elaborar de acuerdo con el Apéndice C de la NOM-018-STPS-2000 “Sistema para la Identificación de Peligros y Riesgos por sustancias químicas peligrosas en los Centros de Trabajo”. La HDS tiene como objetivo establecer los requisitos mínimos de un sistema para la identificación y comunicación de peligros y Riesgos, por lo que debe contar solo con la información inmediata para instrumentar medidas preventivas o correctivas en el centro de trabajo

Nota: la hoja de datos de Seguridad se tomó de la Facultad de Química de la UNAM.





3.1 Generalidades

El mercurio es un metal líquido, inodoro, plateado, pesado y ligeramente volátil a temperatura ambiente, con un peso atómico de 200.59 g/mol. En estado sólido es blanco, dúctil, maleable y puede cortarse con un cuchillo. Su símbolo (Hg) se tomó de su nombre en latín: *hydrargyrum*, que significa plata líquida. Existen una gran cantidad de isótopos naturales de este elemento: 202 (29.8%), 200 (23.13 %), 199 (16.84 %), 201 (13.22%), 198 (10.02 %), 204 (6.85 %) y 196 (0.146 %).

Se encuentra en la corteza terrestre en una concentración de 0.5 ppm, en combinación con azufre, formando más de una docena de compuestos diferentes. De estos compuestos, el más importante de ellos comercialmente, es el sulfuro rojo, HgS, conocido como cinabrio, el cual contiene 86.2 % de Hg y 13.8 % de azufre. El metal obtenido puede tener una pureza hasta del 99.9 % y si se desea una pureza mayor, se purifica por destilación múltiple o refinamiento electrolítico. A partir de este mineral es de donde se obtiene el mercurio metálico, principalmente. Algunos otros minerales de mercurio son: la corderoita ($\text{Hg}_3\text{S}_2\text{Cl}_2$), la livingstonita ($\text{Hg Sb}_4\text{S}_7$), la montroidita (HgO), el calomel (HgCl) y el metacinabrio que es una forma negra de este último.

El uso, tanto del mercurio como del cinabrio, se remonta a muchos años atrás. En el siglo IV AC, Aristóteles usaba mercurio en ceremonias religiosas y el cinabrio se usó antes, como pigmento en la decoración de cuevas y del cuerpo. Los antiguos egipcios, griegos y romanos utilizaron mercurio para preparar cosméticos, medicamentos y para amalgamación. En el siglo XVI se empezó a usar para la extracción de plata mediante el método del "Patio", posteriormente se usó en la elaboración de instrumentos de medición, como se menciona más adelante, y para generar el fulminato de mercurio, un detonador de explosivos. Todo esto llevó a la expansión de la industria del mercurio a partir de 1900.





Actualmente, sus usos son variados y numerosos y dependen principalmente del aprovechamiento de sus propiedades fisicoquímicas como volumen de expansión, conductividad eléctrica, toxicidad y habilidad para alearse con otros metales. Entre las aplicaciones de este metal se encuentran: como catalizador de oxidaciones orgánicas; en recubrimiento de espejos; en lámparas de arco para generar rayos UV y lámparas fluorescentes; en instrumentos como barómetros, termómetros, hidrómetros y pirómetros; en la extracción de oro y plata de sus minerales; en la generación de amalgamas; en rectificadores eléctricos; en la determinación de nitrógeno por el método Kjeldhal; como reactivo de Millon; como cátodo en electrólisis y electroanálisis; en pilas y en la manufactura de sales de mercurio, productos farmacéuticos, agroquímicos y pinturas.

Desde luego muchos de estos usos han sido prohibidos en muchos países debido a su alta toxicidad, por ejemplo en plaguicidas, productos de lavandería, cosméticos y pinturas. Tanto el mercurio como sus sales tienen una gran resistencia a la biodegradación, por lo que se acumulan creando graves problemas de contaminación ambiental. Es por ello que existen reglamentaciones especiales para el manejo, producción y disposición de desechos, en países industrializados. Los compuestos de mercurio son generalmente coloridos. Pueden ser insolubles en agua y son muy tóxicos por ingestión o inhalación de sus polvos.

3.2 Números de identificación

Para mercurio metálico:

CAS: 7439-97-6 UN: 2809

NIOSH: OV 4550000 RCRA: U151

NOAA: 1064 STCC: 4944325

RTECS: OV4550000 NOM 114: Salud: 2 Reactividad: 0 Fuego: 0 (Metálico)

El producto está incluido en: CERCLA. y 313 MARCAJE: CORROSIVO





Para disoluciones de sales de mercurio:

UN: 2024 NOAA: 3849

Marcaje: VENENO

Para compuestos sólidos:

UN: 2025 NOAA: 1062

STCC: 4923269

Marcaje: VENENO

3.3 Sinónimos

MERCURIO COLOIDAL

En inglés:

MERCURIO ELEMENTAL MERCURY

MERCURIO METÁLICO MERCURY ELEMENT

Otros idiomas: MERCURY, METALLIC

KWIK (HOLANDES) COLLOIDAL MERCURY

MERCURE (FRANCES) NCI-C60399

MERCURIO (ITALIANO) QUICK SILVER

QUECKSILBER (ALEMAN)

3.4 Propiedades físicas

El mercurio tiene una expansión de volumen uniforme en estado líquido, lo que, en conjunto con su alta tensión superficial y su inhabilidad de mojar el vidrio lo hace muy útil en instrumentos de medición.

- Punto de fusión: $-38.87\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Punto de ebullición: $357.72\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Densidad (g/ml) : $13.534\text{ (}25\text{ }^{\circ}\text{C)}$, $13.546\text{ (}20\text{ }^{\circ}\text{C)}$, 14.43 (en el punto de fusión), 14.193 (a $-38.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, sólido) y $13.595\text{ (}0\text{ }^{\circ}\text{C)}$

- Las ecuaciones generales para calcular la presión de vapor son:

de $0\text{-}150\text{ }^{\circ}\text{C}$: $\log P = -3212.5/T + 7.15$

de $150\text{-}400\text{ }^{\circ}\text{C}$: $\log P = -3141.33/T + 7.879 - 0.00019t$

$P =$ presión de vapor en kpa; $T =$ temperatura en K; $t =$ temperatura en $^{\circ}\text{C}$.

- Calor de vaporización ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$): 14.652 kcal/mol
- Tensión superficial ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$): 484 dinas/cm





- Resistividad eléctrica (20 °C): 95.76 $\mu\text{ohm cm}$
- E (acuoso) Hg/Hg^{2+} : -0.854 V
 Hg/Hg^{2+} : 0.7961 V
 $\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}^{2+}$: 0.905 V
- Coeficiente de expansión de volumen del líquido (20 C): $182 \times 10^{-6} / \text{C}$
- Calor latente de fusión: 11.8 J/g
- Expansión de volumen: $V_t = V_0(1 + 0.18182 \times 10^{-3} t + 0.0078 \times 10^{-6} t^2)$
- Angulo de contacto de vidrio (18 °C): 128
- Distancia atómica: 3 nm
- Punto triple: 38.84168 °C
- Conductividad térmica: 0.092 W/cm² K
- Densidad crítica: 3.56 g/ml
- Temperatura crítica: 1677 °C
- Presión crítica: 558.75 mm de Hg
- Sistema cristalino: romboédrico
- Potenciales de ionización:
1er electrón: 10.43 V
2do electrón: 18.75 V
3er electrón: 34.2 V
- Presión interna: 13.04 atm
- Índice de refracción (20 °C): 1.6-1.9
- Solubilidad en agua: 20-30 $\mu\text{g/l}$. Insoluble en agua y disolventes orgánicos.
- Coeficiente de temperatura de tensión superficial: -0.19 mN/m °C
- Viscosidad (20 °C): 1.55 mPa s





- Entropía (S 298): 76.107 J/mol
- Calor de fusión: 2297 J/átomo
- Calor de vaporización: 59149 J/átomo
- Mercurio líquido, 25-357 °C:
Cp: 27.66 J/mol
- Mercurio gaseoso: Cp: 20.79 J/mol
- Calor latente de vaporización: 271.96 J/g
- Calor específico (J/g):
Sólido: 1.1335 (-75.6 °C); 0.141 (-40 °C) y 0.231 (-263.3 °C)
Líquido: 0.1418 (-36.7 °C) y 1.1335 (210 °C)

3.5 Propiedades químicas

Puro y a temperatura ambiente no se oxida, sin embargo al calentar cerca de su punto de ebullición, si lo hace, aunque lentamente, formando HgO. Forma aleaciones con muchos metales, excepto hierro (solo a temperaturas muy altas) y con azufre se combina a temperatura ambiente.

Reacciona con HNO₃ y H₂SO₄ caliente, sin embargo, no lo hace con HCl, ni con H₂SO₄ frío o álcalis. Reacciona con disoluciones de amoníaco en presencia de aire para generar Hg₂NOH (base de Millon).

Reacciona explosivamente con tetracarbonil-niquel (con agitación); ácido peroxifórmico; dióxido de cloro (con agitación); 3-bromo-propino; metil-silano y oxígeno (con agitación) y disoluciones concentradas de perclorato de plata con 2-pentino o 3-hexino.

El óxido de etileno puede contener trazas de acetileno como contaminante, con el cual, el mercurio forma acetiluros capaces de detonar.





El mercurio entra en ignición en presencia de una corriente de cloro a 200-300 °C. Lo mismo sucede con el dióxido de boro en presencia de vapores de mercurio.

Este metal, reacciona violentamente con bromo o acetiluro de sodio. Con sodio, rubidio y potasio la reacción es violenta y exotérmica. La formación de amalgamas con calcio, también es violenta. Algunos metales como Cu, Fe o Zn precipitan el metal de disoluciones neutras o ligeramente ácidas de sales de mercurio. Las sales mercúricas en presencia de NaOH, generan un precipitado amarillo de HgO y con disolución alcalina de yodo, dan HgI₂. Las sales mercuricas, por su parte, dan un precipitado negro con hidróxidos alcalinos y un precipitado blanco de calomel con HCl o cloruros solubles. Mezclas de mercurio con acetileno, amoníaco, dióxido de cloro, metil-azida, cloratos, nitratos y ácido sulfúrico caliente pueden resultar explosivas. En general es incompatible con halógenos y agentes oxidantes fuertes.

3.6 Niveles de toxicidad

RQ: 1

IDLH: 28 mg/m³

México: NORMA Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

LMPE-PPT: 0.05 mg/m³ A4 (todas las formas inorgánicas, incluyendo el metal)

LMPE-PPT: 0.05 mg/m³ (arilos como mercurio)





LMPE-PPT: 0.01 mg/m³ como Hg (absorción por la piel para compuestos de alquilos)

LMPE-CT: 0.03 mg/m³ como Hg (absorción por la piel para compuestos de alquilos)

Estados Unidos:

TLV TWA: 0.05 mg Hg /m³ (como Hg)

TLV: 0.01 mg Hg/m³ (para derivados alquilados)

Reino Unido:

Periodos largos: 0.05 mg/m³

Periodos cortos: 0.15 mg/m³

Francia:

VME: 0.05 mg/m³ (vapor)

Alemania:

MAK: 0.1 mg/m³ (0.01 ppm)

Suecia:

Nivel límite: 0.05 mg/m³ (vapor)

3.7 Manejo

Equipo de protección personal:

Evitar el contacto repetido o prolongado con la piel mediante el uso de equipo de protección apropiado como bata, lentes de seguridad, guantes y, si la cantidad usada es grande, deben usarse además, respiradores adecuados. Es necesario, tener un buen sistema de ventilación. En el caso de trabajar constantemente con este metal o sus compuestos, es necesario portar detectores.

En áreas de trabajo donde se manejan grandes cantidades de mercurio, es necesario el uso de uniformes desechables (se evita la contaminación de ellos y la absorción por piel), máscaras desechables para absorber los vapores y recipientes que contengan el mercurio y sus derivados, bien aislados. Además, los pisos





deben ser de materiales no porosos y lavarse regularmente con disoluciones diluidas de sulfuro de calcio. Los trabajadores deben bañarse diariamente y hacerse examinar periódicamente, incluyendo en el examen, análisis de sangre y orina.

Existen materiales sintéticos como policloruro de vinilo, poliuretano, hule de nitrilo, Viton, hule butílico y neopreno, los cuales son resistentes al mercurio y se usan para la elaboración de equipo de seguridad como guantes, delantales y botas. Para trasvasar pequeñas cantidades de disoluciones de sales de mercurio, debe usarse propipeta, NUNCA ASPIRAR CON LA BOCA.

3.8 Riesgos

Riesgos de fuego y explosión:

A pesar de que el mercurio metálico es un material no inflamable, debe tenerse especial cuidado en los incendios que lo involucren, pues los vapores de mercurio son venenosos.

3.8.1 Riesgos a la salud

Tanto el mercurio metálico, como sus sales orgánicas e inorgánicas son venenos protoplásmicos, fatales para humanos, animales y plantas. Los más tóxicos son los compuestos orgánicos y de ellos, los derivados alquilados.

Los factores que determinan los efectos tóxicos en humanos, son la velocidad y la cantidad absorbida, las propiedades fisicoquímicas de los compuestos y la susceptibilidad del individuo. El mercurio y sus compuestos pueden ingresar al cuerpo a través de la piel y los tractos gastrointestinal y respiratorio. En el caso del





mercurio metálico la principal forma de entrar al organismo es en forma de vapor, la cantidad que se absorbe a través de la piel es mínima.

Los compuestos inorgánicos de mercurio, después de que han ingresado al organismo, son absorbidos y disociados por los fluidos corporales y la sangre, siendo distribuidos al plasma y eritrocitos. Los aril-compuestos y los alcoxi derivados se descomponen en iones mercurio y sufren el mismo proceso mencionado arriba. En cambio, los derivados alquilados se encontraron más en células sanguíneas que en plasma, probablemente por su gran estabilidad y su solubilidad peculiar. Estos compuestos afectan el sistema nervioso central y se acumulan en el cerebro, siendo eliminados más lentamente del organismo que las sales inorgánicas y los aril y alcoxi derivados.

Los compuestos alquilados tienen una vida media de eliminación de 50-60 días mientras que para los demás compuestos se tiene un valor de 30- 60 días. Estos valores dependen de la naturaleza del compuesto, la dosis, el modo y la velocidad de entrada al organismo, como ya se mencionó.

Las sales solubles en agua producen severos efectos corrosivos en la piel y membranas mucosas, provocando náusea severa, vómito, dolor abdominal, diarrea con sangre, da o a los riñones y la muerte puede ocurrir en los siguientes 10 días.

Una exposición crónica provoca inflamación de la boca, salivación excesiva, pérdida de los dientes, daño a los riñones, temblores musculares, espasmos de las extremidades, cambios de personalidad, depresión e irritabilidad.

Generalmente los compuestos de mercurio presentan bajas presiones de vapor, por lo que no contribuyen a la presencia de vapores tóxicos en áreas de trabajo, lo que si sucede con el mercurio metálico.





El vapor o neblina de este metal irrita los ojos, las membranas mucosas y el tracto respiratorio superior. Puede causar reacciones alérgicas y disturbios del sistema nervioso.

Inhalación: Esta es la principal ruta de entrada al organismo de mercurio elemental, ya que vaporiza a temperatura ambiente y es absorbido por los pulmones. De aquí, es rápidamente absorbido y distribuido por la sangre. Aproximadamente 1 % del metal absorbido se almacena en el cerebro de mamíferos, donde puede permanecer por mucho tiempo, el resto se transporta al hígado y riñones donde es secretado a través de la bilis y la orina.

La **inhalación** de una concentración alta causa edema pulmonar agudo y neumonitis intersticial, la cual, puede ser fatal o generar tos persistente. Otros efectos son: salivación, dolor abdominal, dolor en el pecho, náusea, vómito y diarrea. Se ha observado que conejos expuestos a una concentración de 28.8 mg/m³ por 4 horas sufren daños severos en cerebro, hígado, riñones, corazón y colon.

Los síntomas de daños crónicos son: cambios en el comportamiento como depresión e irritabilidad, temblores y pérdida de apetito y peso. Los cambios de comportamiento son más marcados en trabajadores expuestos a niveles arriba de 0.05mg/m³, mientras que los temblores se presentan a esta concentración y menores. Una vez que la exposición se evita, los signos de daño neurológico pueden presentarse de vez en cuando, pero en la mayoría de los casos se agravan con el tiempo. También pueden pelarse las manos y pies en exposiciones crónicas sin embargo, esto es menos común.

Contacto con ojos: Los irrita.





Contacto con la piel: El mercurio se absorbe a través de la piel (en cantidades mínimas) causando los síntomas ya mencionados. Se ha informado de dermatitis por contacto y sensibilidad a este metal en estudiantes de odontología. En estudios con voluntarios se observó que la velocidad de entrada de los vapores de mercurio a través de la piel fue de 2.2 % de aquella absorbida por pulmones, por lo que el peligro por absorción por la piel es mínimo.

Ingestión: En estudios con ratas solo se observó una pequeña cantidad de metal absorbido después de la ingestión.

Carcinogenicidad: A pesar de que se le asoció a problemas de glioblastomas, en estudios recientes se han tenido resultados negativos en cuanto a la carcinogenicidad del mercurio en humanos y animales de laboratorio.

Mutagenicidad: Se han observado resultados positivos de compuestos inorgánicos y orgánicos de mercurio en estudios con *Drosophilla melanogaster*. En cuanto a humanos, se han reportado resultados positivos y negativos de aberración cromosomal, por lo que no es claro el efecto de este producto.

Peligros reproductivos: Se ha observado que el mercurio traspasa la placenta, en estudios con monos expuestos a vapores del metal. También se han reportado, en mujeres ocupacionalmente expuestas al mercurio, complicaciones en el embarazo, en el parto, bebés de bajo peso, disturbios en la menstruación, abortos espontáneos y en el caso de incidencia, malformaciones en el feto. En ratas se han encontrado, además, defectos en el cráneo de fetos provenientes de madres expuestas de manera crónica a vapores de mercurio. También los compuestos organo-mercurados han provocado efectos embriotóxicos y teratogénicos





3.9 Acciones de emergencia

Primeros auxilios:

En todos los casos, la ropa contaminada debe ser almacenada para su descontaminación posterior y la víctima debe permanecer en observación.

Uno de los antídotos usados en este caso de intoxicación es el Dimercaprol, sin embargo debe suministrarse por personal calificado pues, un exceso, puede ser mortal.

Inhalación: Transportar a la persona lesionada a un área bien ventilada. Si la respiración se ha detenido, proporcionar respiración artificial. Si la respiración es dificultosa, proporcionar oxígeno.

Mantener a la víctima sentada, abrigada y en reposo. Pueden presentarse convulsiones y pérdida de la consciencia.

Ojos: Lavarlos inmediatamente con agua corriente, por lo menos durante 15 minutos. Asegurándose de abrir los párpados. No utilizar lentes de contacto al trabajar con este producto.

Piel: Lavar la zona afectada con agua y jabón. Eliminar la ropa contaminada, si es necesario. Otra opción es lavar con jabón ligeramente alcalino y una pasta de azufre y agua. Para asegurarse que no existen residuos del metal, puede utilizarse una disolución de sulfuro de sodio y rociarla sobre el área afectada, la aparición de una coloración café oscuro o rojiza es señal de presencia de mercurio. El mercurio residual, puede eliminarse con vinagre y después, lavar con agua oxigenada para eliminar el olor a sulfuro de hidrógeno.





