

INVENTARIO DE LIBERACIONES DE MERCURIO EN PANAMÁ, SEGÚN EL PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE

INVENTORY OF MERCURY RELEASES IN PANAMA,
ACCORDING TO THE UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME

Autores

Valedis Montes¹ & Félix Henríquez^{2*}

RESUMEN

Este documento presenta el Inventario Nacional para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio en Panamá para el año 2015. Fue realizado en base al programa metodológico *toolkit*: “Instrumental la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio”, desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (UNEP, por sus siglas en inglés).

PALABRAS CLAVES

Mercurio, liberación, identificación, cuantificación, instrumental, inventario, PNUMA.

Área

¹Licenciatura en Ingeniería Mecánica – Facultad de Ingeniería Mecánica – Universidad Tecnológica de Panamá

²Departamento de Energía y Ambiente – Facultad de Ingeniería Mecánica – Universidad Tecnológica de Panamá

ABSTRACT

This document presents the National Inventory for Identification and Quantification of mercury releases in Panama by 2015. It was made based on the toolkit methodological program: “Instrumental Identification and Quantification of mercury releases” developed by the United Nations Environment Programme.

KEY WORDS

Mercury, releases, identification, quantification, instrumental, inventory, UNEP.

* Corresponding author:
felix.henriquezr@utp.ac.pa

1. Introducción

El reconocimiento actual del mercurio como sustancia tóxica acumulativa ha determinado que el PNUMA haya establecido una estrategia encaminada a la mitigación y prohibición de sus usos. [1]

Este documento se ha elaborado con el objetivo de aumentar la concienciación en nuestro país, (quién debería estar entre los interesados directos) sobre los efectos del mercurio en la salud humana y en el medio ambiente.

Con los resultados obtenidos se espera contribuir en la toma de decisiones para el establecimiento de las regulaciones a nivel estatal de (que ayude a los ciudadanos, al gobierno y a los encargados de este tema a apoyar y adquirir la capacidad para reducir o eliminar) los usos del mercurio, así como sus liberaciones y la exposición al mismo.

Dada la escasa información sobre el mercurio y la alta toxicidad del mismo, consideramos de gran interés y pertinencia el desarrollo de este tema.

Los objetivos de este estudio son los siguientes:

- Identificar y cuantificar productos que contienen mercurio y las emisiones que generan en la República de Panamá, haciendo uso de la herramienta *Toolkit*, metodología establecida por el PNUMA.
- Presentar resultados para desarrollar una base de datos, documentos o guías que puedan ser de interés nacional para mitigar las emisiones y liberaciones del mercurio en la República de Panamá.
- Tener el conocimiento necesario para la toma de decisiones encaminadas a la reducción de riesgo a la salud y al ambiente que el mercurio representa.

1.1 El mercurio

El mercurio ha sido identificado por la comunidad internacional como un producto químico de preocupación global. Además de ser tóxico y persistente, tiene un ciclo global, por lo que sus emisiones en cualquier continente pueden contribuir a la deposición en otros.

El mercurio es un elemento natural, pesado presente en la naturaleza, es el único metal líquido a temperatura ambiente, se evapora con facilidad. Su color es blanco plateado y se encuentra en las minas en estado nativo, pero principalmente en combinación con azufre.

Actualmente el mercurio es reconocido como una sustancia bioacumulativa de alcance global. El mercurio se genera de manera natural en el medio ambiente y se da en una gran variedad de formas. [2, 3]

1.2 Metilmercurio

Es una sustancia orgánica altamente tóxica (aún más que el mercurio elemental) que se transforma debido a la actividad biológica que presenta el mercurio en el ambiente. Aunque casi todos los compuestos del mercurio son tóxicos y pueden ser dañinos en niveles muy bajos a ecosistemas acuáticos y terrestres, el metilmercurio se bioacumula en toda la cadena alimentaria y es la principal fuente de mercurio en nuestros alimentos. [4-6]

1.3 Efectos del Metilmercurio

El metilmercurio atraviesa directamente la placenta de la madre y también la barrera hematoencefálica. El metilmercurio puede causar también trastornos mentales y dificultades del aprendizaje, parálisis cerebral, convulsiones, espasticidad, temblores y falta de coordinación, además de daños oculares y auditivos al nonato como resultado de la exposición de la madre. Además, el metilmercurio puede pasar también a la leche materna, que es una forma más de exposición del recién nacido. [4, 6]

