



CURE
Centro Universitario
Regional del Este



**UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY**



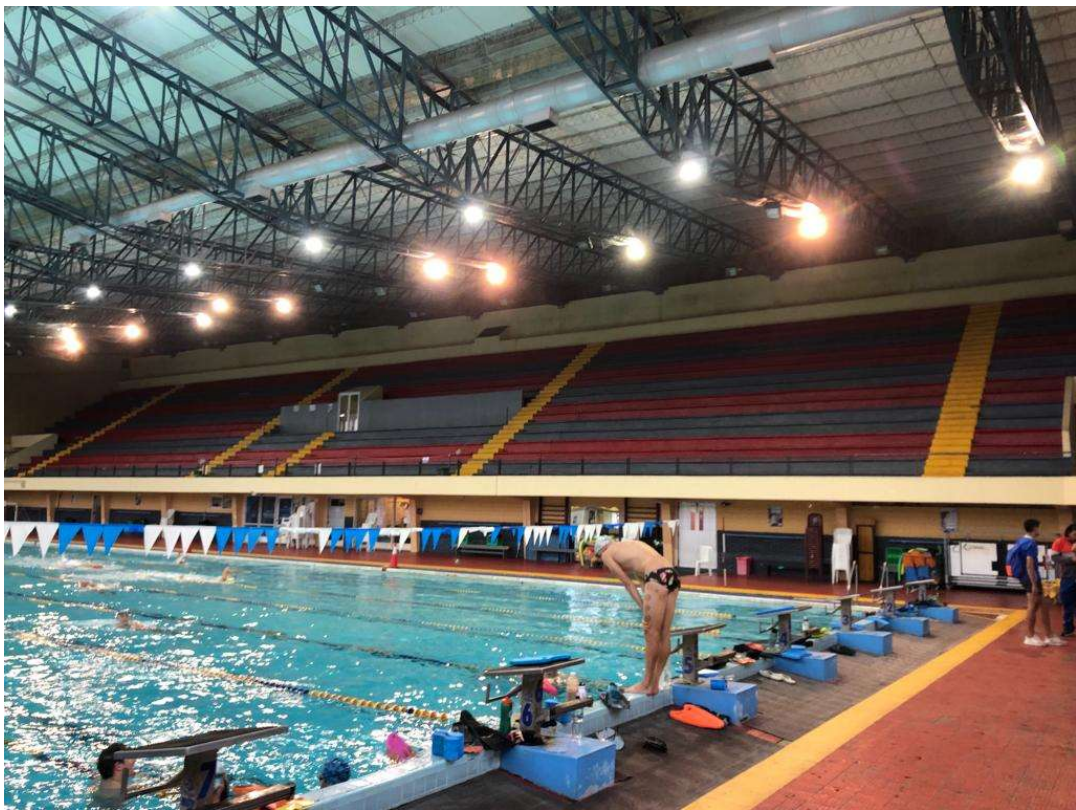
Estimación de la cantidad de mercurio contenido en lámparas en Uruguay e implicancias ambientales

Richard Corbo

2023

Licenciatura de Gestión Ambiental

Opción Manejo de Ecosistemas



Iluminación de la piscina del Campus de Maldonado - Combinación de lámparas de Sodio y Halogenuros Metálicos
(Foto propia del Autor)

Tutores:

Pablo Inchausti PhD y Dr Javier García-Alonso

Centro Universitario Regional del Este

Maldonado

Sumario

Estimación de la cantidad de mercurio contenido en lámparas en Uruguay e implicancias ambientales.....	1
Resumen.....	3
1. Introducción.....	5
Contaminación por Metales.....	5
Contaminación por Mercurio y sus efectos.....	6
Efectos de la contaminación por mercurio sobre la salud.....	7
Lámparas de descarga.....	9
Lámparas de Mercurio.....	9
Lámparas de vapor de sodio.....	10
Lámpara de halogenuros metálicos.....	10
El mercurio en Uruguay.....	10
2. Objetivo General.....	12
Objetivo 1.....	12
Objetivo 2.....	12
Objetivo 3.....	12
3. Materiales y métodos.....	13
4. Resultados.....	16
5. Discusión.....	23
6. Bibliografía.....	26
Anexos.....	32
Anexo 1 - Glosario.....	32
Anexo 2 - Lámparas Incandescentes.....	34
Lámparas Incandescentes convencionales.....	34
Lámparas Incandescentes Halógenas.....	35
Lámpara de inducción.....	36
Anexo 3 - Respuesta a solicitud de acceso a la información pública.....	37