Ingestión: Lavar la boca con agua. No provocar el vómito. Si la víctima está consciente dar a beber agua. Si se encuentra inconsciente, tratar como una intoxicación por inhalación.

EN TODOS LOS CASOS DE EXPOSICIÓN, EL PACIENTE DEBE SER TRANSPORTADO AL HOSPITAL TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE.

Control de fuego:

Enfriar los contenedores afectados con grandes cantidades de agua. El agente extinguidor dependerá del tipo de material que se queme, ya que el mercurio no se quema o lo hace con dificultad. Usar agua para bajar el vapor, evitando que llegue a fuentes de agua y drenaje, pues los vapores de mercurio son muy tóxicos. Toda el agua contaminada debe almacenarse para su tratamiento posterior.

Las mismas acciones se llevan a cabo en el caso de que estén involucradas sales en estado sólido o como disoluciones de mercurio. En general, ni las disoluciones, ni los sólidos son inflamables o arden con dificultad, sin embargo pueden generarse vapores tóxicos al calentarse.

Fugas y derrames:

Debe utilizarse el equipo de seguridad adecuado como bata, guantes, lentes de seguridad y cubierta de zapatos. En caso de que la cantidad derramada sea grande, deberán usarse respirador y detectores de vapores de mercurio.

En el caso de derrames de mercurio metálico, lo importante es evitar que el mercurio derramado se evapore. Para ello existen dos formas de tratarlo: convertirlo en compuestos insolubles en agua y amalgamándolo.





En el primer caso para convertirlo a compuesto insoluble en agua, lo más común es convertirlo a sulfuro de mercurio, espolvoreando azufre sobre el metal derramado. En el caso de la amalgamación, se mezcla con polvo de metales los cuales se mencionan más adelante o bien, los productos comerciales disponibles para este efecto.

De manera general, el material derramado debe mantenerse alejado de fuentes de agua y drenajes, para lo cual se construyen diques que lo contenga. Debe ventilarse el área y evacuarla.

En el caso de derrames pequeños existen diferentes métodos para recoger el material:

a) El metal se puede recoger al mezclarlo con zinc metálico en polvo o granulado, el cual se rocía con una disolución diluida de ácido sulfúrico formando una pasta. Esta pasta es especialmente útil para recuperar el metal de fisuras o hendiduras. Una vez seca la pasta se barre y se coloca en bolsas especiales para su posterior tratamiento.

b) Cubriéndolo con una mezcla 50:50 de azufre e hidróxido de calcio en agua. Se deja por 12 horas, se recoge el sólido y se lava con agua la zona afectada. Puede usarse azufre solo.

c) Mediante succión con goteros y recogerlo en una bolsa de plástico. Desde luego esto solo se podrá hacer en caso de que el derrame sea solo de unas gotas como sucede cuando se rompen termómetros. En estos casos también debe descontaminarse el vidrio involucrado, por ejemplo con una disolución al 20 % de sulfuro o tiosulfato de sodio.

d) Existen productos comerciales que contienen hierro entre otros materiales, que amalgama el mercurio derramado, de esta forma se recoge con un imán cubierto





con una bolsa de plástico la cual sirve también, para almacenar el producto derramado.

También existen en el mercado lámparas especiales de halógeno para detectar pequeñas partículas del metal que no se detecten a simple vista.

Para recoger derrames mayores, deben usarse limpiadores al vacío especiales y después lavar con disoluciones diluidas de sulfuro de calcio. También pueden usarse los productos comerciales mencionados arriba, aunque se recomienda contactar con personal especializado que oriente sobre la atención de la emergencia.

Existen varias opciones para adsorber los vapores de mercurio provenientes de reactores o tanques de almacenamiento:

- a) Con carbón activado, el cual no es muy eficiente pero puede regenerarse
- b) Mediante carbón activado que contiene azufre, sin embargo éste no puede regenerarse
- c) Mediante el uso de dispositivos que contienen oro o plata, con los cuales el mercurio se amalgama fácilmente, una vez saturados, el mercurio se recupera fácilmente por calentamiento de estos dispositivos. También pueden utilizarse otros metales como cobre y zinc.

Un problema grave es la recuperación de mercurio de líquidos, una opción involucra el uso de carbón activado impregnado con plata. El líquido que contiene mercurio se pasa a través de una cama de este polvo, la cual se encuentra sobre soportes de níquel o polietileno. Otro método consiste en pasar la disolución por resinas de intercambio iónico del tipo de sales cuaternarias de amonio.





Por otro lado, en el caso de derrame en tierra, el mercurio derramado se queda en la superficie, pero se recomienda excavar más profundamente para asegurarse de recoger todo el material contaminado. El mercurio puede recuperarse, posteriormente por destilación o usando agentes amalgamadores a base de hierro. En este último caso la tierra se suspende en agua y se usa un magneto para agitarla, recuperándose el material derramado. También en este caso se puede usar el imán cubierto por una bolsa de plástico, como se mencionó arriba. Es necesario hacer pruebas a la tierra para asegurarse que se eliminó todo el mercurio derramado.

Para el caso de sales de mercurio:

Si el derrame es de compuestos de mercurio, cubrir con arena usando de 10 a 20 veces la cantidad.

En el caso de derivados orgánicos de mercurio, es mejor utilizar un sistema lavador de gases para recogerlos. Una opción eficiente y económica es utilizar disoluciones acuosas de hidróxido, hipoclorito o sulfuro de sodio, los cuales se recirculan a través del sistema lavador de gases hasta que la disolución se satura.

De manera general: no tocar, ni caminar sobre el material derramado y contener el derrame.

Si el derrame es de disoluciones, utilizar arena u otro absorbente no combustible y después de recoger el material, almacenarlo en un lugar seguro. Si el derrame es grande, entonces deben de construirse diques para contenerlo e, igualmente, absorberlo.

Si el derrame es de sales en estado sólido: recoger el material derramado con palas y colocarlo en recipientes secos, evitando que se levante polvo.





En todos los casos, el material contaminado debe ser tratado adecuadamente, pues debe recordarse que tanto el metal como sus compuestos son altamente tóxicos.

Desechos:

Siempre debe utilizarse el equipo de protección adecuado como son: bata, lentes de seguridad, guantes de hule y, si la cantidad es grande, un respirador adecuado para vapores de mercurio.

El mercurio elemental puede ser recuperado y reusado.

Para el caso de sales solubles en agua: disolver el material en agua y acidular la disolución.

Precipitar el mercurio en forma de sulfuro y después neutralizar para asegurar la precipitación completa. El sólido se filtra, se trata y se manda a confinamiento. El filtrado debe tratarse con hipoclorito de sodio para eliminar el exceso de sulfuros y después desecharlo al drenaje.

Si las sales son insolubles, se procesan adecuadamente y se mandan a confinamiento.

3.10 Almacenamiento

Nunca deben usarse pisos de madera, no deben existir fisuras, pues en ellas puede quedar mercurio después de un derrame.

Los contenedores deben tener un recipiente bajo ellos que sea capaz de retener el producto en caso de que el primero se rompa. Además deben contener una capa de agua, en lugares a prueba de fuego y aislados de acetileno, amoníaco y azidas.





3.11 Requisitos de transporte y empaque:

Transportación marítima:

Código IMDG: 8191

Clase: 8

Marcaje: corrosivo

Transportación aérea:

Marcaje: corrosivo

Código ICAO/IATA: 2809

Clase: 8

Cantidad máxima en vuelos comerciales y de carga: 35 Kg





Capítulo 4

LEGISLACIONES INTERNACIONALES Y NACIONALES

4.1 Legislación Internacional

4.1.1 Legislación en Estados Unidos, Agencia de Protección Ambiental (United States Environmental Protection Agency -USEPA)

En la Sección 112 (n) (1) (B) de la Ley de Aire Limpio (CAA), modificada en 1990, requiere que en los EE.UU la Agencia de Protección Ambiental (EPA de los EE.UU.) presente un estudio sobre las emisiones atmosféricas de mercurio en el Congreso. Las fuentes de las emisiones que deben ser estudiados incluyen la compañía de unidades eléctricas para la producción de vapor, las unidades de combustión de residuos municipales y de otras fuentes, incluidas las fuentes de área. El Congreso ordenó que el estudio de Mercurio evaluara muchos aspectos de las emisiones de mercurio, incluyendo la tasa y la masa de las emisiones, la salud y el medio ambiente, tecnologías para el control de esas emisiones y los





costos de dichos controles. En respuesta a este mandato, la EPA de EE.UU. ha preparado ocho volúmenes “Reporte del estudio de Mercurio al Congreso//Mercury Study Report to Congress” [USEPA, 1997]

En el Reporte al Congreso: Potencial de exportación de mercurio, los compuestos de los Estados Unidos para la conversión a mercurio elemental, para cada compuesto de mercurio persona seleccionada, la EPA evaluó la viabilidad tecnológica y la viabilidad económica de la creación, envío y procesamiento de los compuestos en el mercurio elemental. [USEPA, 2009]

En la **tabla 4.1** se observan los puntos del Reporte al Congreso.

En el Volumen I del Reporte al Congreso es un informe que no cuantifica el riesgo de exposición al mercurio debido a la incertidumbre científica en una serie de áreas importantes. El informe identifica las áreas donde se necesitan más investigaciones para proporcionar una evaluación cuantitativa del riesgo. [USEPA, 1997]

En la **tabla 4.2** se puede ver brevemente como está conformado el Reporte al Congreso Volumen I.

El Volumen II del Reporte al Congreso está enfocado a las estimaciones de emisiones de mercurio procedentes de fuentes antropogénicas y proporciona descripciones de procesos abreviados, las opciones de control de la técnica, factores de emisión y los niveles de actividad de estas fuentes.

La información contenida en este volumen es útil en la identificación de las categorías de fuentes que emiten mercurio, en la elección de candidatos potenciales a la reducción de las emisiones de mercurio y en la evaluación de posibles tecnologías de control o sustitución de materiales o eliminación que se podrían utilizar para lograr estas reducciones. [USEPA, 1997]

En la **tabla 4.3** está planteada la estructura del ya mencionado Reporte al Congreso Volumen II.





Figura 4.1 Reporte al Congreso: Potencial de exportación de mercurio, compuestos de Estados Unidos para la conversión en mercurio elemental.





Figura 4.2 Reporte del Estudio de mercurio al Congreso; Volumen I; Resumen Ejecutivo

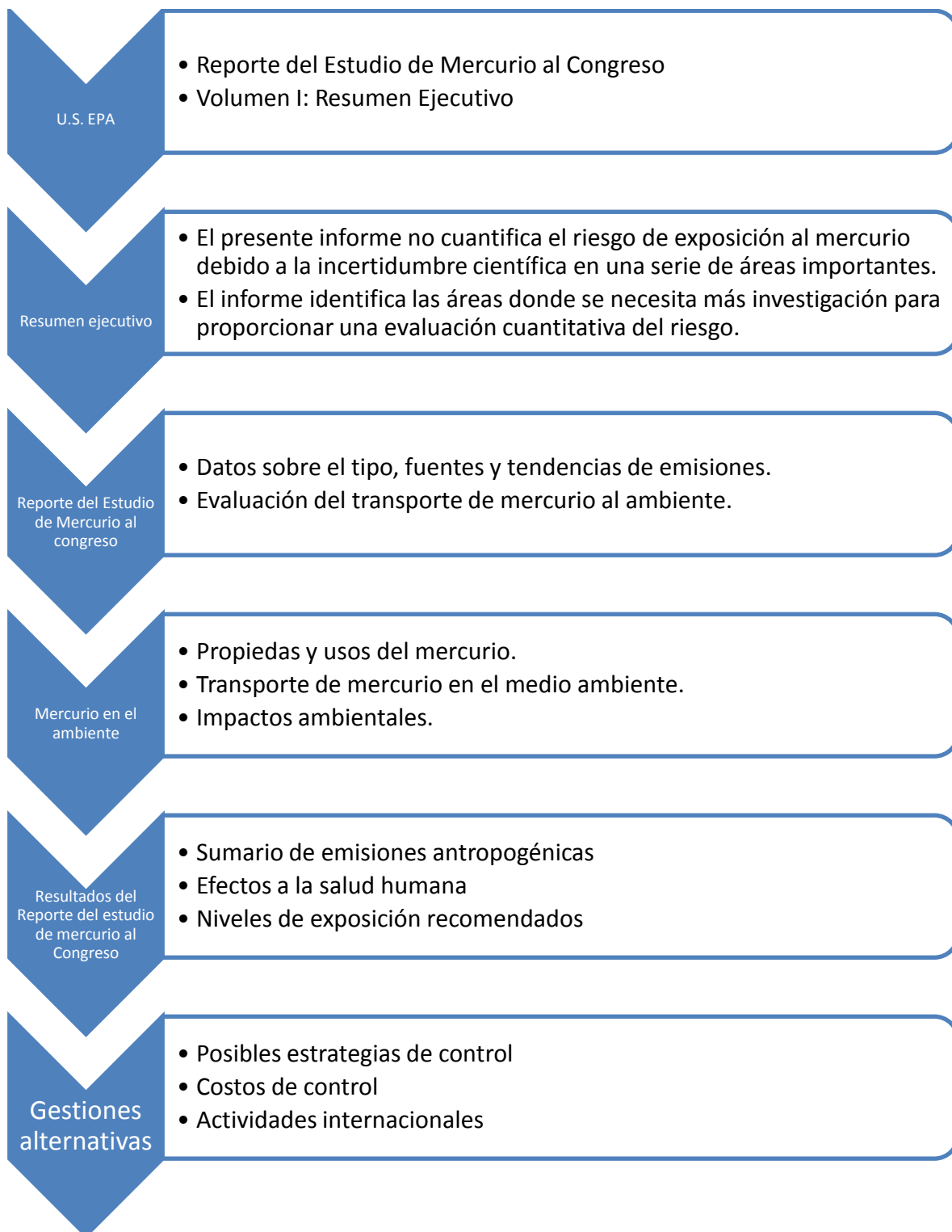
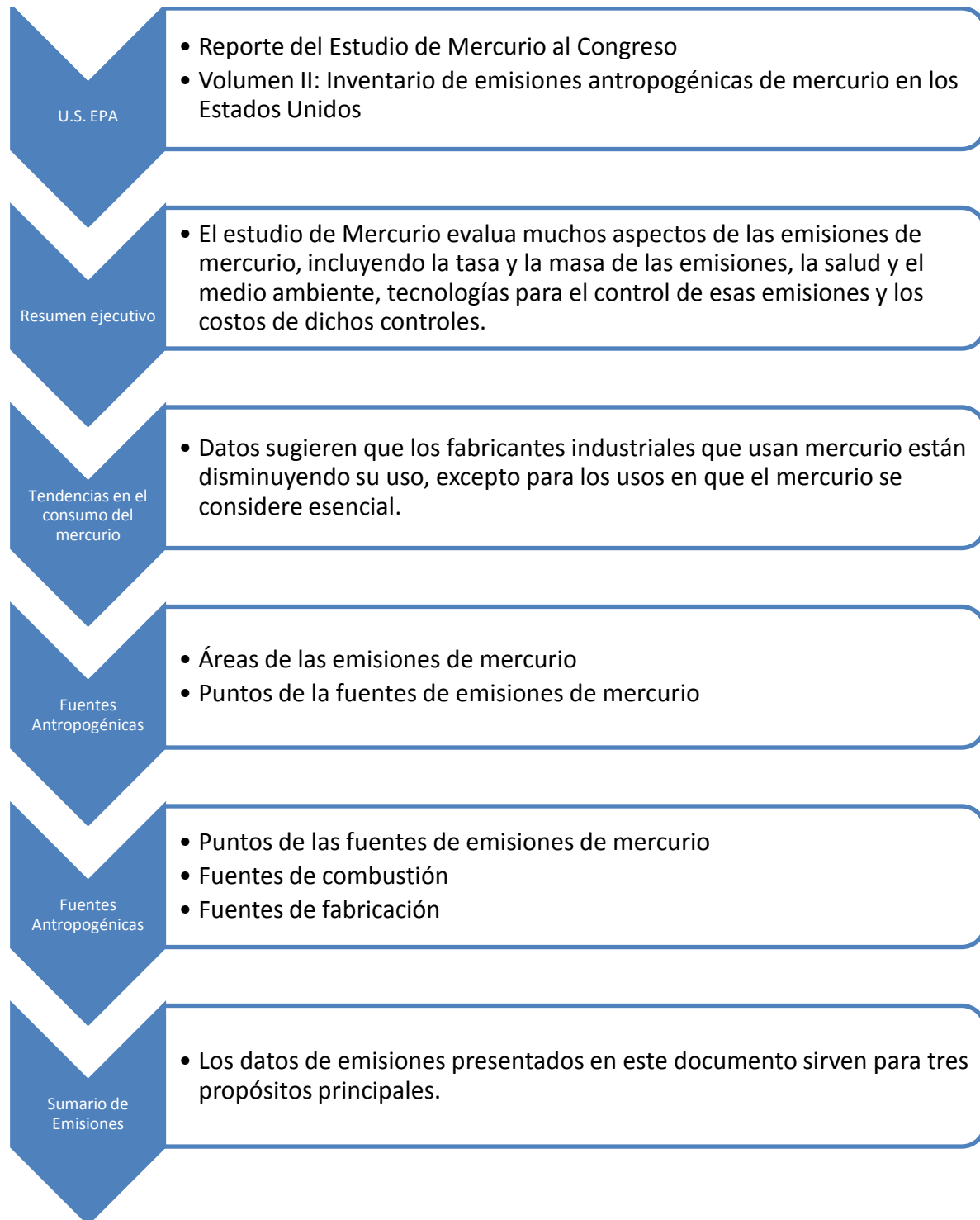




Figura 4.3 Reporte del Estudio de mercurio al Congreso. Volumen II: Inventario de emisiones antropogénicas de mercurio en los Estados Unidos