1.4 PNUMA

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA, es la autoridad ambiental líder en el mundo, que fija la agenda ambiental global, que promueve la aplicación coherente de las dimensiones ambientales del desarrollo sostenible en el marco del sistema de las Naciones Unidas, y que ejerce de defensor acreditado del medio ambiente global. [1, 7]

2. Materiales y métodos

El “Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio”, el “*kit* de herramientas”, un procedimiento recomendado por el PNUMA está destinado a ayudar a los países a desarrollar un inventario nacional de emisiones de mercurio. Proporciona una metodología estandarizada y una base de datos que permite la elaboración de inventarios de mercurio nacionales. [8]

2.1 Preparación del inventario

Para la realización del Inventario Nacional de Mercurio en Panamá, se siguió la metodología establecida en el “Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio”, elaborado por el PNUMA. (Utilizamos la hoja de cálculo del *Toolkit* versión Abril, 2015. (Requiere experiencia básica en el uso del programa de hoja de cálculo MS Excel). [8]

2.2 Aplicación del Instrumental

Para aplicar el Instrumental y compilar el inventario no se realizaron pruebas de emisiones, sino que se utilizaron factores de emisión por defecto. Estos resultados se pueden ir actualizando y mejorando anualmente a medida que se actualicen y perfeccionen las estadísticas de actividad y los factores de emisión; cuando se disponga de datos medidos experimentalmente o se hayan hecho cálculos nacionales.

2.3 Metodología del Instrumental

La metodología consiste en un procedimiento normalizado de cuatro pasos para preparar y facilitar la elaboración de inventarios de mercurio consistentes y comparables. [1, 8]

Paso 1: matriz de selección; identificación de las principales categorías de fuentes.

Paso 2: identificación de subcategorías de fuentes.

Paso 3: recopilación de datos y cuantificación de liberaciones de mercurio.

Paso 4: presentación del inventario.

El inventario final de mercurio evidenciará la consideración de todas las fuentes potenciales,

incluso si la actividad no existe o es poco significativa en el país.

2.4 Base de datos

Utilización de bases de datos de la Autoridad Nacional de Aduanas. Utilización de bases de datos de la Contraloría General de la República: aquella específicamente relacionada a la tasa de entrada de productos y materiales importados al territorio. [9, 10]

3. Resultados

Luego de correr el instrumental con los datos obtenidos presentamos los siguientes resultados.

3.1 Tipos de resultados

Aire: Fuentes puntuales y difusas desde las cuales se extiende el mercurio sea local, regional y hemisférica mundial con las masas de aire.

Agua: Liberaciones de mercurio a ambientes acuáticos y a sistemas de tratamiento de agua residuales: fuentes puntuales y difusas a partir de la cual el mercurio se dispersa en medios marinos (océanos) y aguas dulces (ríos, lagos, etc.).

Tierra: Liberaciones de mercurio al suelo y al medio terrestre. Superficies y suelos en general, desde donde llega el agua subterránea.

Subproductos sus impurezas: Productos que contienen mercurio, en forma deliberada o involuntaria.

Residuos generales: Desechos municipales y domiciliarios comunes (la mayor parte generados por la población) sometidos a tratamiento general, como la incineración y disposición controlada.

Disposición y tratamiento de residuos: Desechos industriales y post consumo que se reúnen y tratan por separado

3.2 Datos tabulados

A continuación se presentan las entradas de mercurio a Panamá para cada una de las subcategorías incluidas en el instrumental del PNUMA.

Tabla 1. Consumo de energía

CATEGORÍA 1			
Categoría de fuente	Existe S/N /?	TA*	Unidad
1. Combustión de carbón en grandes centrales	N	0.00	Carbón quemado, t/año
2. Otros usos del carbón	N	0.00	Carbón utilizado, t/año
3. Combustión y uso de coque de petróleo y aceites pesados	S	137.071	Combustión de productos de aceite, t/año
4. Combustión y uso de diesel, gasolina, petróleo, queroseno, GLP y otros destilados	S	1.899.195	Combustión de productos de aceite, t/año
5. Uso del gas natural crudo o previamente limpiado	S	97.229.246	Gas utilizado, Nm ³ /año
6. Uso de tubería de gas (calidad de consumidor)	N	0.00	Gas utilizado, Nm ³ /año
7. Energía obtenida de biomasa y producción de calor	S	90.544	Combustión de biomasa, t/año
8. Combustión de carbón	N	0.00	Combustión de carbón, t/año
9. Extracción de aceite	N	0.00	Petróleo crudo producido, t/año
10. Refinamiento de petróleo	N	0.00	Aceite refinado, t/año
11. Extracción y procesamiento de gas natural	N	0.00	Gas producido, Nm ³ /año