Resumen

La contaminación ocasionada por la exposición al mercurio es una preocupación global en términos sanitarios y de manejo de ecosistemas. A nivel global se liberan anualmente al ambiente alrededor de 9.000 toneladas de mercurio, siendo la extracción de oro artesanal la principal fuente de emisiones de este metal, seguida por la combustión del carbón y la producción de metales no ferrosos y de cemento. Además, el mercurio se sigue empleando en la fabricación de productos comerciales tales como baterías, lámparas, cosméticos, plaguicidas y algunos tipos de vacunas de dosis múltiples, como por ejemplo la de la gripe. Como consecuencia de ello, todos los organismos están expuestos a una cierta cantidad de mercurio, pudiendo la exposición a concentraciones elevadas ocasionar daños neurológicos a largo plazo.

En el año 2008 se lanzó el “Plan Estratégico Institucional”, el cual establecía como meta mínima el ahorro de un 5% en el consumo de energía eléctrica y que tenía entre sus objetivos la sustitución de las lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas (LFC), las que si bien tienen un consumo de energía del orden del 85% menor, contienen mercurio en su interior. Alineada con esta política UTE lanzó el plan “A todas luces”, el cual consistió en la entrega en forma gratuita a sus clientes residenciales de hasta 4,3 millones de LFC, también conocidas como de bajo consumo (BC) en dos fases, la primera en el año 2008 que entregó 2.3 millones de unidades y la segunda en el año 2013 cuando entregó otros 2 millones.

Esta estrategia de fomento del empleo de lámparas BC produjo un aumento significativo del stock de estas lámparas en el país. Reconociendo la problemática ambiental asociada al mercurio contenido las lámparas de bajo consumo, UTE elaboró el plan “Juntalámparas” orientado a su recolección selectiva, para lo cual instaló en sus oficinas comerciales y en los locales de las redes de cobranza, contenedores para su descarte en forma segura. Sin embargo, la ausencia de planes de recolección selectiva gratuitos orientados a la captación de otros tipos de lámparas que también contienen mercurio en su interior, conspira contra su adecuada disposición final y aumenta la posibilidad de que estas lámparas se descarten junto con los residuos domésticos. Esto implica un riesgo para el ambiente, contrariamente a lo que sucede con las lámparas recolectadas mediante el plan “Juntalámparas” que son derivadas a empresas que se encargan de la gestión adecuada de residuos que contienen mercurio.

A pesar de reconocerse la existencia de la problemática relacionada con la disposición de las lámparas de BC, no existen estimaciones disponibles sobre su magnitud a nivel país, por lo que la presente tesis apunta a poner de manifiesto la problemática del mercurio asociado al uso y disposición final de las lámparas que contienen mercurio a nivel nacional en Uruguay.

Palabras clave: mercurio, metales pesados, contaminación ambiental, convenio de Minamata

Abstract

Pollution caused by exposure to mercury is a global concern in terms of health and ecosystem management. Globally, around 9,000 tons of mercury are released annually into the environment, with artisanal gold extraction being the main source of mercury emissions, followed by coal combustion, and the production of non-ferrous metals and cement. In addition, mercury continues to be used in the manufacture of commercial products such as batteries, lamps, cosmetics, pesticides, and some types of multi-dose vaccines, such as influenza. As a consequence, all organisms are exposed to a certain amount of mercury, and exposure to high concentrations can cause long-term neurological damage.