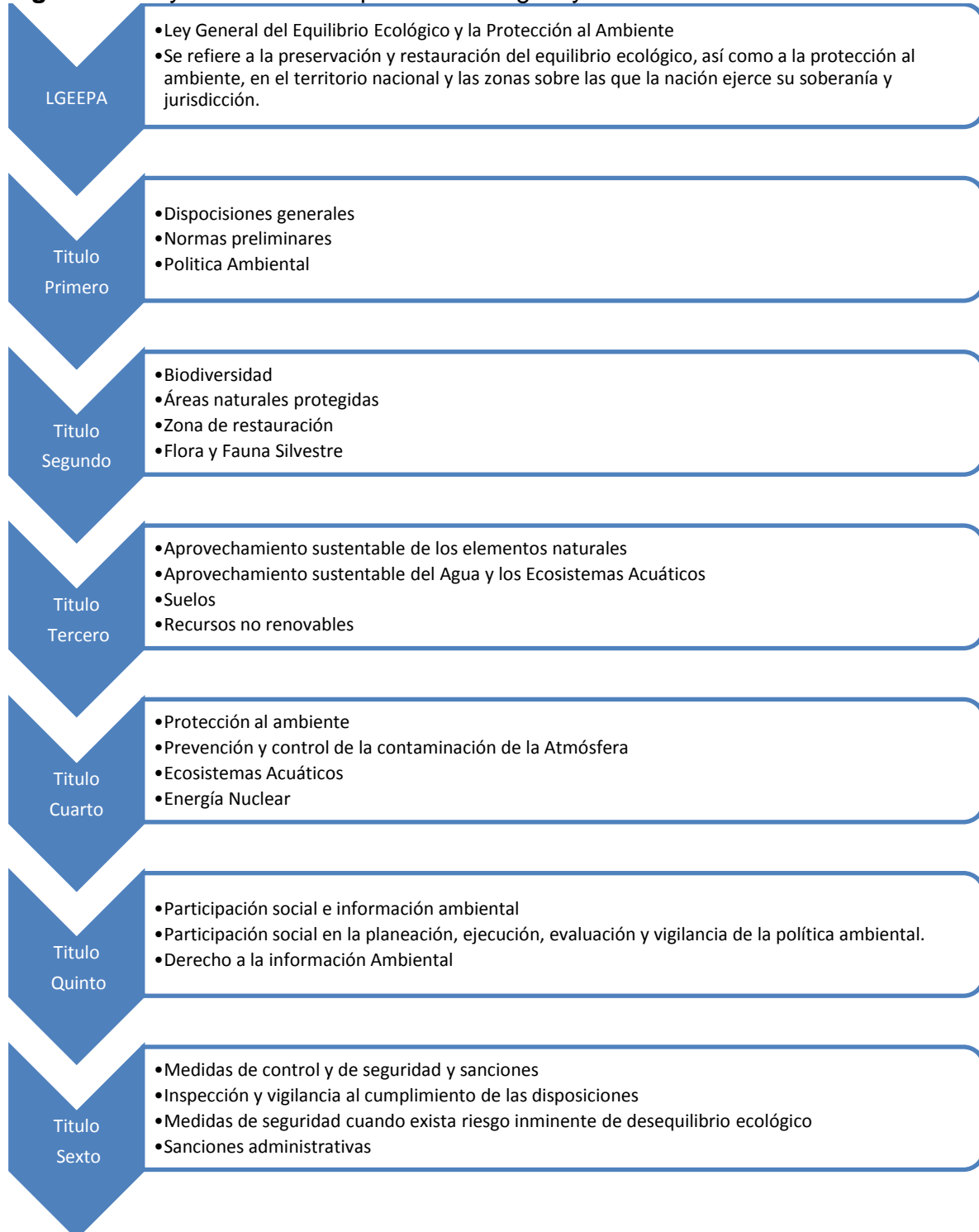




4.2 Legislación Nacional

4.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

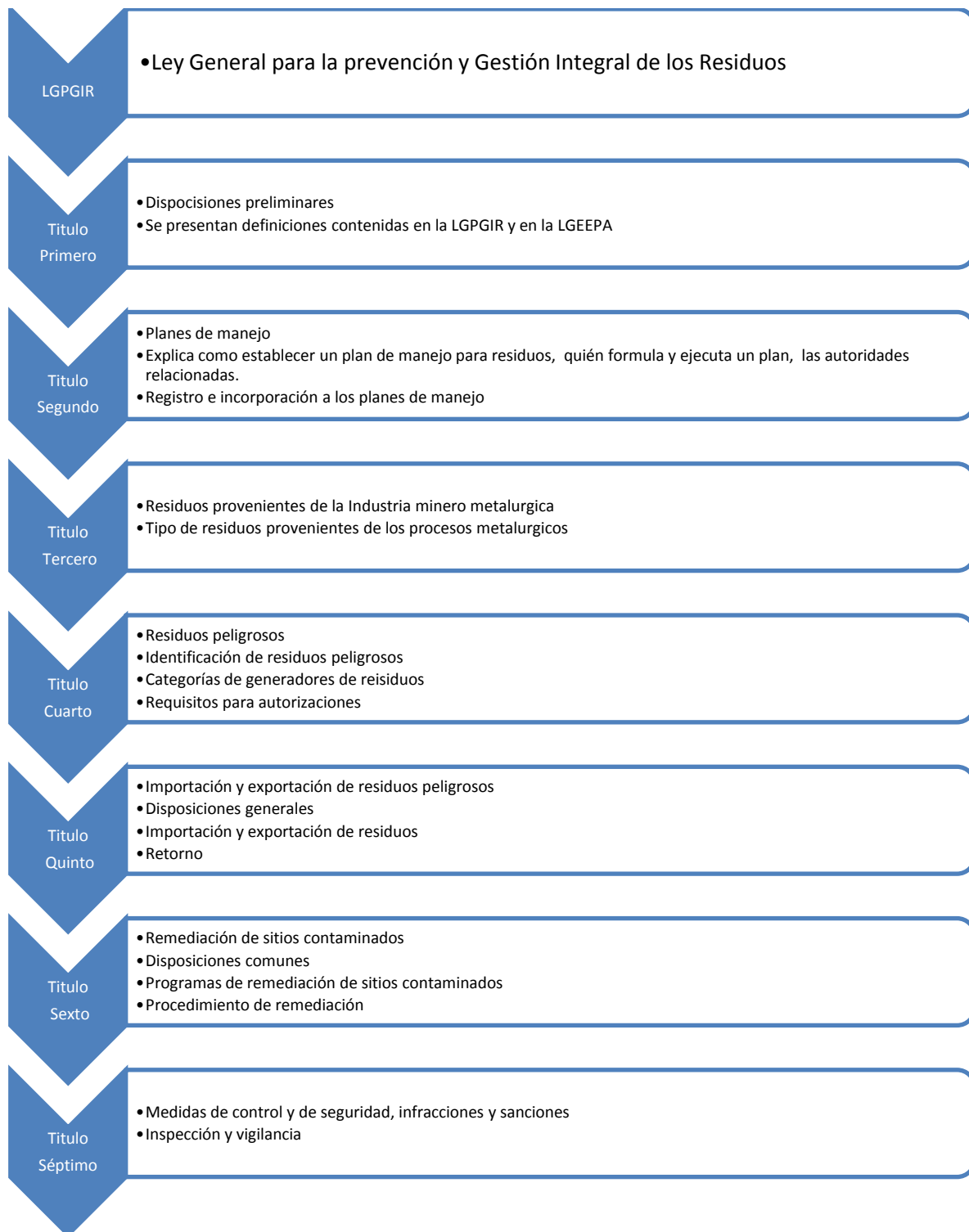
Figura 4.4 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente





4.2.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

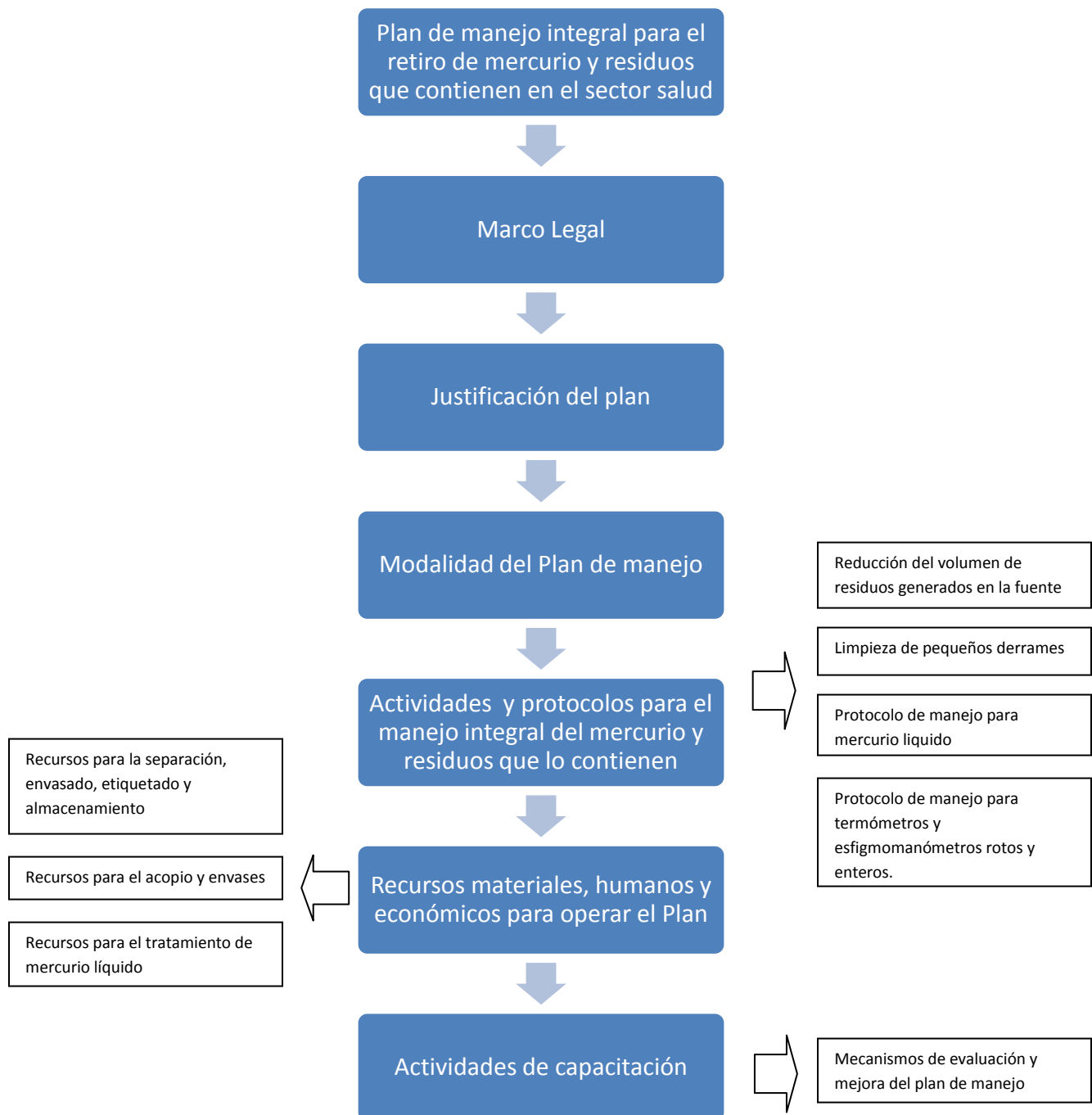
Figura 4.5 Ley General la Prevención y Gestión Integral de Residuos





4.2.3 Plan de manejo integral para el retiro de mercurio y residuos que contienen en el sector salud

Figura 4.6 Plan de manejo integral para el retiro de mercurio y residuos que contienen en el sector salud





Capítulo 5

USOS Y MANEJO DE MERCURIO EN HOSPITALES

5.1 Antecedentes

El mercurio es un metal pesado presente en la naturaleza. A temperatura y presión ambiente, se presenta como un líquido blanco plateado que se evapora con facilidad pudiendo permanecer en la atmósfera hasta un año. Cuando se libera en el aire, éste lo transporta y se deposita en todas partes. En último término el mercurio se acumula en los sedimentos de lagos, donde se transforma en su forma orgánica más tóxica, el mercurio de metilo, que se puede acumular en el tejido de los peces. [OMS, 2005]

El mercurio es muy tóxico, en particular cuando se metaboliza para formar mercurio de metilo. Puede ser mortal por inhalación y perjudicial por absorción cutánea. Alrededor del 80% del vapor de mercurio inhalado pasa a la sangre a





través de los pulmones. Puede tener efectos perjudiciales en los sistemas nervioso, digestivo, respiratorio e inmunitario y en los riñones, además de provocar daños pulmonares. Los efectos adversos de la exposición al mercurio para la salud pueden ser los siguientes: temblores, trastornos de la visión y la audición, parálisis, insomnio, inestabilidad emocional, deficiencia del crecimiento durante el desarrollo fetal y problemas de concentración y retraso en el desarrollo durante la infancia. Estudios recientes parecen indicar que el mercurio tal vez carezca de umbral por debajo del cual no se producen algunos efectos adversos. [OMS, 2005]

5.2 Aparatos médicos

5.2.1 Esfigmomanómetro

Presión arterial

Se usan indistintamente los términos de: Presión Sanguínea (fuerza que ejerce la sangre contra la pared de las arterias) y Tensión arterial (Resistencia que oponen las paredes al paso de la sangre). La presión arterial es la presión que ejerce la sangre contra la pared de las arterias cuando se contrae el ventrículo izquierdo del corazón, la sangre es expulsada por la aorta y viaja por las grandes arterias hasta las más pequeñas; está determinada fundamentalmente por la fuerza de la contracción ventricular izquierda y por la resistencia arteriolar. Alcanzando su punto máximo en correspondencia con el sístole ventricular (presión sistólica o máxima) y su mínimo en relación con el diástole ventricular que sería la presión diastólica o mínima, PAD. [Bravo, 2009]

Factores que determinan la presión arterial :

- Gasto cardíaco, el cual afecta la presión sistólica.





- Resistencia vascular periférica, reflejada preferentemente por la presión diastólica.
- En menor grado la volemia, la viscosidad de la sangre, elasticidad de la aorta y grandes arteria [Bravo, 2009]

Instrumento de medida de la Presión Arterial

Los instrumentos empleados para medir la PA son los tensiómetros o esfigmomanómetros, que están compuestos por un manómetro (la parte del equipo con la que se realiza la lectura de la PA, que puede ser de mercurio, aneroides o electrónico) y un manguito, que se pone rodeando el brazo del paciente, compuesto por una funda de tela que engloba a una cámara, que puede hincharse mediante la presión ejercida con la mano sobre una pera de goma (tensiómetros de mercurio y aneroides) o por un sistema eléctrico (tensiómetro electrónico). [Bravo, 2009]

La técnica de referencia para la medida de la PA es su determinación en la consulta sanitaria mediante un esfigmomanómetro de mercurio. Pueden utilizarse también esfigmomanómetros aneroides recientemente calibrados o aparatos electrónicos validados. La normativa de la Unión Europea preconiza la retirada paulatina de los dispositivos clínicos que contienen mercurio, por lo que es muy probable que en un futuro próximo la medida de la PA se realice solo con dispositivos electrónicos. [Bravo, 2009]

En la **tabla 5.1** se presentan los diferentes tipos de esfigmomanómetros, así como sus principales características, utilización y ventajas en el sector salud.





Tabla 5.1 Instrumentos de medida de la presión arterial

Aparato	Características	Utilización	Ventajas
Esfigmomanómetro de mercurio	Columna de mercurio graduada de 2 en 2 mmHg. Brazal y bolsa insuflable. Pera, válvula y conexiones de goma.	Colocación del aparato en una superficie plana, a la altura de los ojos. Revisiones y calibraciones anuales de todo el aparato.	Aparato de mecanismo sencillo, preciso y barato y el más utilizado para el diagnóstico. Aparato utilizado en la mayoría de ensayos clínicos.
Manómetro aneroide	Esfera con aguja indicadora. Brazal y bolsa insuflable. Pera, válvula y conexiones de goma.	Revisiones y calibraciones cada 6 meses por especialistas, dado que se descalibra más fácilmente que los otros tipos de tensiómetros.	Fácil manejo. Poco peso. Ocupa poco espacio.
Manómetro electrónico Semiautomático (inflado manual) Automático (inflado por compresor)	Pantalla indicadora de cifras de PA, con sistema de insuflación electrónica integrado (en los automáticos) Brazal y bolsa insuflable. Pera, válvula y conexiones de goma (en los semiautomáticos) Aparatos validados	Para la medida de PA en la consulta y para la Automedida de la PA (AMPA). Revisiones y calibraciones cada año con un aparato de mercurio.	Fácil manejo. Fiable y asequible. Cómodo. En AMPA: <ul style="list-style-type: none">• Mejor reproducibilidad que la toma de PA en la clínica.• Permite conocer el perfil tensional diurno.• Contribuye a la mejor evaluación de la eficacia antihipertensiva en los diferentes regímenes terapéuticos.• Reducción del coste farmacéutico y de las visitas clínicas.

Fuente: Toma de la Presión Arterial e instrumentos de medida (2010)

Descripción del equipo:

El tensiómetro está constituido por las siguientes partes:

- Manómetro de mercurio o aneroide





- Manguito
- Bomba de caucho que infla la bolsa dentro del brazalete con aire.
- Tubo conector, que une la bomba con la bolsa y el manómetro.

Se aconseja que la cámara o bolsa hinchable tenga una anchura del 40% y una longitud del 80% de la circunferencia del brazo. Un manguito con una cámara demasiado corta o estrecha sobrevalorará la PA, mientras que si es demasiado larga o ancha infraestimarán las cifras de PA. En caso de duda es preferible utilizar un manguito tan grande como sea posible, pues el error de infraestimación es menor que el de sobrevaloración en los casos de usar un brazal demasiado estrecho. [Bravo, 2009]

Las **tabla 5.2** y **5.3** muestran cuales son las medidas recomendadas por dos instituciones en cuanto al tipo de manguito utilizado en el esfigmomanómetro y con qué tipo de pacientes son recomendables.