TA* Tasa de actividad

Tabla 2. Producción de metales primaria

CATEGORÍA 2			
Categoría de fuente	Existe S/N /?	TA	Unidad
1. Extracción de mercurio (primario) y procesamiento inicial	N	0.00	Producción de mercurio, kg/año
2. Producción de zinc de concentrados	N	0.00	El concentrado utilizado, t/año
3. Producción de cobre de concentrados	N	0.00	El concentrado utilizado, t/año
4. Producción de plomo de concentrados	N	0.00	El concentrado utilizado, t/año
5. Extracción de oro por métodos distintos de la amalgamación de mercurio	S	3	Mineral del oro usado, t/año
6. Producción de aluminio de bauxita (producción de aluminio)	N	0.00	Procesado de la bauxita, t/año
7. Producción primaria de metales ferrosos (producción de hierro en barras)	N	0.00	Hierro de cerdo producido, t/año
8. Extracción de oro con amalgama de mercurio - sin uso de réplica	N	0.00	Oro producido, kg/año
9. Extracción de oro con amalgama de mercurio - con el uso de réplica	N	0.00	Oro producido, kg/año

Tabla 3. Otra producción de materiales

CATEGORÍA 3			
Categoría de fuente	Existe S/N /?	TA	Unidad
1. Producción de cemento	S	1.521.082	produce cemento t, t/año
2. Producción de pulpa y papel	S	29.020	biomasa de t utilizado en la producción, t/año

Tabla 4. Producción de productos químicos

CATEGORÍA 4			
Categoría de fuente	Existe S/N /?	TA	Unidad
1. Producción de cloro-álcali con celdas de mercurio	N	0.00	Cl2 producido, t/año
2. Producción de VCM con catalizador de mercurio	N	0.00	VCM producido, t/año
3. Producción de acetaldehído con el catalizador de mercurio	N	0.00	Acetaldehído producido, t/año

Tabla 5. Producción de productos con contenido de mercurio

CATEGORÍA 5			
Categoría de fuente	Existe S/N /?	TA	Unidad
1. Termómetros de Hg (médicos, aire, laboratorio, industrial etc.)	N	0.00	Hg utilizado para la producción, kg/año
2. Interruptores eléctricos y relevadores con mercurio	N	0.00	
3. Fuentes de mercurio de luz (fluorescente, compacta, otros)	N	0.00	
4. Baterías con mercurio	N	0.00	
5. Manómetros y medidores con mercurio	N	0.00	
6. Biocidas y pesticidas con mercurio	N	0.00	
7. Pinturas con mercurio	N	0.00	
8. Cremas de piel y jabones con químicos de mercurio	N	0.00	

Tabla 6. Uso y eliminación de los productos con contenido de mercurio

CATEGORÍA 6			
Categoría de fuente	Existe S/N /?	TA	Unidad
1. Empastes de amalgamas dentales (empastes de "plata")	S	3.504.483	número de habitantes
2. Termómetros	S	1.131	artículos vendidos/año
3. Interruptores eléctricos y relevadores con mercurio	S	3.504.483	número de habitantes
4. Fuentes de luz con mercurio	S	3.389	artículos vendidos/año
5. Baterías con mercurio	S	3	t baterías vendidas/año
6. Poliuretano (PU, PUR) producido con el catalizador de mercurio	N	0.00	número de habitantes
7. Pinturas con conservantes mercurio	N	0.00	Venta de pintura, t/año
8. Cremas de piel y jabones con químicos de mercurio	N	0.00	Crema y jabón vendidos, t/año
9. Indicadores médicos de presión sanguínea (esfigmomanómetros de Hg)	N	0.00	artículos vendidos/año
10. Otros manómetros y medidores con mercurio	S	3.504.483	número de habitantes
11. Productos químicos de laboratorio	S	3.504.483	número de habitantes
12. Otros equipos de laboratorio médico con mercurio	S	3.504.483	número de habitantes