In 2008, the "Institutional Strategic Plan" was launched, which established as a minimum goal the saving of 5% in the consumption of electrical energy and which had among its objectives the replacement of incandescent lamps with compact fluorescent lamps (CFL), which have an energy consumption of the order of 85% less, but contains mercury inside. Aligned with this policy, UTE launched the "A todas luces" plan, which consisted of free delivery to its residential customers of up to 4.3 million LFC, also known as low consumption (BC), in two phases, the first in 2008 when it delivered 2.3 million units and the second in 2013 when it delivered another 2 million. This strategy to promote the use of BC lamps produced a significant increase in the stock of these lamps in the country. Recognizing the environmental problems associated with the mercury contained in low-consumption lamps, UTE developed the "Juntalámparas" plan aimed at its selective collection, for which it installed containers for its disposal in its commercial offices and in the premises of the collection networks. safe way. However, the absence of free selective collection plans aimed at capturing other types of lamps that also contain mercury inside, conspires against their proper final disposal and increases the possibility that these lamps are discarded along with household waste. which implies a risk to the environment, contrary to what happens with the lamps collected through the "Juntalámparas" plan, which are referred to companies that are responsible for the proper management of waste that contains mercury.

Despite recognizing the existence of the problem related to the disposal of BC lamps, there are no estimates available on its magnitude at the country level, so this thesis aims to highlight the problem of mercury associated with the use and disposal end of lamps containing mercury nationwide in Uruguay.

Keywords: mercury, heavy metals, environmental contamination, Minamata convention

1. Introducción

Contaminación por Metales

La contaminación ambiental está entre los más importantes problemas que afectan a la salud humana y ambiental, siendo la contaminación por metales una de las más severas amenazas que afectan a la seguridad alimentaria y a la salud pública (Reyes et al., 2016). La contaminación con metales pesados es una problemática ambiental de larga data que se viene agravando en virtud de la aparición de nuevos usos. El término “metales pesados” se refiere al grupo de metales y metaloides de masa relativamente alta ($>4,5 \text{ g/cm}^3$), entre los que encontramos al Pb, Cd, Cu, Hg, Sn y Zn y al As, Sb y Se y que pueden causar problemas de toxicidad. Algunos de ellos son considerados micro nutrientes esenciales para plantas, animales y humanos en concentraciones traza, pero en concentraciones altas pueden causar fito toxicidad y daños la salud humana y animal. Los impactos de la contaminación por metales pesados pueden incrementarse debido a su naturaleza no biodegradable, la cual ocasiona que se acumulen en los tejidos y organismos vivos (Rodríguez et al, 2019). Se trata pues de contaminantes persistentes y que degradan no sólo la calidad de la atmósfera, de los cuerpos de agua y de los cultivos, sino que también amenazan la salud y el bienestar de animales y seres humanos. Además, los metales pesados tienden a acumularse en los tejidos de los organismos vivos y a diferencia de la mayoría de los compuestos orgánicos, no están sujetos a degradación metabólica, siendo el Zn, Ni, Co y Cu relativamente más tóxicos para las plantas, mientras que el As, Cd, Pb, Cr y Hg son relativamente más tóxicos para los animales superiores (Rodríguez el al, 2019).

Dentro de las principales fuentes antropogénicas de metales pesados encontramos las áreas industriales, los estériles de las minas, la eliminación de desechos con alto contenido metálico, la gasolina y las pinturas con plomo, la aplicación de fertilizantes, los lodos de las plantas de tratamiento, los plaguicidas, la irrigación con aguas residuales, los residuos de la combustión de carbón, los derrames de petroquímicos y la deposición atmosférica de diferentes fuentes (Rodríguez el al, 2019; Victoria,2023).

La toxicidad de los metales pesados es regulada por los siguientes procesos que tienen la particularidad de ser dinámicos e interligados; la biodisponibilidad que es la disponibilidad de un metal en el ambiente y su relación con las condiciones físico-químicas de este; la bioacumulación que es la acumulación neta a lo largo del tiempo de una sustancia en un organismo a concentraciones mayores a las existentes en el ambiente y la biomagnificación que es el proceso mediante el cual la concentración de un contaminante en el organismo de un individuo va aumentando hacia niveles superiores de las cadenas tróficas (Matos et al, 2019).