Tabla 5.2 Recomendaciones sobre el tamaño de la cámara en adultos

Sociedad Británica de Hipertensión	
Tipo manguito	Dimensiones de la cámara
Estándar	12 x 26 cm (útiles para la mayoría de sujetos)
Grande	12 x 40 cm (para sujetos con sobrepeso)
Pequeño	12 x 18 (para sujetos delgados y niños)
Asociación Americana del corazón	
Tipo manguito	Dimensiones de la cámara
Pequeño	10 x 24 (uso con perímetro del brazo de 22-26 cm)
Estándar	13 x 30 cm (uso con perímetro del brazo de 27-34 cm)
Grande	16 x 38 cm (uso con perímetro del brazo de 35-44 cm)
Muy grande	20 x 42 (uso con perímetro del brazo de 45-52 cm)

Fuente: Toma de la Presión Arterial e instrumentos de medida (2010)





Tabla 5.3 Recomendaciones sobre el tamaño de la cámara en niños

Edad	Dimensiones de la cámara
Neonatos	4 x 8 cm (perímetro del brazo de 5-7,5 cm)
1-4 años	6 x 12 cm (perímetro del brazo de 7,5-13 cm)
5-8 años	9 x 18 cm (perímetro del brazo de 45-52 cm)
9-12 años	10 x 24 cm

Fuente: Toma de la Presión Arterial e instrumentos de medida (2010)

Las partes del esfigmomanómetro son:

Manguito:

El manguito está compuesto de una bolsa de goma rectangular hinchable recubierta por otra de tela, dos tubos de goma uno para la conexión con la bolsa y otro para la conexión con una pera de goma que permite insuflar aire. [Bravo, 2009]

Ver figuras 5.3 y 5.4

Manómetro:

Señala la cantidad de presión ejercida por la cámara inflable sobre el brazo y sobre la arteria que está debajo, mediante el desplazamiento de la barra de mercurio por un tubo de vidrio hueco y con los números claramente marcados. [Bravo, 2009]

Ver figura 5.1

Tubo conector:

Une la bomba con la bolsa y el manómetro. [Bravo, 2009]

Ver figura 5.1

Pera de goma de insuflación (Bomba de caucho):

Infla la bolsa dentro del brazalete con aire. [Bravo, 2009]

Ver figura 5.5





Válvula de la pera:

Controla el flujo de aire que entra o sale de la cámara. [Bravo, 2009]

Ver **figura 5.1**

Fonendoscopio

Para auscultar los ruidos de la Presión Arterial se usa el fonendoscopio, el cual está constituido por una cápsula de resonancia, 2 auriculares y tubos de conexión. La cápsula se aplica sobre la zona arterial explorada, transmitiendo el sonido ampliado a los auriculares por medio de los tubos de conexión. Los tubos no deben tener más de 30 cm. de largo para evitar la distorsión del sonido. [Bravo, 2009]

Ver **figura 5.6**



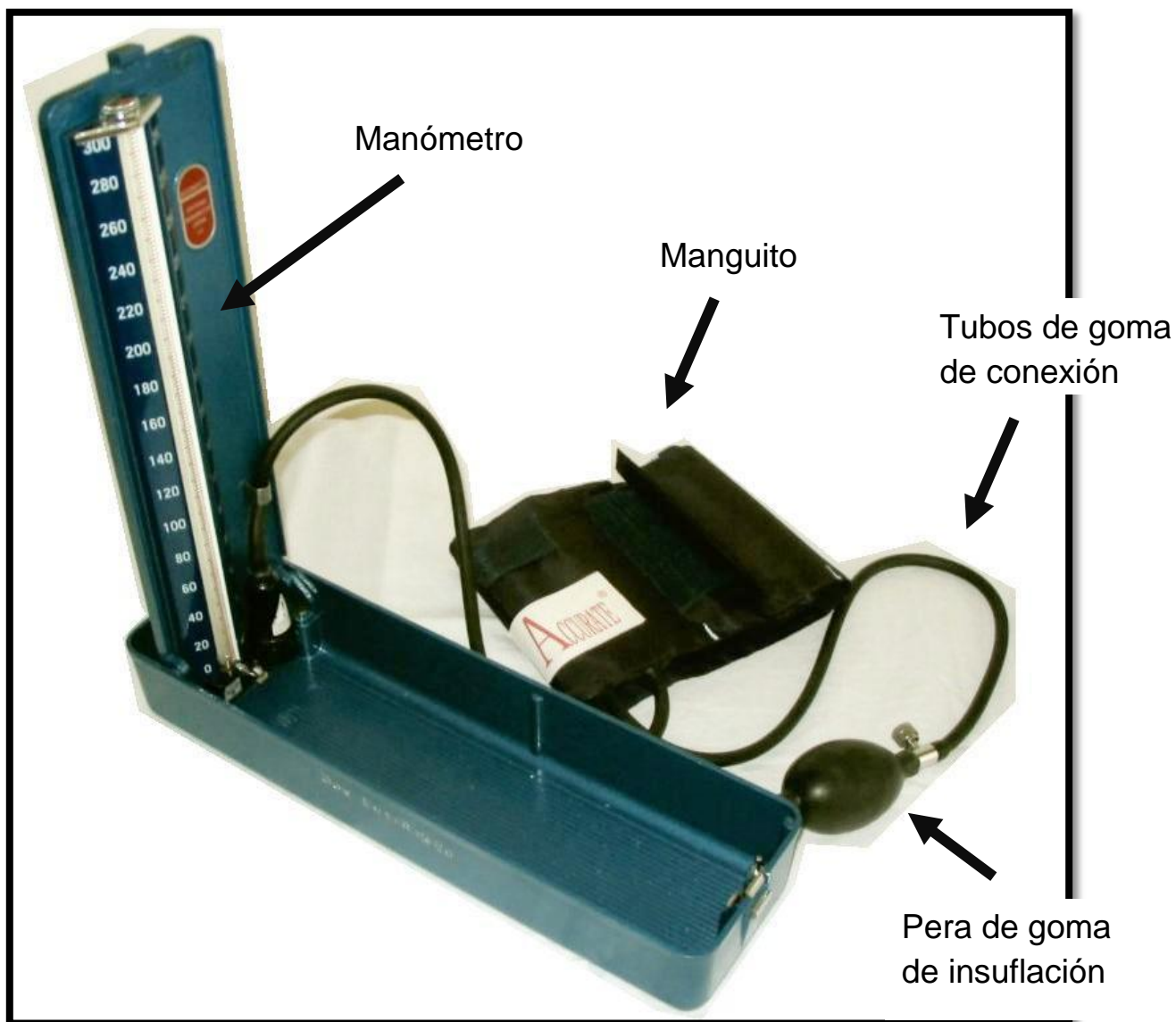


Ilustración 3 Figura 5.1 Partes del esfigmomanómetro. Presión arterial, 2005.

Funcionamiento:

- El nivel del mercurio debe estar en 0
- El tubo debe estar limpio
- El mercurio debe caer con facilidad
- La columna debe caer en forma vertical a nivel de los ojos



Ilustración 4 Figura 5.2 Manguito

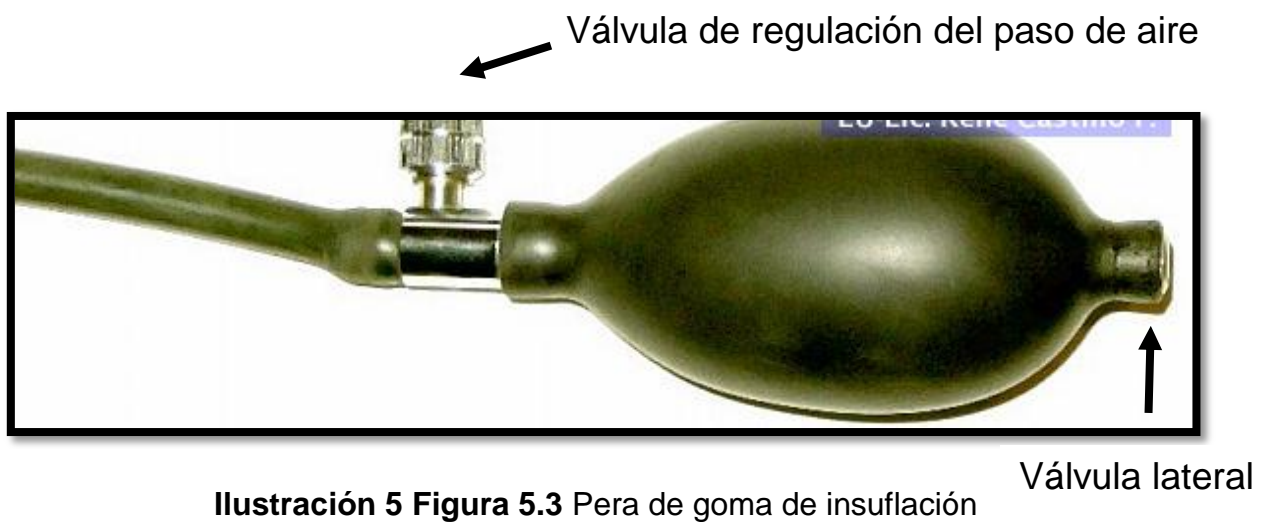


Ilustración 5 Figura 5.3 Pera de goma de insuflación



Figura 5.4 Fonendoscopio

5.2.2 Termómetros

Temperatura

De una manera cualitativa, se puede describir la temperatura de un objeto como aquella determinada por la sensación de tibio o frío al estar en contacto con él. [Lynds, 2010]

Esto es fácil de demostrar cuando dos objetos se colocan juntos (los físicos lo definen como contacto térmico), el objeto caliente se enfría mientras que el más frío se calienta hasta un punto en el cual no ocurren más cambios, y para nuestros sentidos, ambos tienen el mismo grado de calor. Cuando el cambio térmico ha parado, se dice que los dos objetos (sistemas) están en *equilibrio térmico*. Entonces se puede definir la temperatura de un sistema diciendo que la



temperatura es aquella cantidad que es igual para ambos sistemas cuando ellos están en equilibrio térmico. [Lynds, 2010]

Si el experimento fuese hecho con más de dos sistemas, se encontraría que muchos sistemas pueden ser llevados a equilibrio térmico simultáneamente; el equilibrio térmico no depende del tipo de objeto usado. Pero siendo más preciso:

Si dos sistemas están separadamente en equilibrio térmico con un tercero, entonces ellos deben estar en equilibrio térmico entre sí. Ley Cero de la Termodinámica

Ahora uno de los tres sistemas puede ser calibrado como un instrumento para medir temperatura, definiendo así un termómetro. Cuando uno calibra un termómetro, este se pone en contacto con el sistema hasta que alcanza el equilibrio térmico, obteniendo así una medida cuantitativa de la temperatura del sistema. Por ejemplo, un termómetro clínico de mercurio es colocado bajo la lengua del paciente y se espera que alcance el equilibrio térmico con su boca. Podemos ver como el líquido plateado (mercurio) se expande dentro del tubo de vidrio y se puede leer en la escala del termómetro para saber la temperatura del paciente. [Lynds, 2010]

Termómetro de mercurio

Un termómetro de mercurio es un tipo de termómetro que generalmente se utiliza para medir las temperaturas del ambiente o entorno exterior. El mercurio de este tipo de termómetro se encuentra en un bulbo reflejante y generalmente de color blanco brillante, con lo que se evita la absorción de la radiación del ambiente. Es decir, este termómetro toma la temperatura real del aire sin que la medición de ésta se vea afectada por cualquier objeto del entorno que irradie calor. [Lynds, 2010]





Mide la temperatura de un sistema en forma cuantitativa. Una forma fácil de hacerlo es encontrando una sustancia que tenga una propiedad que cambie de manera regular con la temperatura. La manera más "regular" es de forma lineal:

$$t(x)=ax+b.$$

Donde t es la temperatura y cambia con la propiedad x de la sustancia. Las constantes a y b dependen de la sustancia usada y deben ser evaluadas en dos puntos de temperatura específicos sobre la escala, por ejemplo, 32° para el punto congelamiento del agua y 212° para el punto de ebullición. [Lynds, 2010]

Por ejemplo, el mercurio es líquido dentro del rango de temperaturas de $-38,9^\circ \text{C}$ a $356,7^\circ \text{C}$. Como un líquido, el mercurio se expande cuando se calienta, esta expansión es lineal y puede ser calibrada con exactitud. [Lynds, 2010]

Termómetro Clínico

Es un instrumento que sirve para medir la temperatura corporal que comprende divisiones de décimas de grado entre 32°C a 42°C , normalmente se usa para tomar la temperatura corporal de los enfermos. Se entiende por termómetro clínico, el instrumento construido por un tubo capilar denominado vástago, cerrado en uno de sus extremos y comunicado el otro con el depósito de mercurio llamado bulbo, ambos de vidrio. [Codiapasa, 2004]

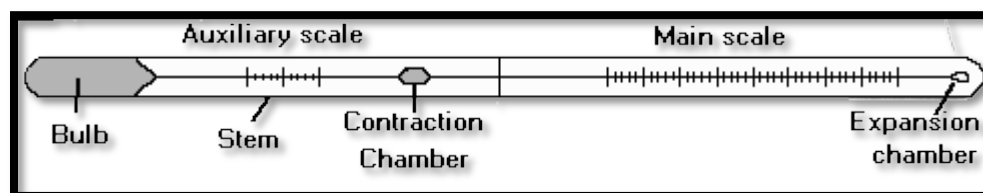


Figura 5.5 Termómetro. Codiapasa, 2004



El dibujo del termómetro de vidrio de mercurio ilustrado arriba contiene un bulbo fijo con mercurio (bulb) que le permite expandirse dentro del capilar. Esta expansión fue calibrada sobre el vidrio del termómetro. [Codiapasa, 2004]

Materiales con que está elaborado:

Vastago:

Es un tubo de vidrio capilar, transparente, que tiene una franja de vidrio de cualquier color que sirve para distinguir la columna de mercurio, utilizando la refracción prismática que le imparte su propia forma. El cambio de posición que experimenta el menisco de la columna de mercurio (índice del termómetro) cuando este se dilata a través del tubo capilar, se mide por medio de una escala grabada sobre el vástago. [Codiapasa, 2004]

Cuerpo del termómetro:

Está elaborado en vidrio borosilicato neutro. Tiene la forma de un prisma triangular delgado y alargado cuyas aristas son redondeadas. Una de ellas funciona como vidrio de aumento. En el lado adyacente a esta arista lleva impresa la escala de temperatura. La superficie de lado opuesto a las aristas mencionadas está pigmentada con un color que permita un contraste con el de la escala y con nivel de mercurio del vástago. [Codiapasa, 2004]

Mercurio:

Cuerpo metálico líquido y de color blanco de plata, de número atómico 80. [Codiapasa, 2004]





Partes del termómetro clínico:

Bulbo:

Cámara abombada del tubo capilar en la cual está contenido el mercurio. Puede ser cilíndrica o en forma de pera. [Codiapasa, 2004]

Vástago:

Tubo capilar transparente que permite al mercurio desplazarse con las variaciones de temperatura.

Paralelamente al vástago se encuentra una franja de vidrio de color que sirve de contraste a la columna de mercurio. [Codiapasa, 2004]

Cuerpo:

Está elaborado en vidrio borosilicato neutro. Tiene forma de un prisma triangular delgado y alargado cuyas aristas son redondeadas. Una de ellas funciona como vidrio de aumento. En el lado adyacente a esta arista lleva impresa la escala de temperatura. La superficie del lado opuesto a la arista mencionada está pigmentada con un color que permita un contraste con el de la escala y con el nivel de mercurio del vástago. [Codiapasa, 2004]

Válvula de Constricción:

Es un pequeño adelgazamiento o cuello entre el bulbo y el vástago que impide que el mercurio regrese al bulbo cuando cesa el calor aplicado al mismo. [Codiapasa, 2004]

Dimensiones.

Longitud total 101.5 mm +10%

Diámetro del bulbo 5 mm + 10%

[Codiapasa, 2004]





Escala de temperatura

Debe estar graduado en grados Celsius con subdivisiones en décimas de grado. Cada cinco subdivisiones presenta una marca más grande para facilitar la lectura y cada diez subdivisiones está grabado con el número correspondiente a la escala. [Codiapasa, 2004]

El rango de la escala debe estar comprendido entre 35.5°C y 41°C. En la graduación de 36.5-37°C debe existir una marca visible para señalar los límites de lo que se considera la temperatura normal del cuerpo humano. Entre la marca correspondiente a los 35.5°C y la válvula de constricción debe quedar un espacio mínimo de 9.0 mm. La relación máxima entre el número de marcas y la longitud de la escala debe ser de 25°C por 10 mm. [Codiapasa, 2004]

Divisiones

Las divisiones deben estar teñidas con pigmentos, los cuales, deben resistir sin decolorarse las asepsias con alcohol de 96°C o con fenol. La forma y el tamaño puede variar siempre y cuando no se afecte su función. [Codiapasa, 2004]

Dimensiones

Verificar al largo total del termómetro y el diámetro del bulbo con una escala graduada en milímetros. [Codiapasa, 2004]





5.3 Manejo y mantenimiento de esfigmomanómetros y termómetros en hospitales

5.3.1 Esfigmomanómetros

Procedimiento para el mantenimiento de un esfigmomanómetro.

➤ Elementos necesarios:

- Bolsas herméticas, tipo *ziploc* (*cierre deslizable o dentado*).
- Contenedor general de residuos de mercurio.
- Contenedor plástico con tapa que cierre bien, como por ejemplo, los de los rollos de fotos de 35 mm
- Conos y cuadros de papel.
- Dos jeringas (sin aguja).
- Cinta adhesiva (alrededor de 30 cm.).
- Lámpara de mano.
- Equipo de seguridad: guantes de látex o nitrilo, lentes de seguridad, camiseta, gorro y mascarilla).
- Material de mantenimiento para el esfigmomanómetro.
- Azufre o zinc en polvo.
- Tetracloruro de carbono.

Instrucciones para el mantenimiento:

1. Quitarse todas las alhajas de manos y muñecas para que el mercurio no se combine (amalgame) con los metales.
2. Llevar a cabo los trabajos preferentemente en una bandeja de plástico o cerámica. El mercurio se puede limpiar fácilmente de las siguientes superficies: madera, linóleo, cerámica y otras superficies similares.





3. Utilizar el equipo de protección personal (guantes, lentes de seguridad, camisola, gorro, mascarilla).
4. Ordenar el equipo de mantenimiento a usarse.
5. Etiquetar bolsas de residuos y recipientes.
6. Seguir las operaciones de desmontaje del esfigmomanómetro de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
7. Abrir la columna por medio de una válvula.
8. Vaciar el mercurio de la columna en el contenedor de plástico.
9. Localizar las gotas de mercurio caído. Utilice conos de papel para recoger las “bolitas” de mercurio. Realice movimientos lentos para evitar que el mercurio se vuelva incontrolable.
10. Limpiar el mercurio con una filtración (mantenimiento primario) esto se realiza con unos conos de papel, la impureza se queda en el cono.
Pasar 3 veces por el cono el mercurio y reutilizar.
Limpiar la columna con una mezcla de alcohol-agua y un trapito.
Cambiar los filtros del esfigmomanómetro.
11. Armar la columna nuevamente.
12. Llevar a cabo los procedimientos de descontaminación del mercurio en la bandeja de plástico o cerámica utilizando el kit de derrames.
 - Utilizar una jeringa para recolectar las gotas de mercurio. Lenta y cuidadosamente transferir el mercurio a un recipiente plástico irrompible





con tapa como los tarritos empleados para película fotográfica de 35 mm (evite usar vidrio). Colocar el recipiente en una bolsa hermética tipo *ziplock*. Asegurarse de rotular la bolsa.

- Utilizar cinta adhesiva para recolectar las gotas más pequeñas difíciles de ver. Colocar la cinta adhesiva en una bolsa *ziplock* y ciérrela. Asegurarse de rotular la bolsa previa consulta a las autoridades ambientales de su localidad.
- Utilizar azufre en polvo como una opción, disponible comercialmente, para absorber las gotas de mercurio que son muy pequeñas como para verse a simple vista. El uso de azufre tiene dos efectos:
 - (1) hace que el mercurio sea más sencillo de ver, debido a que puede haber un cambio de color del amarillo al marrón
 - (2) une el mercurio de manera que sea más sencilla su remoción y suprime los vapores del mercurio no encontrado.

13. Depositar los residuos y material usado en los contenedores correspondientes para una disposición final acorde a las leyes.

15. Lavarse las manos con jabón y agua tibia.

16. Recordar mantener el área de derrame con una buena ventilación de aire exterior (por ejemplo ventanas abiertas y ventiladores funcionando).

Pasos adicionales

1. Lavar las superficies contaminadas con una solución de Tiosulfato de sodio al 20%
2. Lavar los lentes de seguridad con jabón líquido y agua tibia, secar con una toalla de papel.