Tabla 7. Producción de reciclado de metales

CATEGORÍA 7			
Categoría de fuente	Existe S/N /?	TA	Unidad
1. Producción de mercurio reciclado ("producción secundaria")	N	0.00	reciclado de mercurio, kg/año
2. Producción de metales ferrosos y reciclados de los metales (hierro y acero)	N	0.00	Número de vehículos reciclados/año

Tabla 8. Incineración de residuos

CATEGORÍA 8			
Categoría de fuente	Existe S/N /?	TA	Unidad
1. Incineración de desechos municipales o generales	S	777	Residuos incinerados, t/año
2. Incineración de residuos peligrosos	S	495	
3. Incineración de desechos médicos	N	0.00	
4. Incineración y tratamiento de lodos de aguas residuales	N	0.00	
5. Quema de desechos y residuos (en vertederos informales)	S	54.575	

Tabla 9. Deposición de residuos/vertido y tratamiento de aguas residuales

CATEGORÍA 9			
Categoría de fuente	Existe S/N /?	TA	Unidad
1. Vertederos y depósitos controlados	S	875.550	Vertidos, residuos t/año
2. Vertederos informales de desechos generales	S	436.607	Vertido de residuos, t/año
3. Sistema de tratamiento de aguas residuales	S	618.750	Aguas residuales, m ³ /año

Tabla 10. Crematorios y cementerios

CATEGORÍA 10			
Categoría de fuente	Existe S/N /?	TA	Unidad
1. Crematorios	S	4.616	Cadáveres inhumados/año
2. Cementerios	S	13.151	Cadáveres enterrados/año

3.3 Liberaciones de mercurio por cada categoría

Tabla 11. Liberaciones totales de mercurio

Liberación aproximada de las estimaciones de Mercurio (Kg Hg/año)		
Nº de Categoría	Nombre de la Categoría de Uso	Liberación Total
Categoría 1	Consumo de energía	30,42
Categoría 2	Producción de metales primaria	0,05
Categoría 3	Otra producción de materiales	198,61
Categoría 4	Producción de productos químicos	0,00
Categoría 5	Producción de productos con contenido de mercurio	0,00
Categoría 6	Uso y eliminación de los productos con contenido de mercurio	1446,33
Categoría 7	Producción de reciclado de metales	0,00
Categoría 8	Incineración de residuos	288,64
Categoría 9	Deposición de residuos/vertido y tratamiento de aguas residuales	2230,50
Categoría 10	Crematorios y cementerios	45,01

3.4 Principales resultados

Las categorías que contribuyen con las entradas de mercurio más importantes en el país son:

Categoría 9: Deposición de residuos, vertido y tratamiento de aguas residuales con 6564.03 Kg/año.

Categoría 6: Uso y eliminación de los productos con contenido de mercurio con 1592.08 Kg/año.

Categoría 8: Incineración de residuos con 288.64 Kg/año.

Las subcategorías que contribuyendo con las entradas de mercurio más altas son:

Vertederos y depósitos con 4.378 Kg/año.

Vertederos informales de desechos generales con 2.183 Kg/año.

Empastes de amalgamas dentales con 639 Kg/año.

Las subcategorías que contribuyen con las mayores entradas de mercurio al aire son:

Quema de desechos y residuos en vertederos informales con 272.9 Kg/año.

Vertederos informales de desechos generales con 218.3 Kg/año.

Producción de cemento con 148.3 Kg/año.

Los siguientes subcategorías son las que contribuyen con las mayores entradas de mercurio al agua:

Vertederos informales de desechos generales con 218.3 Kg/año.

Empastes de amalgamas dentales con 212.2 Kg/año.

Otros equipos de laboratorio médico con mercurio con 40.8 Kg/año.

Los siguientes subcategorías son las que contribuyen con las mayores entradas de mercurio a la tierra:

Vertederos informales de desechos generales con 1,746.4 Kg/año.

Interruptores eléctricos y relevadores con mercurio con 43.2 Kg/año.

Cementerios con 32.9 Kg/año.

3.5 Liberaciones de mercurio de las categorías con mayor porcentaje

En la figura 1, mostramos las categorías que representan las mayores liberaciones de mercurio, las cuales actualmente representan las mayores problemáticas de contaminación por mercurio en Panamá.