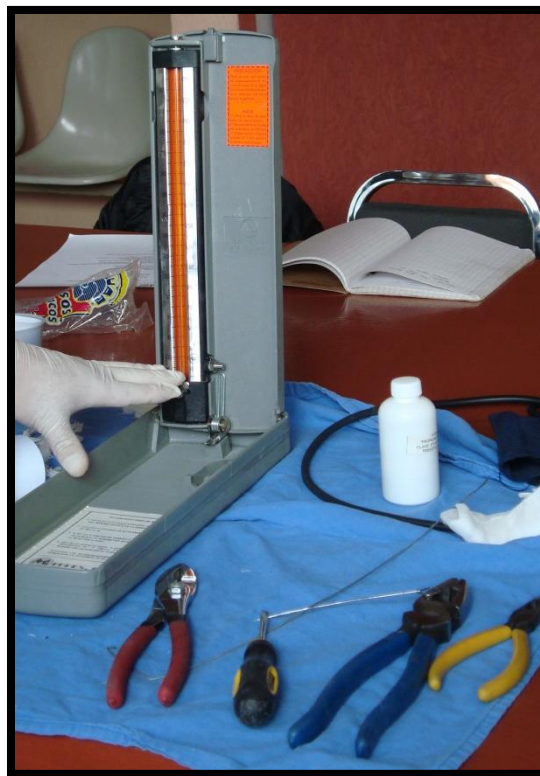


Figura 5.7 Mantenimiento para el esfigmomanómetro

5.3.2 Termómetros

Limpieza de pequeños derrames procedente de termómetros señalado en *Guía para la eliminación del mercurio en establecimientos de salud. Modificado de la US EPA*

➤ Elementos necesarios:

- Bolsas herméticas, tipo ziploc (cierre deslizante o dentado).
- Contenedor general de residuos de mercurio.
- Contenedor plástico con tapa que cierre bien, como por ejemplo, los de los rollos de fotos de 35 mm.



- Equipo de seguridad: guantes de látex o nitrilo, lentes de seguridad, camisola, gorro y mascarilla).
- Toallas de papel.
- Cuadros o tiras de cartón.
- Dos jeringas (sin aguja).
- Cinta adhesiva (alrededor de 30 cm.).
- Lámpara de mano
- Azufre o zinc en polvo.



Figura 5.8 Kit para pequeños derrames de mercurio

Instrucciones para la limpieza:

1. Abrir ventanas
2. Quitarse todas las alhajas de manos y muñecas para que el mercurio no se combine (amalgame) con los metales preciosos.



3. Utilizar el equipo de protección personal (guantes, lentes de seguridad, camisola, gorro, respirador Serie 600)

4. Solicitar a toda persona que esté en el área donde se realizará la limpieza, que se retire del lugar. Cerrar la puerta del área impactada. Apagar el sistema de ventilación interior para evitar la dispersión de los vapores de mercurio.

5. El mercurio se puede limpiar fácilmente de las siguientes superficies: madera, linóleo, cerámica y otras superficies similares. Si el derrame sucede sobre alfombras, cortinas, tapizados u otras superficies similares, estos elementos contaminados se deben tirar siguiendo los lineamientos detallados más abajo. Cortar y sacar sólo la porción afectada de la alfombra contaminada para su descarte.

6. Si hay restos de vidrio u objetos cortantes, recójalos con cuidado. Coloque todos los objetos rotos sobre una toalla de papel. Doble la toalla de papel e introdúzcala en la bolsa hermética tipo *ziploc*. Cierre la bolsa y rotúlela.

7. Localice las gotas de mercurio. Utilice el cartón para recoger las “bolitas” de mercurio. Realice movimientos lentos para evitar que el mercurio se vuelva incontrolable. Tome la linterna, sosténgala en un ángulo bajo lo más cercano al piso en el cuarto oscurecido y busque el brillo de las gotas de mercurio que puedan haber quedado pegadas en la superficie o en las pequeñas hendiduras.

Nota: El mercurio puede recorrer distancias sorprendentes en superficies duras y lisas, por lo que asegúrese de inspeccionar todo el cuarto cuando esté realizando esta tarea”.

8. Utilice una jeringa para recolectar las gotas de mercurio. Lenta y cuidadosamente transfiera el mercurio a un recipiente plástico irrompible con tapa





como los tarritos empleados para película fotográfica de 35 mm (evite usar vidrio). Coloque el recipiente en una bolsa hermética tipo *ziploc*. Asegúrese de rotular la bolsa.

9. Luego de haber recogido las gotas más grandes, utilice cinta adhesiva para recolectar las gotas más pequeñas difíciles de ver. Coloque la cinta adhesiva en una bolsa *ziploc* y ciérrela. Asegúrese de rotular la bolsa previa consulta a las autoridades ambientales de su localidad.

10. PASO OPTATIVO. Si lo desea, puede utilizar azufre en polvo, disponible comercialmente, para absorber las gotas de mercurio que son muy pequeñas como para verse a simple vista. El uso de azufre tiene dos efectos:

(1) hace que el mercurio sea más sencillo de ver, debido a que puede haber un cambio de color del amarillo al marrón

(2) une el mercurio de manera que sea más sencilla su remoción y suprime los vapores del mercurio no encontrado.

Nota: El azufre en polvo puede manchar las telas de un color oscuro. Cuando utilice azufre en polvo, no respire cerca del polvo ya que puede resultar moderadamente tóxico. Además, antes de emplearlo, debe leer y comprender toda la información acerca del manejo del producto.

11. Coloque todos los materiales utilizados en la limpieza, incluidos los guantes, en una bolsa de basura. Coloque todas las gotas de mercurio y objetos desechados en la bolsa. Ciérrela y rotúlela.

12. Póngase en contacto con el encargado de limpieza de su hospital para una correcta disposición final de los residuos recogidos, acorde a las leyes y posibilidades locales. En ausencia de normas específicas, recolecte los residuos





del derrame de mercurio en tambores de acero resistentes a la exposición en exterior.

- Recordar mantener el área de derrame con una buena ventilación de aire exterior (por ejemplo ventanas abiertas y ventiladores funcionando) por lo menos las 24 horas posteriores a la limpieza del derrame.
- Si se presenta algún síntoma de enfermedad, busque atención médica en forma inmediata.
- Bajo ninguna circunstancia utilice una aspiradora para recolectar el mercurio.
- Puede dispersar el vapor de mercurio por la sala donde ocurrió el derrame.

5.4 Disposición final

Protocolo de manejo para Mercurio líquido

Indicado en *Plan de manejo integral para el retiro de mercurio y residuos que lo contienen en el sector salud* elaborado por SEMARNAT.

El mercurio en su estado líquido es adquirido por las instalaciones de salud fundamentalmente para dos fines: en la atención odontológica y para el mantenimiento de esfigmomanómetros, en ambos casos se genera mercurio residual que requiere un manejo adecuado.





Tabla 5.5 Protocolo de manejo para Mercurio líquido

Actividad	Componentes del protocolo de manejo para mercurio líquido
Identificar, Separar y clasificar	<ul style="list-style-type: none">• Identificar y separar el mercurio líquido envasado en diferentes tipos de envases de los otros residuos, sólidos o materiales no contaminados.• Separar y clasificar los recipientes que tengan únicamente mercurio de los que tienen mercurio y agua o glicerina
Envasado	<ul style="list-style-type: none">• Re envasar el mercurio que venga sin agua o glicerina en el tipo de recipientes asignados para ello, cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad además de las siguientes características.<ul style="list-style-type: none">• De tronco cilíndrico, resistente a los golpes, construido en material rígido impermeable, de fácil limpieza y resistentes a la corrosión como el plástico.• Con tapa de buen ajuste y boca ancha para facilitar su vaciado.• Construido en forma tal que, estando cerrado o tapado, no permitan la entrada de agua, insectos o roedores, ni el escape de líquidos por sus paredes o por el fondo.• Capacidad establecida por cada generador en su plan de residuos hospitalarios.• En el caso de los otros líquidos (agua o glicerina) verterlos en recipientes asignados para ello, uno para cada tipo de líquido, de acuerdo a las indicaciones del “Instructivo para la separación de mercurio en los residuos generados en instalaciones de Salud” según lo indicado a la NOM-013-SSA2-1994
Etiquetado	<ul style="list-style-type: none">• Etiquetar los envases con rótulo que indique “Mercurio no abrir, Material Tóxico”, el nombre del generador y fecha de ingreso al almacén.• En el caso de los otros líquidos, Etiquetar los envases con rótulo que indique “Agua (o glicerina) contaminada con Mercurio no abrir”
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none">• Almacenar los envases adecuadamente en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR.• El tiempo de almacenamiento en el área asignada no deberá exceder de seis meses, más otra prórroga de seis meses solicitada a SEMARNAT.• Llevar las bitácoras correspondientes previstas en el Artículo 71 del Reglamento.
Transporte	<ul style="list-style-type: none">• Al amparo del Plan de Manejo, las instituciones transportarán sus residuos al sitio de acopio designado en vehículos propios, de preferencia deberán ser vehículos abiertos, si se hace en automóvil





Actividad	Componentes del protocolo de manejo para mercurio líquido
	<p>deberá estar ventilado. Se deberán asegurar los recipientes para evitar que se rueden. El embarque de estos residuos peligrosos no deberá rebasar por viaje y por generador los 200 kilogramos de peso neto, o su equivalente en otra unidad de medida.</p> <ul style="list-style-type: none">• El transporte del sitio de acopio al sitio de tratamiento deberá hacerse en vehículos autorizados por la SEMARNAT
Acopio	<ul style="list-style-type: none">• Se establecerán uno o varios centros de acopio, dependiendo de las necesidades, en dichos centros se almacenarán temporalmente los residuos para su posterior tratamiento.• Los generadores, dependiendo de su situación geográfica o de su decisión podrán hacer uso de estos centros o bien enviarlos directamente en vehículos propios al sitio de tratamiento.
Tratamiento químico o físico	<ul style="list-style-type: none">• El mercurio envasado se enviará al tratador acordado quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material.• Se convocará a diferentes empresas con capacidad técnica para llevar a cabo dichos procesos.
Disposición final del Hg	<ul style="list-style-type: none">• El mercurio tratado (solidificado) se enviará al confinamiento acordado, quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material.• Se tiene previsto convocar a las empresas que tengan permiso para confinamiento.

Fuente: Plan de Manejo del Hg (2010)



Protocolo de manejo para residuos con termómetros rotos y enteros

Indicado en *Plan de manejo integral para el retiro de mercurio y residuos que lo contienen en el sector salud* elaborado por SEMARNAT.

Esta corriente de residuos se genera a partir de las actividades de capacitación sobre limpieza de pequeños derrames de mercurio, principalmente debido a la ruptura de termómetros cuyo procedimiento puede generar mercurio líquido separado en un recipiente y materiales contaminados con mercurio.

Tabla 5.6 Protocolo de manejo de residuos con termómetros rotos y enteros

Actividad	Componentes del protocolo de manejo para residuos con termómetros rotos y enteros
Identificar, Separar y clasificar	<ul style="list-style-type: none">• Identificar y separar el mercurio líquido envasado a consecuencia de los derrames, de los otros residuos, sólidos o materiales no contaminados (bolsas de hule, guantes etc) que integran el estuche diseñado para tales fines.• Identificar, separar y disponer los materiales no contaminados en la corriente de residuos sólidos urbanos.• Identificar y clasificar los residuos contaminados, como papel vidrio, cinta adhesiva.• Estas actividades deben de realizarse de acuerdo a las indicaciones del "Instructivo para la separación de mercurio en los residuos generados en instalaciones de Salud".
Envasado	<ul style="list-style-type: none">• Re envasar el mercurio líquido.• Envasar los residuos contaminados en el tipo de contenedores asignados para ello, cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad.
Etiquetado	<ul style="list-style-type: none">• Etiquetar los envases con rótulo que indique "Mercurio no abrir, Material Tóxico", el nombre del generador y fecha de ingreso al almacén.• Etiquetar los contenedores de residuos con rótulo que indique "Residuos con mercurio y vidrio" no abrir, Material Tóxico", el nombre del generador y fecha de ingreso al almacén.
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none">• Almacenar los contenedores adecuadamente, en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR..• El tiempo de almacenamiento en el área asignada no deberá exceder de seis meses, más otra prórroga de seis meses solicitada





	<p>a la SEMARNAT.</p> <ul style="list-style-type: none">Llevar las bitácoras correspondientes previstas en el Artículo 71 del reglamento de la LGPGIR.
Transporte	<ul style="list-style-type: none">Al amparo del Plan de Manejo, las instituciones transportarán sus residuos al sitio de acopio designado en vehículos propios, de preferencia deberán ser vehículos abiertos, si se hace en automóvil deberá estar ventilado. Se deberán asegurar los recipientes para evitar que se rueden. El embarque de estos residuos peligrosos no deberá rebasar por viaje y por generador los 200 kilogramos de peso neto, o su equivalente en otra unidad de medida.El transporte del sitio de acopio al sitio de tratamiento deberá hacerse en vehículos autorizados por la SEMARNAT
Acopio	<ul style="list-style-type: none">Se establecerán uno o varios centros de acopio, dependiendo de las necesidades, en dichos centros se almacenarán temporalmente los residuos para su posterior tratamiento.Los generadores, dependiendo de su situación geográfica o de su decisión podrán hacer uso de estos centros o bien enviarlos directamente en vehículos propios al sitio de tratamiento.
Tratamiento químico, físico o térmico	<ul style="list-style-type: none">Los residuos se enviarán al tratador acordado, quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material.Se convocará a diferentes empresas con capacidad técnica para llevar a cabo dichos procesos.En caso que el tratamiento sea físico o químico los residuos se pueden enviar a un relleno sanitario, dependiendo de la estabilidad de los residuos y cumpliendo con el Artículo 55 de LGPGIR.En caso que el tratamiento sea térmico, el mercurio destilado resultante deberá tener manejarse como mercurio líquido.<i>Se puede omitir el tratamiento en caso de enviar los residuos a disposición final directamente.</i>
Disposición final de los residuos de Hg	<ul style="list-style-type: none">El mercurio en estado líquido debe ser tratado (solidificado) y se enviará al confinamiento acordado, quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material.Los residuos con mercurio, se enviarán al confinamiento acordado, quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material.Se tiene previsto convocar a las empresas que tengan permiso para confinamiento.
Termómetros enteros	
Manejo	<ul style="list-style-type: none">En caso que cualquier institución los dé de baja, se considerarán como residuos y su manejo será similar al de los residuos con termómetros rotos, a partir del envasado.

Fuente: Plan de Manejo del Hg (2010)





Protocolo de manejo para esfigmomanómetros rotos y enteros

Indicado en *Plan de manejo integral para el retiro de mercurio y residuos que lo contienen en el sector salud* elaborado por SEMARNAT.

Esta corriente de residuos se genera a partir de las actividades de capacitación sobre limpieza de pequeños derrames de mercurio, principalmente debido a la ruptura de esfigmomanómetros, en cuyo caso la cantidad liberada puede ser mayor a 50 gramos, también se genera mercurio en actividades de mantenimiento de tales aparatos.

Tabla 5.7 Protocolo de manejo de residuos con esfigmomanómetros rotos y enteros

Actividad	Componentes del protocolo de manejo para esfigmomanómetros rotos y enteros
Identificar, separar y clasificar	<ul style="list-style-type: none">• Identificar y separar el mercurio líquido de los otros residuos, sólidos o materiales no contaminados, si es posible• Identificar, separar y disponer los materiales no contaminados en la corriente de residuos sólidos urbanos• Identificar y clasificar los residuos contaminados (vidrio, mercurio y metal)• Estas actividades deben de realizarse de acuerdo a las indicaciones del “Instructivo para la separación de mercurio en los residuos generados en instalaciones de Salud”
Envasado	<ul style="list-style-type: none">• En caso que haya separación de mercurio líquido, darle el manejo como mercurio líquido• Envasar los residuos contaminados en el tipo de contenedores asignados para ello, cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad.
Etiquetado	<ul style="list-style-type: none">• En caso que haya separación de mercurio líquido, etiquetar los envases con rótulo que indique “Mercurio no abrir, Material Tóxico”, el nombre del generador y fecha de ingreso al almacén.• En el caso de los residuos con mercurio, etiquetar los contenedores con rótulo que indique “Residuos contaminados con mercurio, no abrir, Material Tóxico”, el nombre del generador y fecha de ingreso al almacén.
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none">• Almacenar los contenedores adecuadamente, en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR.





	<ul style="list-style-type: none">• El tiempo de almacenamiento en el área asignada no deberá exceder de seis meses, más otra prórroga de seis meses solicitada a la SEMARNAT.• Llevar las bitácoras correspondientes previstas en el Artículo 71 del reglamento de la LGPGIR.
Transporte	<ul style="list-style-type: none">• Al amparo del Plan de Manejo, las instituciones transportarán sus residuos al sitio de acopio designado en vehículos propios, de preferencia deberán ser vehículos abiertos, si se hace en automóvil deberá estar ventilado. Se deberán asegurar los recipientes para evitar que se rueden. El embarque de estos residuos peligrosos no deberá rebasar por viaje y por generador los 200 kilogramos de peso neto, o su equivalente en otra unidad de medida.• El transporte del sitio de acopio al sitio de tratamiento deberá hacerse en vehículos autorizados por la SEMARNAT
Acopio	<ul style="list-style-type: none">• Se establecerán uno o varios centros de acopio, dependiendo de las necesidades, en dichos centros se almacenarán temporalmente los residuos para su posterior tratamiento.• Los generadores, dependiendo de su situación geográfica o de su decisión podrán hacer uso de estos centros o bien enviarlos directamente en vehículos propios al sitio de tratamiento.
Tratamiento químico, físico o térmico	<ul style="list-style-type: none">• El mercurio envasado que se separe del los aparatos se enviará al tratador acordado, quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material.• Se convocará a diferentes empresas con capacidad técnica para llevar a cabo dichos procesos.• En caso que el tratamiento sea físico o químico los residuos se pueden enviar a un relleno sanitario, dependiendo de la estabilidad de los residuos y cumpliendo el Artículo 55 de LGPGIR.• En caso que el tratamiento sea térmico, el mercurio resultante deberá tener manejarse como mercurio líquido.• <i>Se puede omitir el tratamiento en caso de enviar los residuos a disposición final directamente</i>
Disposición final de los residuos con Hg.	<ul style="list-style-type: none">• El mercurio en estado líquido debe ser tratado (solidificado) y se enviará al confinamiento acordado, quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material.• Los residuos con mercurio, se enviarán al confinamiento acordado, quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material.• Se tiene previsto convocar a las empresas que tengan permiso para confinamiento.
Esfigmomanómetros enteros	
Manejo	<ul style="list-style-type: none">• En caso que cualquier institución los dé de baja, se considerarán como residuos y su manejo será similar al de los residuos con termómetros rotos, a partir de la separación.

Fuente: Plan de Manejo del Hg (2010)





Diagrama de flujo sobre el manejo de mercurio procedente de hospitales



Protocolo de manejo



Identificar, separar y clasificar



Envasado



Etiquetado



Almacenamiento



Transporte



Acopio



Tratamiento químico, físico o térmico



Disposición final de los residuos con Hg



Capítulo 6

CONCLUSIONES

Como conclusión general, se puede comentar que se realizó una propuesta para el manejo de Hg (Mercurio) en Hospitales procedente de termómetros y esfigmomanómetros considerando legislaciones nacionales así como también reportes que se tiene en Estados Unidos de América (US EPA).

La propuesta para el manejo de mercurio es orientada a pequeños derrames procedentes de termómetros rotos o al mantenimiento de esfigmomanómetros. Así mismo se indica la disposición final de estos residuos, sugiriendo que esta disposición deberá ser ajustada al Hospital o Institución de origen ya que dependen las condiciones de trabajo y las condiciones económicas del lugar.

Cabe mencionar que es necesario capacitar al personal para cumplir con el propósito de este manual de manejo para así reducir cualquier riesgo a la salud y al ambiente provocado por la exposición y mal manejo de mercurio.





Conclusiones específicas:

- Se realizó un estudio en Hospitales sobre el uso y disposición de la instrumentación médica de termómetros y esfigmomanómetros visitando Sectores de Salud que dieron demostraciones de sus procedimientos específicamente el Hospital Siglo XXI; se tomaron videos y fotografías para tener referencias más ilustrativas y poder basarse de un manera más fácil al momento de hacer las propuestas sobre el manejo de mercurio. Observando los procedimientos se realizaron propuestas para mejorarlo.
- Se estudió el Plan de manejo de mercurio consultando publicaciones de la SEMARNAT dirigidas al área del Sector Salud.
Dicho plan abarca desde conceptos, recursos para la separación, envasado, etiquetado y almacenamiento.
El Plan de Manejo es la base del “Manual de buenas prácticas sobre el manejo de mercurio en Hospitales”
En México se desarrollan actualmente medidas preventivas para disminuir los peligros en la salud tanto de trabajadores como de pacientes y con el objetivo a largo plazo de retirar termómetros y esfigmomanómetros de mercurio del Sector Salud.
- Se llevó a cabo una revisión de Legislaciones Internacionales y Nacionales relacionadas al manejo de mercurio.
- Se propuso un procedimiento sobre el manejo y mantenimiento de los termómetros y esfigmomanómetros basándose en las investigaciones antes mencionadas y enfocadas a casos de mercurio en el sector salud, así como de videos y demostraciones en el Hospital Siglo XXI, esto con el fin de llevar a cabo buenas prácticas, mejorar el procedimiento y disminuir los riesgos en la salud y el medio ambiente.





- Se plantearon opciones de disposición final para los termómetros y esfigmomanómetros tomándose en cuenta las características de cada aparato y las propiedades del mercurio considerando la normatividad y legislación en México. Estas disposiciones serán ajustadas a cada Institución ya que dependen así mismo de los trabajadores calificados y situación económica para respaldar estos procedimientos.
- Se elaboraron trípticos sobre el manejo de mercurio dirigido al personal médico y los pacientes del sector salud, resumiendo información básica del mercurio así como la toxicología del mismo, se planteó el mantenimiento de equipos y disposición final del mercurio en caso de un pequeño derrame.





REFERENCIAS

- Castillo R. (2005) Aprendamos a tomar la presión arterial, Sto Tomás Lux Et Veritas, Eu-Lic Corporación St. Tomás Temuco
- Centro Nacional de Producción más Limpia y Tecnologías Ambientales, Guía Sectorial de Producción más Limpia: Hospitales, Clínicas y Centros de Salud. Colombia
- Crea J. (2000) Maintenance/repair of sphygmomanometers and mercury spill procedures in Hospitals. Community services team. Australia South
- Health Care Without Harm (2002). "A New Era: The Elimination of Mercury Sphygmomanometers". Article
- Instituto de Cardiología (2009), Esfigmomanómetros de mercurio, Argentina
- Greenwood, N.N (1997) Chemistry of the Elements, Elsevier
- LGEEPA (Ley General del Equilibrio y la Protección Ambiental) Publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) 28 de enero de 1988
- Mion D, Pierrin AMG (1998). How accurate are sphygmomanometers?, Journal of Hypertension
- LGEEPA (Ley General del Equilibrio y la Protección Ambiental), Publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) 30 de noviembre de 2006
- Organización Mundial de la Salud (2003), Elemental mercury and inorganic mercury compounds: human health aspects. Geneva
- Organización Mundial de la Salud, OPS, CEPIS (1999). "Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud". Lima





- Ramírez M. (2009), La contaminación por mercurio en México. Gaceta Ecológica INE-Semarnat, México Num.72, 2004 pp 21-34
- Rodríguez M.E (2001), Fuentes de contaminación por mercurio en la República Mexicana. UNAM
- Soria P. L. (1999), Metodología para la prevención de accidentes y daños a la salud y al ambiente ocasionados por mercurio o sus compuestos, Cuaderno de Investigación Número 47, CENAPRED, Secretaría de Gobernación.
- Secretaria de salud de México (2007), Video derrame de Hg “Hospital libre de mercurio”, Hospital Infantil de México: Federico Gómez
- Salud sin daño (2010). Guía para la eliminación del mercurio en establecimientos de salud. América Latina
- Salud sin daño (2007) Residuos hospitalarios, Guía para reducir su impacto sobre la salud y el ambiente. América Latina.
- SEMARNAT (2010) Plan de manejo integral para el retiro de mercurio y residuos que lo contienen en el sector salud. México
- SEMARNAT (2008) Políticas y mecanismos de gestión para actividades que usan mercurio y residuos que contienen mercurio en México. Dirección General de Gestión de Materiales y Actividades Riesgosas
- Trasande L. (2005) Public Health and Economic Consequences of Methyl Mercury Toxicity to the Developing Brain. Children’s Health. Article
- US EPA (1997) Mercury Study Report to congress, Volume I: Executive Summary. United States of America
- US EPA (1997) Mercury Study Report to congress, Volume II: An inventory of Anthropogenic Mercury Emissions in the United States. United States of America
- US EPA (2009) Report to congress: Potential export of mercury compounds from the US for conversion to elemental mercury. United States of America





Referencias electrónicas:

- Bravo E. W. (2009), Presión arterial, Universidad Peruana “Los Andes” Facultad Ciencias de la Salud. Perú
<http://es.scribd.com/doc/22870510/PRESION-ARTERIAL>
29/03/2011 2:51 pm
- Empresa Social del Estado Metrosalud, Protocolos de ejecución de mantenimiento preventivo. Medellín (2010)
<http://www.metrosalud.gov.co/>
22/03/2011 3:53 pm
- Facultad de Química, UNAM. Hoja de Seguridad del mercurio,
<http://quimica.webcom.com.mx/IMG/pdf/21HG.pdf>
11/03/2011 8:32 pm
- Lynds B. About temperature
<http://eo.ucar.edu/skymath/acerca.html>
10/04/2011 10:11 pm
- Termómetros clínicos Segutem
<http://www.codiapasa.com/pdf/termometros.pdf>
11/04/11 11:44 pm
- Tipos de termómetros (2008)
<http://www.tiposdetermometros.net/>
26/02/2011 5:37 pm





ANEXO A

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS SOBRE EL MANEJO DE MERCURIO PROCEDENTE DE TERMÓMETROS Y ESFIGMOMANÓMETROS.



2011



UNAM

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS SOBRE EL MANEJO DE MERCURIO EN HOSPITALES



Termómetros y Esfigmomanómetros | Aguilar

Dra. Georgina
Fernández Villagómez
IQ. Ana Laura Talavera

Contenido

1.- Introducción	3
2.- Generalidades del mercurio	4
3.- Toxicidad del mercurio [Facultad de Química, UNAM]	5
4.- Acciones de emergencia [Facultad de Química, UNAM].....	6
<i>Primeros auxilios</i>	6
<i>Fugas y derrames</i>	7
5.- Termómetros	8
<i>Limpieza de pequeños derrames procedente de termómetros señalado en Guía para la eliminación del mercurio en establecimientos de salud. Modificado de la US EPA</i>	8
6.- Esfigmomanómetros.....	11
<i>Procedimiento para el mantenimiento de un esfigmomanómetro</i>	11
<i>Protocolo de mantenimiento preventivo de esfigmomanómetros dirigido al técnico de mantenimiento. Metrosalud</i>	14
8.- Disposición final del mercurio	15
<i>Protocolo de manejo para Mercurio líquido</i>	15
<i>Protocolo de manejo para residuos con termómetros rotos y enteros</i>	17
<i>Protocolo de manejo para esfigmomanómetros rotos y enteros</i>	19
9.- Diagrama de flujo sobre el manejo de mercurio procedente de hospitales.....	21
10.- Referencias	22

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS SOBRE EL MANEJO DE MERCURIO EN HOSPITALES

1.- Introducción

Es importante señalar que la mayor parte del mercurio que se encuentra en el ambiente es de origen natural más que del resultado de las actividades antropogénicas. El mercurio inorgánico proveniente de estas fuentes puede ser metilado en el ambiente y el metilmercurio resultante es capturado por los organismos con mayor facilidad que el mercurio inorgánico. [Soria, 1999]
Sin embargo actualmente el problema a nivel mundial es derivado por el uso que se le da.

Los centros de salud son una de las principales fuentes de liberación de mercurio en la atmósfera, debido a las emisiones causadas por la incineración de desechos médicos. Sin embargo en México no hay incineradores autorizados en Hospitales. En los Estados Unidos, según un informe de 1977 de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA) los incineradores de desechos médicos podrían haber producido hasta un 10% de todas las emisiones de mercurio al aire. [OMS, 2005]

Los centros de salud también contribuyen a la contaminación por mercurio de las masas de agua debida al vertido de aguas residuales no tratadas. Dicha contaminación se debe principalmente a los residuos de amalgamas en odontología. [OMS, 2005]

Algunos países han restringido la utilización de los termómetros de mercurio o han prohibido su venta sin prescripción. Diversas asociaciones han adoptado resoluciones alentando a los médicos y los hospitales a reducir y eliminar la utilización de equipo conteniendo mercurio. [Plan de manejo, 2010]

La Organización Mundial de la Salud publicó en septiembre de 2005 su posición sobre el uso de mercurio en el sector llamando a emprender estrategias de corto, mediano y largo plazo para reemplazar los insumos y equipos con mercurio en los establecimientos de salud. [Plan de manejo, 2010]

Algunos elementos que contienen mercurio en los establecimientos de salud y sus alternativas:

Tabla 1. Aparatos médicos con contenido de mercurio

Productos que contienen mercurio	Alternativas libres de mercurio
Termómetros de mercurio	Digitales
Esfigmomanómetros	Aneroides, eléctricos
Tubos gastrointestinales	Tubos con pesas de Tungsteno
Baterías/pilas botón	Recargables o libres de mercurio
Lámparas Fluorescentes	Lámparas comunes
Amalgamas dentales	Composite, Ionómeros vítreos, Cerámica

2.- Generalidades del mercurio

El mercurio es un metal líquido, inodoro, plateado, pesado y ligeramente volátil a temperatura ambiente, con un peso atómico de 200.59 g/mol. En estado sólido es blanco, dúctil, maleable y puede cortarse con un cuchillo. Su símbolo (Hg) se tomó de su nombre en latín: *hydrargyrum*, que significa plata líquida. [Facultad de Química, UNAM]

El metal obtenido puede tener una pureza hasta del 99.9 % y si se desea una pureza mayor, se purifica por destilación múltiple o refinamiento electrolítico. A partir de este mineral es de donde se obtiene el mercurio metálico, principalmente. [Facultad de Química, UNAM]

Entre las aplicaciones de este metal se encuentran: como catalizador de oxidaciones orgánicas; en recubrimiento de espejos; en lámparas de arco para generar rayos UV y lámparas fluorescentes; en instrumentos como barómetros, termómetros, hidrómetros y pirómetros; en la extracción de oro y plata de sus minerales; etc.

Desde luego muchos de estos usos han sido prohibidos en muchos países debido a su alta toxicidad, por ejemplo en pesticidas, productos de lavandería, cosméticos y pinturas. [Facultad de Química, UNAM]

Tanto el mercurio como sus sales tienen una gran resistencia a la biodegradación, por lo que se acumulan creando graves problemas de contaminación ambiental. [Facultad de Química, UNAM]

Es por ello que existen reglamentaciones sobre el manejo y disposición de desechos México tales como:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos
- Plan de Manejo integral para el retiro de mercurio y residuos que contienen en el sector salud

Y un Reporte al Congreso de Estados Unidos sobre el mercurio:

- US EPA (EPA-452/R-97-004)

3.- Toxicidad del mercurio [Facultad de Química, UNAM]

Los factores que determinan los efectos tóxicos en humanos, son la velocidad y la cantidad absorbida, las propiedades fisicoquímicas de los compuestos y la susceptibilidad del individuo. El mercurio y sus compuestos pueden ingresar al cuerpo a través de la piel y los tractos gastrointestinal y respiratorio. En el caso del mercurio metálico la principal forma de entrar al organismo es en forma de vapor, la cantidad que se absorbe a través de la piel es mínima.

Generalmente los compuestos de mercurio presentan bajas presiones de vapor, por lo que no contribuyen a la presencia de vapores tóxicos en áreas de trabajo, lo que si sucede con el mercurio metálico (termómetros y esfigmomanómetros).

El vapor o neblina de este metal irrita los ojos, las membranas mucosas y el tracto respiratorio superior. Puede causar reacciones alérgicas y disturbios del sistema nervioso.

Inhalación: Esta es la principal ruta de entrada al organismo de mercurio elemental, ya que vaporiza a temperatura ambiente y es absorbido por los pulmones. De aquí, es rápidamente absorbido y distribuido por la sangre. Aproximadamente 1 % del metal absorbido se almacena en el cerebro de mamíferos, donde puede permanecer por mucho tiempo, el resto se transporta al hígado y riñones donde es secretado a través de la bilis y la orina.

La inhalación de una concentración alta causa edema pulmonar agudo y neumonitis intersticial, la cual, puede ser fatal o generar tos persistente. Otros efectos son: salivación, dolor abdominal, dolor en el pecho, náusea, vómito y diarrea. Se ha observado que conejos expuestos a una concentración de 28.8 mg/m³ por 4 horas sufren daños severos en cerebro, hígado, riñones, corazón y colon.

Los síntomas de daños crónicos son: cambios en el comportamiento como depresión e irritabilidad, temblores y pérdida de apetito y peso. Los cambios de comportamiento son más marcados en trabajadores expuestos a niveles arriba de 0.05mg/m³, mientras que los temblores se presentan a esta concentración y menores. Una vez que la exposición se evita, los signos de daño neurológico pueden presentarse de vez en cuando, pero en la mayoría de los casos se agravan con el tiempo. También pueden pelarse las manos y pies en exposiciones crónicas sin embargo, esto es menos común.

Contacto con ojos: Los irrita.

Contacto con la piel: El mercurio se absorbe a través de la piel (en cantidades mínimas) causando los síntomas ya mencionados. Se ha informado de dermatitis por contacto y sensibilidad a este metal en estudiantes de odontología. En estudios con voluntarios se observó que la velocidad de entrada de los vapores de mercurio a través de la piel fue de 2.2 % de aquella absorbida por pulmones, por lo que el peligro por absorción por la piel es mínimo.

Ingestión: En estudios con ratas solo se observó una pequeña cantidad de metal absorbido después de la ingestión.

Carcinogenicidad: A pesar de que se le asoció a problemas de glioblastomas, en estudios recientes se han tenido resultados negativos en cuanto a la carcinogenicidad del mercurio en humanos y animales de laboratorio.

Mutagenicidad: Se han observado resultados positivos de compuestos inorgánicos y orgánicos de mercurio en estudios con *Drosophilla melanogaster*. En cuanto a humanos, se han reportado resultados positivos y negativos de aberración cromosomal, por lo que no es claro el efecto de este producto.

Peligros reproductivos: Se ha observado que el mercurio traspasa la placenta, en estudios con monos expuestos a vapores del metal. También se han reportado, en mujeres ocupacionalmente expuestas al mercurio, complicaciones en el embarazo, en el parto, bebés de bajo peso, disturbios en la menstruación, abortos espontáneos y en el caso de incidencia, malformaciones en el feto. En ratas se han encontrado, además, defectos en el cráneo de fetos provenientes de madres expuestas de manera crónica a vapores de mercurio. También los compuestos organo-mercurados han provocado efectos embriotóxicos y teratogénicos

4.- Acciones de emergencia [Facultad de Química, UNAM]

Primeros auxilios

En todos los casos, la ropa contaminada debe ser almacenada para su descontaminación posterior y la víctima debe permanecer en observación.

Uno de los antídotos usados en este caso de intoxicación es el Dimercaprol, sin embargo debe suministrarse por personal calificado pues, un exceso, puede ser mortal.

Inhalación: Transportar a la persona lesionada a un área bien ventilada. Si la respiración se ha detenido, proporcionar respiración artificial. Si la respiración es dificultosa, proporcionar oxígeno.

Mantener a la víctima sentada, abrigada y en reposo. Pueden presentarse convulsiones y pérdida de la consciencia.

Ojos: Lavarlos inmediatamente con agua corriente, por lo menos durante 15 minutos. Asegurándose de abrir los párpados. No utilizar lentes de contacto al trabajar con este producto.

Piel: Lavar la zona afectada con agua y jabón. Eliminar la ropa contaminada, si es necesario. Otra opción es lavar con jabón ligeramente alcalino y una pasta de azufre y agua. Para asegurarse que no existen residuos del metal, puede utilizarse una disolución de sulfuro de sodio y rociarla sobre el área afectada, la aparición de una coloración café oscuro o rojiza es señal de presencia de mercurio. El mercurio residual, puede eliminarse con vinagre y después, lavar con agua oxigenada para eliminar el olor a sulfuro de hidrógeno.

Ingestión: Lavar la boca con agua. No provocar el vómito. Si la víctima está consciente dar a beber agua. Si se encuentra inconsciente, tratar como en intoxicación por inhalación.

Fugas y derrames

Debe utilizarse el equipo de seguridad adecuado como bata, guantes, lentes de seguridad y cubierta de zapatos. En caso de que la cantidad derramada sea grande, deberán usarse respirador y detectores de vapores de mercurio.

En el caso de derrames de mercurio metálico, lo importante es evitar que el mercurio derramado se evapore. Para ello existen dos formas de tratarlo: convertirlo en compuestos insolubles en agua y amalgamándolo.

En el primer caso para convertirlo a compuesto insoluble en agua, lo más común es convertirlo a sulfuro de mercurio, espolvoreando azufre sobre el metal derramado. En el caso de la amalgamación, se mezcla con polvo de metales los cuales se mencionan más adelante o bien, los productos comerciales disponibles para este efecto.

De manera general, el material derramado debe mantenerse alejado de fuentes de agua y drenajes, para lo cual se construyen diques que lo contenga. Debe ventilarse el área y evacuarla.

En el caso de derrames pequeños existen diferentes métodos para recoger el material:

- a) El metal se puede recoger al mezclarlo con cinc metálico en polvo o granulado, el cual se rocía con una disolución diluida de ácido sulfúrico formando una pasta. Esta pasta es especialmente útil para recuperar el metal de fisuras o hendiduras. Una vez seca la pasta se barre y se coloca en bolsas especiales para su posterior tratamiento.
- b) Cubriéndolo con una mezcla 50:50 de azufre e hidróxido de calcio en agua. Se deja por 12 horas, se recoge el sólido y se lava con agua la zona afectada. Puede usarse azufre solo.