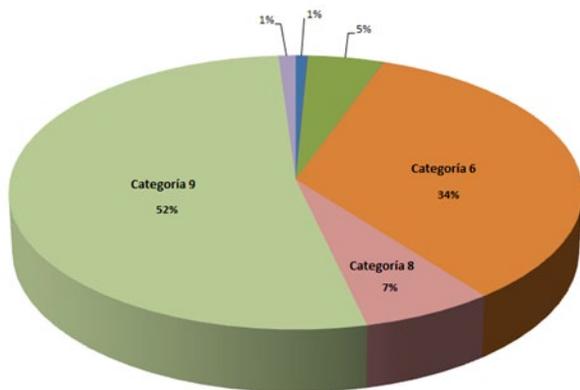


Figura 1. Porcentaje de las liberaciones totales de mercurio de las principales categorías.

Categoría 9: deposición de residuos, vertido y tratamiento de aguas residuales.

Categoría 6: uso y eliminación de los productos con contenido de mercurio.

Categoría 8: incineración de residuos.

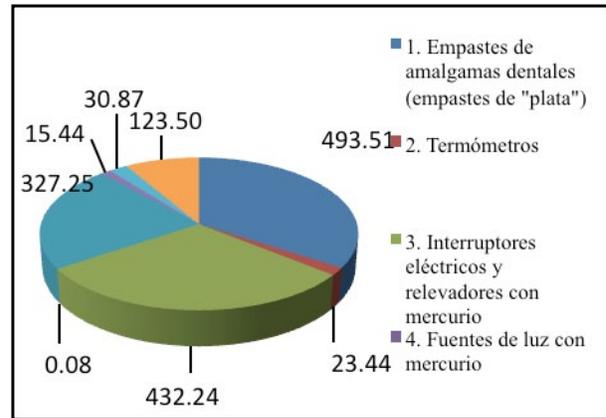


Figura 2. Liberaciones totales estimadas de la Categoría 6, en Kg/año.

La categoría 6: uso y eliminación de productos con contenido de mercurio es la segunda categoría que más liberaciones de mercurio presenta en nuestro país, ya que se importan en grandes cantidades y sin mucho control para el consumo interno. Además, de que no existe ningún tipo de programa de recuperación o de recolección de estos producto una vez terminada su vida útil, los productos van a parar finalmente a los vertederos.

Dentro de esta categoría, la subcategoría que más aporta liberaciones de mercurio son los empastes de amalgamas dentales con una liberación de 493.51 kg Hg/año.

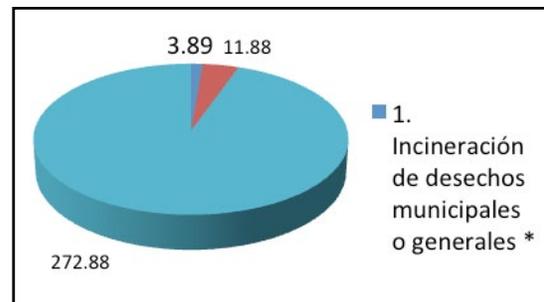


Figura 3. Liberaciones totales estimadas de la Categoría 8, en Kg/año.

En la categoría 8: incineración de residuos, se identificaron tres subcategorías de cinco que presentaba el *Toolkit*, de las cuales la que más liberaciones presenta es la quema de desechos y residuos (en vertederos informales), con un valor de 272.88 kg hg/año.

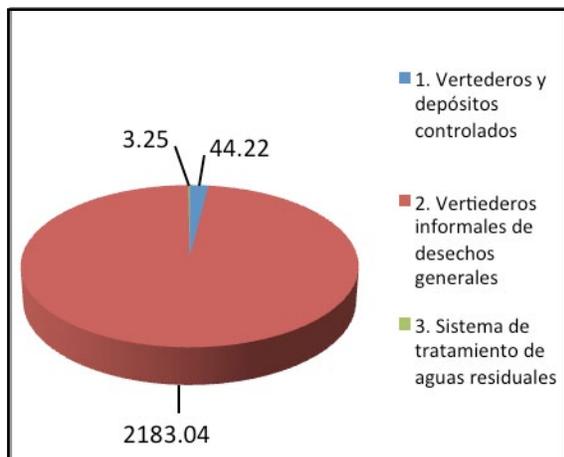


Figura 4. Liberaciones totales estimadas de la Categoría 9, en Kg/año.