- c) Mediante succión con goteros y recogerlo en una bolsa de plástico. Desde luego esto solo se podrá hacer en caso de que el derrame sea solo de unas gotas como sucede cuando se rompen termómetros. En estos casos también debe descontaminarse el vidrio involucrado, por ejemplo con una disolución al 20 % de sulfuro o tiosulfato de sodio.
- d) Existen productos comerciales que contienen fierro entre otros materiales, que amalgama el mercurio derramado, de esta forma se recoge con un imán cubierto con una bolsa de plástico la cual sirve también, para almacenar el producto derramado.

También existen en el mercado lámparas especiales de halógeno para detectar pequeñas partículas del metal que no se detecten a simple vista.

Para recoger derrames mayores, deben usarse limpiadores al vacío especiales y después lavar con disoluciones diluidas de sulfuro de calcio. También pueden usarse los productos comerciales mencionados arriba, aunque se recomienda contactar con personal especializado que oriente sobre la atención de la emergencia.

Existen varias opciones para adsorber los vapores de mercurio provenientes de reactores o tanques de almacenamiento:

- a) Con carbón activado, el cual no es muy eficiente pero puede regenerarse.
- b) Mediante carbón activado que contiene azufre, sin embargo este no puede regenerarse.
- c) Mediante el uso de dispositivos que contienen oro o plata, con los cuales el mercurio se amalgama fácilmente, una vez saturados, el mercurio se recupera fácilmente por calentamiento de estos dispositivos. También pueden utilizarse otros metales como cobre y zinc.

5.- Termómetros

5.1 Limpieza de pequeños derrames procedente de termómetros señalado en *Guía para la eliminación del mercurio en establecimientos de salud.* Modificado de la US EPA

- Elementos necesarios:
 - Bolsas herméticas, tipo ziploc (*cierre deslizable o dentado*).
 - Contenedor general de residuos de mercurio.

- Contenedor plástico con tapa que cierre bien, como por ejemplo, los de los rollos de fotos de 35 mm.
- Guantes de látex (o nitrilo, si estuvieran disponibles).
- Toallas de papel.
- Cuadros o tiras de cartón.
- Dos jeringas (sin aguja).
- Cinta adhesiva (alrededor de 30 cm.).
- Lámpara de mano
- Azufre o zinc en polvo.



Figura 1. Kit para pequeños derrames de mercurio

Instrucciones para la limpieza:

1. Abrir ventanas
2. Quitarse todas las alhajas de manos y muñecas para que el mercurio no se combine (amalgame) con los metales preciosos.
3. Utilizar el equipo de protección personal (guantes, lentes de seguridad, camisola, gorro, respirador Serie 600)
4. Solicitar a toda persona que esté en el área donde se realizará la limpieza, que se retire del lugar. Cerrar la puerta del área impactada. Apagar el sistema de ventilación interior para evitar la dispersión de los vapores de mercurio.
5. El mercurio se puede limpiar fácilmente de las siguientes superficies: madera, linóleo, cerámica y otras superficies similares. Si el derrame sucede sobre

alfombras, cortinas, tapizados u otras superficies similares, estos elementos contaminados se deben tirar siguiendo los lineamientos detallados más abajo. Cortar y sacar sólo la porción afectada de la alfombra contaminada para su descarte.

6. Si hay restos de vidrio u objetos cortantes, recójerlos con cuidado. Coloque todos los objetos rotos sobre una toalla de papel. Doblar la toalla de papel e introducir en la bolsa hermética. Cerrar la bolsa y rotular.

7. Localizar las gotas de mercurio. Utilizar el cartón para recoger las “bolitas” de mercurio. Realizar movimientos lentos para evitar que el mercurio se vuelva incontrolable. Tomar la linterna, sostener en un ángulo bajo lo más cercano al piso en el cuarto oscurecido y buscar el brillo de las gotas de mercurio que puedan haber quedado pegadas en la superficie.

Nota: El mercurio puede recorrer distancias sorprendentes en superficies duras y lisas, por lo que asegúrese de inspeccionar todo el cuarto cuando esté realizando esta tarea”.

8. Utilizar una jeringa para recolectar las gotas de mercurio. Lenta y cuidadosamente transferir el mercurio a un recipiente plástico irrompible con tapa como los tarritos empleados para película fotográfica de 35 mm (evite usar vidrio). Colocar el recipiente en una bolsa hermética (*cierre deslizable o dentado*). Asegurarse de rotular la bolsa.

9. Luego de haber recogido las gotas más grandes, utilizar cinta adhesiva para recolectar las gotas más pequeñas difíciles de ver. Colocar la cinta adhesiva en una bolsa hermética (*cierre deslizable o dentado*) y ciérrela. Asegurarse de rotular la bolsa previa consulta a las autoridades ambientales de su localidad.

PASO OPTATIVO. Si lo desea, puede utilizar azufre en polvo, disponible comercialmente, para absorber las gotas de mercurio que son muy pequeñas como para verse a simple vista. El uso de azufre tiene dos efectos:

- a) hace que el mercurio sea más sencillo de ver, debido a que puede haber un cambio de color del amarillo al marrón
- b) une el mercurio de manera que sea más sencilla su remoción y suprime los vapores del mercurio no encontrado.

Nota: El azufre en polvo puede manchar las telas de un color oscuro. Cuando utilice azufre en polvo, no respire cerca del polvo ya que puede resultar moderadamente tóxico. Además, antes de emplearlo, debe leer y comprender toda la información acerca del manejo del producto.

11. Colocar todos los materiales utilizados en la limpieza, incluidos los guantes, en un contenedor destinado a residuos. Cerrar y rotular.

12. Ponerse en contacto con el encargado de limpieza de su hospital para una correcta disposición final de los residuos recogidos, acorde a las leyes y posibilidades locales. En ausencia de normas específicas, recolectar los residuos del derrame de mercurio en tambores de acero resistentes a la exposición en exterior.

- Recordar mantener el área de derrame con una buena ventilación de aire exterior (por ejemplo ventanas abiertas y ventiladores funcionando) por lo menos las 24 horas posteriores a la limpieza del derrame.
- Si se presenta algún síntoma de enfermedad, buscar atención médica en forma inmediata.
- Bajo ninguna circunstancia utilizar una aspiradora para recolectar el mercurio.
- Puede dispersar el vapor de mercurio por la sala donde ocurrió el derrame.

6.- Esfigmomanómetros

6.1 Procedimiento para el mantenimiento de un esfigmomanómetro.

➤ Elementos necesarios:

- Bolsas herméticas, tipo *ziploc* (*cierre deslizable o dentado*).
- Contenedor general de residuos de mercurio.
- Contenedor plástico con tapa que cierre bien, como por ejemplo, los de los rollos de fotos de 35 mm
- Conos y cuadros de papel.
- Dos jeringas (sin aguja).
- Cinta adhesiva (alrededor de 30 cm.).
- Lámpara de mano.
- Equipo de seguridad: guantes de látex o nitrilo, lentes de seguridad, camiseta, gorro y mascarilla).
- Material de mantenimiento para el esfigmomanómetro.
- Azufre o zinc en polvo.
- Tetracloruro de carbono.

Instrucciones para el mantenimiento:

1. Quitarse todas las alhajas de manos y muñecas para que el mercurio no se combine (amalgame) con los metales.

2. Llevar a cabo los trabajos preferentemente en una bandeja de plástico o cerámica. El mercurio se puede limpiar fácilmente de las siguientes superficies: madera, linóleo, cerámica y otras superficies similares.
3. Utilizar el equipo de protección personal (guantes, lentes de seguridad, camisola, gorro, respirador Serie 600)
4. Ordenar el equipo de mantenimiento a usarse.
5. Etiquetar bolsas de residuos y recipientes.
6. Seguir las operaciones de desmontaje del esfigmomanómetro de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
7. Abrir la columna por medio de una válvula.
8. Vaciar el mercurio de la columna en el contenedor de plástico.
9. Localizar las gotas de mercurio caído. Utilice conos de papel para recoger las “bolitas” de mercurio. Realice movimientos lentos para evitar que el mercurio se vuelva incontrolable.
10. Limpiar el mercurio con una filtración (mantenimiento primario) esto se realiza con unos conos de papel, la impureza se queda en el cono. Pasar 3 veces por el cono el mercurio y reutilizar.
Limpiar la columna con una mezcla de alcohol-agua y un trapito.
Cambiar los filtros del esfigmomanómetro.

Nota: se puede adicionar Tetracloruro de carbono para una mayor limpieza

11. Armar la columna nuevamente.
12. Llevar a cabo los procedimientos de descontaminación del mercurio en la bandeja de plástico o cerámica utilizando el kit de derrames.
 - Utilizar una jeringa para recolectar las gotas de mercurio. Lenta y cuidadosamente transferir el mercurio a un recipiente plástico irrompible con tapa como los tarritos empleados para película fotográfica de 35 mm (evite usar vidrio). Colocar el recipiente en una bolsa hermética tipo *ziplock*. Asegurarse de rotular la bolsa.
 - Utilizar cinta adhesiva para recolectar las gotas más pequeñas difíciles de ver. Colocar la cinta adhesiva en una bolsa *ziploc* y ciérrela. Asegurarse de rotular la bolsa previa consulta a las autoridades ambientales de su localidad.

- Utilizar azufre en polvo como una opción, disponible comercialmente, para absorber las gotas de mercurio que son muy pequeñas como para verse a simple vista. El uso de azufre tiene dos efectos:
(1) hace que el mercurio sea más sencillo de ver, debido a que puede haber un cambio de color del amarillo al marrón
(2) une el mercurio de manera que sea más sencilla su remoción y suprime los vapores del mercurio no encontrado.

13. Depositar los residuos y material usado en los contenedores correspondientes para una disposición final acorde a las leyes.

15. Lavarse las manos con jabón y agua tibia.

16. Recordar mantener el área de derrame con una buena ventilación de aire exterior (por ejemplo ventanas abiertas y ventiladores funcionando).

Pasos adicionales

1. Lavar las superficies contaminadas con una solución de Tiosulfato de sodio al 20%

2. Lavar los lentes de seguridad con jabón líquido y agua tibia, secar con una toalla de papel.

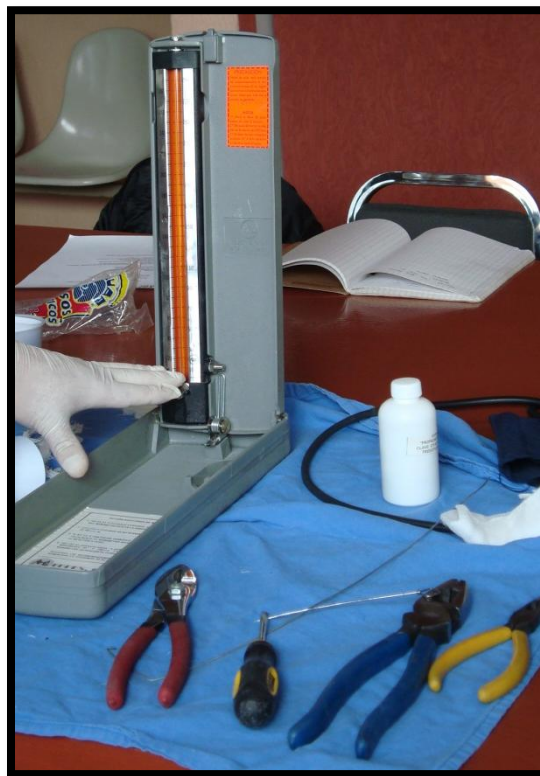


Figura 2. Mantenimiento para el esfigmomanómetro

Protocolo de mantenimiento preventivo de esfigmomanómetros dirigido al técnico de mantenimiento.

Tabla 2. Protocolo de mantenimiento preventivo de esfigmomanómetros dirigido al técnico de mantenimiento. *Metrosalud*

N°	Actividad	Descripción
1	Verificar que el usuario este realizando las actividades de mantenimiento semanal	1.Pregunte al usuario las actividades de limpieza y revisión que realiza y la periodicidad con que lo hace 2.Dé reinducción si es necesario sobre el procedimiento de aseo y revisión que debe realizar el usuario del equipo diario- semanal.
2	Revisión del equipo	1.Inspeccionar todos los componentes estructurales buscando agrietamientos. Verifique su funcionamiento. Corrija las anomalías observadas.
3	Verificación del mercurio	1.El mercurio debe de estar limpio con el tiempo, tiende a oxidarse para dar oxido de mercurio, si así sucede elimínese el mercurio y límpiase el sistema, aspirando el mercurio sucio, con una jeringa limpia y después fíltrese a través de un filtro de papel hasta un recipiente limpio. Repítase la operación varias veces hasta que el mercurio este limpio 2.Introducir el mercurio limpio y añadir por encima mercurio recién preparado hasta el nivel cero. Por último colóquese de nuevo el tapón del depósito.
4	Verificación del cierre hermético	1.Revise el cierre hermético de cuero que es el que evita que salga el mercurio. De estar defectuoso no permite que el aire entre con suficiente rapidez y ocasionaría resultados erróneos.
5	Verificación de la válvula de cierre	1.La válvula de cierre no debe tener ni averías ni juegos en las roscas. 2.En caso de alguna anomalía debe ser reemplazado de inmediato.
6	Verificación de la válvula de inclusión y la cámara	1.Revise la válvula que no presente ninguna clase de fisura. 2.Revise que la cámara de presión este en buen estado. 3.En caso de alguna anomalía debe ser reemplazado de inmediato.
7	Diligenciar el reporte de servicio	Elabore el reporte de mantenimiento consignando los siguientes datos: <ul style="list-style-type: none"> • Fecha, descripción del equipo, marca, modelo, N° serie, descripción del trabajo realizado, repuestos utilizados, observaciones.

		<ul style="list-style-type: none"> Firme el reporte y hágalo firmar de la persona que recibe el equipo, consigne la información del mantenimiento en la bitácora
--	--	---

Fuente: Metrosalud (2010)

8.- Disposición final del mercurio

Protocolo de manejo para Mercurio líquido

Indicado en *Plan de manejo integral para el retiro de mercurio y residuos que lo contienen en el sector salud* elaborado por SEMARNAT.

El mercurio en su estado líquido es adquirido por las instalaciones de salud fundamentalmente para dos fines: en la atención odontológica y para el mantenimiento de esfigmomanómetros, en ambos casos se genera mercurio residual que requiere un manejo adecuado.

Tabla 3. Protocolo de manejo para Mercurio líquido

Actividad	Componentes del protocolo de manejo para mercurio líquido
Identificar, Separar y clasificar	<ul style="list-style-type: none"> Identificar y separar el mercurio líquido envasado en diferentes tipos de envases de los otros residuos, sólidos o materiales no contaminados. Separar y clasificar los recipientes que tengan únicamente mercurio de los que tienen mercurio y agua o glicerina
Envasado	<ul style="list-style-type: none"> Re envasar el mercurio que venga sin agua o glicerina en el tipo de recipientes asignados para ello, cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad además de las siguientes características. <ul style="list-style-type: none"> De tronco cilíndrico, resistente a los golpes, construido en material rígido impermeable, de fácil limpieza y resistentes a la corrosión como el plástico. Con tapa de buen ajuste y boca ancha para facilitar su vaciado. Construido en forma tal que, estando cerrado o tapado, no permitan la entrada de agua, insectos o roedores, ni el escape de líquidos por sus paredes o por el fondo. Capacidad establecida por cada generador en su plan de residuos hospitalarios. En el caso de los otros líquidos (agua o glicerina) verterlos en recipientes asignados para ello, uno para cada tipo de líquido, de

Actividad	Componentes del protocolo de manejo para mercurio líquido
	<p>acuerdo a las indicaciones del “Instructivo para la separación de mercurio en los residuos generados en instalaciones de Salud”, según lo indicado a la NOM-013-SSA2-1994</p>
Etiquetado	<ul style="list-style-type: none"> • Etiquetar los envases con rótulo que indique “Mercurio no abrir, Material Tóxico”, el nombre del generador y fecha de ingreso al almacén. • En el caso de los otros líquidos, Etiquetar los envases con rótulo que indique “Agua (o glicerina) contaminada con Mercurio no abrir”
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenar los envases adecuadamente en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR. • El tiempo de almacenamiento en el área asignada no deberá exceder de seis meses, más otra prórroga de seis meses solicitada a SEMARNAT. • Llevar las bitácoras correspondientes previstas en el Artículo 71 del Reglamento.
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Al amparo del Plan de Manejo, las instituciones transportarán sus residuos al sitio de acopio designado en vehículos propios, de preferencia deberán ser vehículos abiertos, si se hace en automóvil deberá estar ventilado. Se deberán asegurar los recipientes para evitar que se rueden. El embarque de estos residuos peligrosos no deberá rebasar por viaje y por generador los 200 kilogramos de peso neto, o su equivalente en otra unidad de medida. • El transporte del sitio de acopio al sitio de tratamiento deberá hacerse en vehículos autorizados por la SEMARNAT
Acopio	<ul style="list-style-type: none"> • Se establecerán uno o varios centros de acopio, dependiendo de las necesidades, en dichos centros se almacenarán temporalmente los residuos para su posterior tratamiento. • Los generadores, dependiendo de su situación geográfica o de su decisión podrán hacer uso de estos centros o bien enviarlos directamente en vehículos propios al sitio de tratamiento.
Tratamiento químico o físico	<ul style="list-style-type: none"> • El mercurio envasado se enviará al tratador acordado quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material. • Se convocará a diferentes empresas con capacidad técnica para llevar a cabo dichos procesos.
Disposición final del Hg	<ul style="list-style-type: none"> • El mercurio tratado (solidificado) se enviará al confinamiento acordado, quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material. • Se tiene previsto convocar a las empresas que tengan permiso para confinamiento.

Fuente: Plan de Manejo del Hg (2010)

Protocolo de manejo para residuos con termómetros rotos y enteros

Indicado en *Plan de manejo integral para el retiro de mercurio y residuos que lo contienen en el sector salud* elaborado por SEMARNAT.

Esta corriente de residuos se genera a partir de las actividades de capacitación sobre limpieza de pequeños derrames de mercurio, principalmente debido a la ruptura de termómetros cuyo procedimiento puede generar mercurio líquido separado en un recipiente y materiales contaminados con mercurio.

Tabla 5. Protocolo de manejo de residuos con termómetros rotos y enteros

Actividad	Componentes del protocolo de manejo para residuos con termómetros rotos y enteros
Identificar, Separar y clasificar	<ul style="list-style-type: none">• Identificar y separar el mercurio líquido envasado a consecuencia de los derrames, de los otros residuos, sólidos o materiales no contaminados (bolsas de hule, guantes etc) que integran el estuche diseñado para tales fines.• Identificar, separar y disponer los materiales no contaminados en la corriente de residuos sólidos urbanos.• Identificar y clasificar los residuos contaminados, como papel vidrio, cinta adhesiva.• Estas actividades deben de realizarse de acuerdo a las indicaciones del "Instructivo para la separación de mercurio en los residuos generados en instalaciones de Salud".
Envasado	<ul style="list-style-type: none">• Re envasar el mercurio líquido.• Envasar los residuos contaminados en el tipo de contenedores asignados para ello, cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad.
Etiquetado	<ul style="list-style-type: none">• Etiquetar los envases con rótulo que indique "Mercurio no abrir, Material Tóxico", el nombre del generador y fecha de ingreso al almacén.• Etiquetar los contenedores de residuos con rótulo que indique "Residuos con mercurio y vidrio" no abrir, Material Tóxico", el nombre del generador y fecha de ingreso al almacén.
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none">• Almacenar los contenedores adecuadamente, en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR.• El tiempo de almacenamiento en el área asignada no deberá exceder de seis meses, más otra prórroga de seis meses solicitada a la SEMARNAT.• Llevar las bitácoras correspondientes previstas en el Artículo 71 del reglamento de la LGPGIR.
Transporte	<ul style="list-style-type: none">• Al amparo del Plan de Manejo, las instituciones transportarán sus residuos al sitio de acopio designado en vehículos propios, de preferencia deberán ser vehículos abiertos, si se hace en automóvil deberá estar ventilado. Se deberán asegurar los recipientes para

	<p>evitar que se rueden. El embarque de estos residuos peligrosos no deberá rebasar por viaje y por generador los 200 kilogramos de peso neto, o su equivalente en otra unidad de medida.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El transporte del sitio de acopio al sitio de tratamiento deberá hacerse en vehículos autorizados por la SEMARNAT
Acopio	<ul style="list-style-type: none"> • Se establecerán uno o varios centros de acopio, dependiendo de las necesidades, en dichos centros se almacenarán temporalmente los residuos para su posterior tratamiento. • Los generadores, dependiendo de su situación geográfica o de su decisión podrán hacer uso de estos centros o bien enviarlos directamente en vehículos propios al sitio de tratamiento.
Tratamiento químico, físico o térmico	<ul style="list-style-type: none"> • Los residuos se enviarán al tratador acordado, quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material. • Se convocará a diferentes empresas con capacidad técnica para llevar a cabo dichos procesos. • En caso que el tratamiento sea físico o químico los residuos se pueden enviar a un relleno sanitario, dependiendo de la estabilidad de los residuos y cumpliendo con el Artículo 55 de LGPGIR. • En caso que el tratamiento sea térmico, el mercurio destilado resultante deberá tener manejarse como mercurio líquido. • <i>Se puede omitir el tratamiento en caso de enviar los residuos a disposición final directamente.</i>
Disposición final de los residuos de Hg	<ul style="list-style-type: none"> • El mercurio en estado líquido debe ser tratado (solidificado) y se enviará al confinamiento acordado, quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material. • Los residuos con mercurio, se enviarán al confinamiento acordado, quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material. • Se tiene previsto convocar a las empresas que tengan permiso para confinamiento.
Termómetros enteros	
Manejo	<ul style="list-style-type: none"> • En caso que cualquier institución los dé de baja, se considerarán como residuos y su manejo será similar al de los residuos con termómetros rotos, a partir del envasado.

Fuente: Plan de Manejo del Hg (2010)

Protocolo de manejo para esfigmomanómetros rotos y enteros

Indicado en *Plan de manejo integral para el retiro de mercurio y residuos que lo contienen en el sector salud* elaborado por SEMARNAT.

Esta corriente de residuos se genera a partir de las actividades de capacitación sobre limpieza de pequeños derrames de mercurio, principalmente debido a la ruptura de esfigmomanómetros, en cuyo caso la cantidad liberada puede ser mayor a 50 gramos, también se genera mercurio en actividades de mantenimiento de tales aparatos.

Tabla 6. Protocolo de manejo de residuos con termómetros rotos y enteros

Actividad	Componentes del protocolo de manejo para esfigmomanómetros rotos y enteros
Identificar, separar y clasificar	<ul style="list-style-type: none">• Identificar y separar el mercurio líquido de los otros residuos, sólidos o materiales no contaminados, si es posible• Identificar, separar y disponer los materiales no contaminados en la corriente de residuos sólidos urbanos• Identificar y clasificar los residuos contaminados (vidrio, mercurio y metal)• Estas actividades deben de realizarse de acuerdo a las indicaciones del “Instructivo para la separación de mercurio en los residuos generados en instalaciones de Salud”
Envasado	<ul style="list-style-type: none">• En caso que haya separación de mercurio líquido, darle el manejo como mercurio líquido• Envasar los residuos contaminados en el tipo de contenedores asignados para ello, cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad.
Etiquetado	<ul style="list-style-type: none">• En caso que haya separación de mercurio líquido, etiquetar los envases con rótulo que indique “Mercurio no abrir, Material Tóxico”, el nombre del generador y fecha de ingreso al almacén.• En el caso de los residuos con mercurio, etiquetar los contenedores con rótulo que indique “Residuos contaminados con mercurio, no abrir, Material Tóxico”, el nombre del generador y fecha de ingreso al almacén.
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none">• Almacenar los contenedores adecuadamente, en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR.• El tiempo de almacenamiento en el área asignada no deberá exceder de seis meses, más otra prórroga de seis meses solicitada a la SEMARNAT.• Llevar las bitácoras correspondientes previstas en el Artículo 71 del reglamento de la LGPGIR.
Transporte	<ul style="list-style-type: none">• Al amparo del Plan de Manejo, las instituciones transportarán sus residuos al sitio de acopio designado en vehículos propios, de preferencia deberán ser vehículos abiertos, si se hace en automóvil

	<p>deberá estar ventilado. Se deberán asegurar los recipientes para evitar que se rueden. El embarque de estos residuos peligrosos no deberá rebasar por viaje y por generador los 200 kilogramos de peso neto, o su equivalente en otra unidad de medida.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El transporte del sitio de acopio al sitio de tratamiento deberá hacerse en vehículos autorizados por la SEMARNAT
Acopio	<ul style="list-style-type: none"> • Se establecerán uno o varios centros de acopio, dependiendo de las necesidades, en dichos centros se almacenarán temporalmente los residuos para su posterior tratamiento. • Los generadores, dependiendo de su situación geográfica o de su decisión podrán hacer uso de estos centros o bien enviarlos directamente en vehículos propios al sitio de tratamiento.
Tratamiento químico, físico o térmico	<ul style="list-style-type: none"> • El mercurio envasado que se separe de los aparatos se enviará al tratador acordado, quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material. • Se convocará a diferentes empresas con capacidad técnica para llevar a cabo dichos procesos. • En caso que el tratamiento sea físico o químico los residuos se pueden enviar a un relleno sanitario, dependiendo de la estabilidad de los residuos y cumpliendo con el Artículo 55 de LGPGIR. • En caso que el tratamiento sea térmico, el mercurio resultante deberá tener manejarse como mercurio líquido. • <i>Se puede omitir el tratamiento en caso de enviar los residuos a disposición final directamente</i>
Disposición final de los residuos con Hg.	<ul style="list-style-type: none"> • El mercurio en estado líquido debe ser tratado (solidificado) y se enviará al confinamiento acordado, quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material. • Los residuos con mercurio, se enviarán al confinamiento acordado, quién emitirá al Plan una constancia de aceptación del material. • Se tiene previsto convocar a las empresas que tengan permiso para confinamiento.
Esfigmomanómetros enteros	
Manejo	<ul style="list-style-type: none"> • En caso que cualquier institución los dé de baja, se considerarán como residuos y su manejo será similar al de los residuos con termómetros rotos, a partir de la separación.

Fuente: Plan de Manejo del Hg (2010)

Diagrama de flujo sobre el manejo de mercurio procedente de hospitales



Protocolo de manejo



Identificar, separar y clasificar



Envasado



Etiquetado



Almacenamiento



Transporte



Acopio



Tratamiento químico, físico o térmico



Disposición final de los residuos con Hg

Referencias:

- Castillo R. (2005) Aprendamos a tomar la presión arterial, Sto Tomás Lux Et Veritas, Eu-Lic Corporación St. Tomás Temuco
- Centro Nacional de Producción más Limpia y Tecnologías Ambientales, Guía Sectorial de Producción más Limpia: Hospitales, Clínicas y Centros de Salud. Colombia
- Crea J. (2000) Maintenance/repair of sphygmomanometers and mercury spill procedures in Hospitals. Community services team. Australia South
- Health Care Without Harm (2002). “A New Era: The Elimination of Mercury Sphygmomanometers”. Article
- Instituto de Cardiología (2009), Esfigmomanómetros de mercurio, Argentina
- Greenwood, N.N (1997) Chemistry of the Elements, Elsevier
- LGEEPA (Ley General del Equilibrio y la Protección Ambiental) Publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) 28 de enero de 1988
- Mion D, Pierrin AMG (1998). How accurate are sphygmomanometers?, Journal of Hypertension
- LGEEPA (Ley General del Equilibrio y la Protección Ambiental), Publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) 30 de noviembre de 2006
- Organización Mundial de la Salud (2003), Elemental mercury and inorganic mercury compounds: human health aspects. Geneva
- Organización Mundial de la Salud, OPS, CEPIS (1999). “Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud”. Lima
- Ramírez M. (2009), La contaminación por mercurio en México. Gaceta Ecológica INE-Semarnat, México Num.72, 2004 pp 21-34
- Rodríguez M.E (2001), Fuentes de contaminación por mercurio en la República Mexicana. UNAM

- Soria P. L. (1999), Metodología para la prevención de accidentes y daños a la salud y al ambiente ocasionados por mercurio o sus compuestos, Cuaderno de Investigación Número 47, CENAPRED, Secretaría de Gobernación.
- Secretaria de salud de México (2007), Video derrame de Hg “Hospital libre de mercurio”, Hospital Infantil de México: Federico Gómez
- Salud sin daño (2010). Guía para la eliminación del mercurio en establecimientos de salud. América Latina
- Salud sin daño (2007) Residuos hospitalarios, Guía para reducir su impacto sobre la salud y el ambiente. América Latina.
- SEMARNAT (2010) Plan de manejo integral para el retiro de mercurio y residuos que lo contienen en el sector salud. México
- SEMARNAT (2008) Políticas y mecanismos de gestión para actividades que usan mercurio y residuos que contienen mercurio en México. Dirección General de Gestión de Materiales y Actividades Riesgosas
- Trasande L. (2005) Public Health and Economic Consequences of Methyl Mercury Toxicity to the Developing Brain. Children’s Health. Article
- US EPA (1997) Mercury Study Report to congress, Volume I: Executive Summary. United States of America
- US EPA (1997) Mercury Study Report to congress, Volume II: An inventory of Anthropogenic Mercury Emissions in the United States. United States of America
- US EPA (2009) Report to congress: Potential export of mercury compounds from the US for conversion to elemental mercury. United States of America

Referencias electrónicas:

- Bravo E. W. (2009), Presión arterial, Universidad Peruana “Los Andes” Facultad Ciencias de la Salud. Perú
<http://es.scribd.com/doc/22870510/PRESION-ARTERIAL>
29/03/2011 2:51 pm
- Empresa Social del Estado Metrosalud, Protocolos de ejecución de mantenimiento preventivo. Medellín (2010)
<http://www.metrosalud.gov.co/>
22/03/2011 3:53 pm

- Facultad de Química, UNAM. Hoja de Seguridad del mercurio,
<http://quimica.webcom.com.mx/IMG/pdf/21HG.pdf>
11/03/2011 8:32 pm
- Lynds B. About temperature
<http://eo.ucar.edu/skymath/acerca.html>
10/04/2011 10:11 pm
- Termómetros clínicos Segutem
<http://www.codiapasa.com/pdf/termometros.pdf>
11/04/11 11:44 pm
- Tipos de termómetros (2008)
<http://www.tiposdetermometros.net/>
26/02/2011 5:37 pm



ANEXO B

TRÍPTICOS



- Guantes de látex o nitrilo.
- Toallas de papel.
- Cuadros o tiras de cartón.
- Dos jeringas (sin aguja).
- Cinta adhesiva (alrededor de 30 cm.).
- Lámpara de mano
- Azufre o zinc en polvo.



Kit para
pequeños
derrames de mercurio

Instrucciones para la limpieza:

1. Quitarse las alhajas de manos y muñecas.
2. Solicitar a toda persona que esté en el área que se retire del lugar.
3. Ponerse los guantes de goma o látex.
4. Si hay restos de vidrio u objetos cortantes, recogerlos. Colocarlos sobre una toalla de papel. Doblar la toalla de papel e introducir en la bolsa hermética tipo *ziplock*. Cerrar la bolsa y rotular.

5. Localizar las gotas de mercurio. Utilizar el cartón para recoger las “bolitas” de mercurio. Tomar la linterna, en un ángulo lo más cercano al piso y buscar el brillo de las gotas de mercurio que puedan haber quedado pegadas en la superficie.

6.- Utilizar una jeringa para recolectar las gotas de mercurio. Lenta y cuidadosamente transferir el mercurio a un recipiente plástico irrompible con tapa. Colocar en una bolsa hermética tipo *ziplock*. Asegurarse de rotular la bolsa.

7. Utilizar cinta adhesiva para recolectar las gotas más pequeñas difíciles de ver. Colocar la cinta adhesiva en una bolsa *ziplock* y ciérrela

8. Colocar todos los materiales utilizados en la limpieza, incluidos los guantes, en una bolsa de basura. Colocar todas las gotas de mercurio y objetos desechados en la bolsa. Cerrar y rotular.
Mantener el área con una buena ventilación de aire exterior por lo menos 24 horas.

PROPUESTA PARA EL MANEJO DE MERCURIO EN HOSPITALES PROCEDENTE DE TERMÓMETROS Y ESFIGMOMANÓMETRO



Mercurio en el sector salud

El mercurio es un metal tóxico que puede encontrarse en varias formas. Es importante señalar que la mayor parte del mercurio que se encuentra en el ambiente es de origen natural más que del resultado de las actividades antropogénicas.

Los centros de salud son una de las principales fuentes de liberación de mercurio en la atmósfera, debido a las emisiones causadas por la incineración de desechos médicos.

Algunos países han restringido la utilización de los termómetros de mercurio o han prohibido su venta sin prescripción. Diversas asociaciones han adoptado resoluciones alentando a los médicos y los hospitales a reducir y eliminar la utilización de equipo conteniendo mercurio.



Mercurio

¿Dónde se encuentra?

Entre las aplicaciones se encuentran: como catalizador de oxidaciones orgánicas; en recubrimiento de espejos; en lámparas de arco para generar rayos UV y lámparas fluorescentes; en instrumentos como barómetros, termómetros, hidrómetros y pirómetros; en la extracción de oro y plata de sus minerales; etc.



Desde luego muchos de estos usos han sido prohibidos en muchos países debido a su alta toxicidad, por ejemplo en plaguicidas, productos de lavandería, cosméticos y pinturas.

Cuando un producto que contiene mercurio se rompe, se produce un derrame de este metal, que incorrectamente recolectado, pasa a ser una fuente de contaminación de la tierra.



Daños a la salud



El mercurio y sus compuestos pueden ingresar al cuerpo a través de la piel y los tractos gastrointestinal y respiratorio.

El vapor o neblina de este metal irrita los ojos, las membranas mucosas y el tracto respiratorio superior.

Cambios en el comportamiento como depresión e irritabilidad, temblores y pérdida de apetito y peso, complicaciones en el embarazo, en el parto, bebés de bajo peso, disturbios en la menstruación, abortos espontáneos y en el caso de incidencia, malformaciones en el feto.

Material necesario para la limpieza de pequeños derrames procedente de termómetros

- Bolsas herméticas, tipo *ziplock*.
- Bolsas de basura (2 mm o más de espesor)
- Contenedor plástico con tapa que cierre bien, por ejemplo, los de los rollos de fotos de 35 mm.

- Cinta adhesiva (alrededor de 30 cm.).
- Lámpara de mano
- Equipo de seguridad: guantes de látex o nitrilo, lentes de seguridad, camisolita, gorro y mascarilla)
- Material de mantenimiento para el esfigmomanómetro
- Azufre o zinc en polvo
- Tetracloruro de carbono



Kit

Instrucciones para la limpieza:

1. Quitarse las alhajas de manos y muñecas.
2. Llevar a cabo los trabajos en una bandeja de plástico o cerámica
3. Utilizar guantes, lentes de seguridad, camisolita, gorro, mascarilla.
4. Ordenar el equipo de mantenimiento a usarse
5. Etiquetar bolsas de residuos y recipientes

6. Seguir las operaciones de desmontaje del esfigmomanómetro de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

7. Abrir la columna por medio de una válvula

8. Vaciar el mercurio de la columna en el contenedor de plástico.

9. Utilizar conos de papel para recoger las "bolitas" de mercurio.

10. Limpiar el mercurio con una filtración a través de conos de papel, la impureza se queda en el cono. Pasar 3 veces por el cono el mercurio y se reutiliza.

Limpiar la columna con una mezcla de alcohol y agua y un trapito. Cambiar los filtros del esfigmomanómetro.

11. Armar la columna nuevamente

12. Llevar a cabo los procedimientos de descontaminación del mercurio en la bandeja de plástico o cerámica utilizando el kit de derrames.

PROPUESTA PARA EL MANEJO DE MERCURIO EN HOSPITALES PROCEDENTE DE TERMÓMETROS Y ESFIGMOMANÓMETRO



Profesora: Dra. Georgina Fernández Villagómez

Elaborado por: I.Q. Ana Laura Talavera Aguilar



UNAM
FACULTAD DE QUÍMICA

Mercurio en el sector salud

El mercurio es un metal tóxico que puede encontrarse en varias formas. Es importante señalar que la mayor parte del mercurio que se encuentra en el ambiente es de origen natural más que del resultado de las actividades antropogénicas.

Los centros de salud son una de las principales fuentes de liberación de mercurio en la atmósfera, debido a las emisiones causadas por la incineración de desechos médicos.

Algunos países han restringido la utilización de los termómetros de mercurio o han prohibido su venta sin prescripción. Diversas asociaciones han adoptado resoluciones alentando a los médicos y los hospitales a reducir y eliminar la utilización de equipo conteniendo mercurio



Mercurio

¿Dónde se encuentra?

Título secundario

Entre las aplicaciones se encuentran: como catalizador de oxidaciones orgánicas; en recubrimiento de espejos; en lámparas de arco para generar rayos UV y lámparas fluorescentes; en instrumentos como barómetros, termómetros, hidrómetros y pirómetros; en la extracción de oro y plata de sus minerales; etc.

Desde luego muchos de estos usos han sido prohibidos en muchos países debido a su alta toxicidad, por ejemplo en plaguicidas, productos de lavandería, cosméticos y pinturas.

Cuando un producto que contiene mercurio se rompe, se produce un derrame de este metal, que incorrectamente recolectado, pasa a ser una fuente de contaminación de la tierra.



Daños a la salud

El mercurio y sus compuestos pueden ingresar al cuerpo a través de la piel y los tractos gastrointestinal y respiratorio.

El vapor o neblina de este metal irrita los ojos, las membranas mucosas y el tracto respiratorio superior.

Cambios en el comportamiento como depresión e irritabilidad, temblores y pérdida de apetito y peso, complicaciones en el embarazo, en el parto, bebés de bajo peso, disturbios en la menstruación, abortos espontáneos y en el caso de incidencia, malformaciones en el feto.

Material necesario para el mantenimiento de esfigmomanómetros.

- Bolsas herméticas, tipo *ziplock*
- Bolsas de basura (2 mm o más de espesor)
- Contenedor plástico con tapa que cierre bien, como por ejemplo, los de los rollos de fotos de 35 mm
- Conos y cuadros de papel
- Dos jeringas (sin aguja)