La categoría 9: deposición de residuos y tratamiento de aguas residuales, es la principal categoría que más liberaciones de mercurio presenta en Panamá, se identificó que la subcategoría que más liberaciones presenta en el país corresponde a la subcategoría 9.2 “vertederos informales de desechos generales”, con un valor de 2,183.04 kg Hg/año.

4. Conclusiones

Al presentar este documento sobre el inventario nacional de emisiones de mercurio en el país con el procedimiento que nos ofrece el programa “Toolkit” del PNUMA, las conclusiones obtenidas para cada uno de los objetivos planteados son las siguientes:

- En Panamá, no se manufacturan productos que contengan mercurio, más bien somos considerados un país de servicios, a partir de esta realidad existen categorías que no fueron contabilizadas para el inventario de Panamá.
- Los sectores que generan mayor cantidad de riesgos por liberaciones de mercurio son el sector de la salud y el sector de industrias.
- La cuantificación realizada en este inventario, para el año 2015, muestra que las liberaciones totales de mercurio en Panamá, basados en las categorías de entradas de la herramienta Toolkit del PNUMA, es de 4239,56 kg Hg/año y que la mayor liberación se da a la tierra con 1853,26 kg Hg/año.

- La categoría 9: deposición de residuos, vertido y tratamiento de aguas residuales representa la mayor liberación de mercurio, y por lo tanto, representa la mayor problemática de contaminación por mercurio en el país, seguida de la categoría 6: uso y eliminación de los productos con contenido de mercurio y la categoría 8: incineración de residuos, las cuales constituyen el 93% del total de las liberaciones de mercurio a las diferentes vías de distribución.
- La subcategoría que libera más emisiones de mercurio se encuentran en los vertederos informales de desechos generales.
- Las principales vías de liberación de mercurio identificada en el inventario son tierra, residuos generales y aire, las cuales están asociadas con las categorías de mayor relevancia ya identificadas. Esto se debe a que el mercurio se acumula en los vertederos de desechos con mercurio contaminando directamente la tierra, otra de las razones se debe a que el mercurio se evapora fácilmente recorriendo la atmósfera, para luego contaminar los suelos a través de las precipitaciones.

Los datos de este documento deben ser considerados como una aproximación al diagnóstico de la situación existente en Panamá, ya que estos resultados presentan niveles de incertidumbre. La crisis de la basura que actualmente estamos viviendo se ve reflejada en los resultados, pues la deficiente gestión de desechos peligrosos y no peligrosos que existe en Panamá, junto a la falta de instrumentos que normen la materia, ayudan que los vertederos informales de desechos generales sean la fuente principal de emisiones de mercurio en Panamá.

Los datos que obtuvimos del informe anual de la Contraloría y el informe anual de Aduanas, no miden la cantidad de mercurio en los productos, sino que toman en cuenta el peso total. Aunque el programa recibe la información en peso, igual se hace difícil calcular exactamente las emisiones de mercurio.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso y a la Virgen María por las bendiciones que nos dan, a la Universidad Tecnológica de Panamá por el apoyo a la

investigación, al profesor Félix Henríquez, a la Facultad de Ingeniería Mecánica y al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente por su constante labor.

REFERENCIAS

- [1] Página web del PNUMA <http://www.pnuma.org/>
- [2] Francisco García, “*El mercurio, situación actual, problemas y soluciones*”, publicación científica, ResearchGate, pp 84, 2015.
- [3] María Crespo-López, “*Mercurio y neurotoxicidad*”, Publicación científica, revista de Neurología, 2015.
- [4] PNUMA. Reporte Técnico. “*El Problema del Mercurio*”.
- [5] PNUMA. Reporte Técnico. “*El Mercurio y la Industria*”.
- [6] PNUMA. Reporte Técnico. “*Evaluación Mundial sobre el mercurio*”. IOMC, sustancias químicas. Ginebra, Suiza, 2005.
- [7] Página web de la UNEP <http://www.unep.org/>
- [8] PNUMA. Productos Químicos. “*Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio*”, 2015.
- [9] Página web del Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panamá INEC. Lista de Importaciones Panamá 2013.
- [10] Página web de la Autoridad Nacional de Aduanas de Panamá ANA. Base de Datos del Sistema Internacional de Comercio Exterior. www.ana.gob.pa