Contaminación por Mercurio y sus efectos

El mercurio es un metal pesado que se encuentra en forma natural en la corteza terrestre y como subproducto en yacimientos de carbón, petróleo o gas natural (Ministerio de Ambiente, 2020; Vermont, 2023; Victoria,2023). Se caracteriza por ser líquido a temperatura ambiente y volatilizarse fácilmente. En virtud de estas propiedades, se ha empleado históricamente en múltiples aplicaciones y en una amplia variedad de procesos productivos (California, 2023; P.N.U.M.A., 2014). Una vez que el mercurio ingresa al ambiente como contaminante, éste es sumamente nocivo en virtud de su persistencia, su movilidad, su capacidad para formar compuestos orgánicos e inorgánicos y fundamentalmente por su capacidad de bioacumularse y biomagnificarse en los seres vivos, lo que implica que pueda tener serios efectos negativos sobre la salud humana (California, 2023; Canada, 2023; P.N.U.M.A., 2014).

El aumento del empleo de las diferentes formas de mercurio en diversos procesos industriales ha producido un aumento de la cantidad de mercurio que actualmente se encuentra circulando en la atmósfera, se estima que desde el inicio de la revolución industrial al presente su concentración en suelos, lagos, ríos y océanos del mundo ha aumentado en un factor de entre dos y cuatro, (EPA, 2022 ;Martínez el al, 2004; Pereira Brito et al, 2019; Weinberg, 2010).

En su forma inorgánica, el mercurio se encuentra abundantemente en el medio ambiente, las emisiones de mercurio elemental o inorgánico pueden originarse a partir de la quema de carbón en centrales termoeléctricas, la quema de desechos médicos o municipales o de fábricas que utilizan mercurio en sus procesos (EPA, 2022; Pereira Brito et al, 2019). El mercurio inorgánico también puede ingresar al agua o al suelo a partir de la meteorización de rocas que contienen sales de mercurio inorgánico, efluentes provenientes de la extracción artesanal de oro, de instalaciones municipales de tratamiento de agua o de fábricas que liberan efluentes contaminados con mercurio (Epa, 2022; Pereira Brito et al, 2019). Aunque se ha prohibido el uso de sales de mercurio en productos de consumo tales como los medicamentos, los compuestos inorgánicos de mercurio aún se emplean ampliamente en jabones y cremas para aclarar la piel. (EPA, 2022; Martínez el al, 2004; Pereira Brito et al, 2019).

La exposición del ser humano a las sales inorgánicas de mercurio ocurre tanto en entornos laborales como en ambientes naturales, siendo las actividades con mayor riesgo de exposición al mercurio la minería, la fabricación de equipos eléctricos y los procesos químicos o metalúrgicos en los que se emplea mercurio (EPA, 2022; Weinberg, 2010). Las sales de mercurio inorgánico pueden adherirse a partículas en el aire, por donde se transportan hasta depositarse de nuevo en el suelo por la lluvia o la nieve, pudiendo luego regresar a la atmósfera como mercurio gaseoso o asociado con partículas, para repetir el ciclo y volver depositarse en otro sitio. A medida que circula entre el aire, el suelo y

el agua, el mercurio sufre una serie de transformaciones químicas y físicas complejas, algunas de las cuales aún no se comprenden por completo (EPA, 2022; Weinberg, 2010). Algunos microorganismos tienen la capacidad de combinar el mercurio con el carbono, convirtiéndolo de una forma inorgánica a una orgánica, siendo el metil-mercurio el compuesto orgánico de mercurio que más frecuentemente se encuentra en el ambiente, teniendo además la particularidad de ser altamente tóxico (California, 2023; Weinberg, 2010).

Efectos de la contaminación por mercurio sobre la salud

El envenenamiento con mercurio elemental puro se produce al inhalar los vapores de mercurio ingresando luego al sistema circulatorio para ser distribuido por todo el organismo. La exposición crónica por inhalación, incluso a bajas concentraciones, ha demostrado causar efectos tales como temblores, disminución de la habilidad cognitiva y alteraciones del sueño (EPA, 2022; Victoria, 2023; Weinberg, 2010). Los vapores de mercurio elemental están presentes en los ambientes de trabajo de muchas industrias, así como en hospitales, consultorios odontológicos y hogares en los cuales se emplean productos que contienen mercurio. El mercurio elemental en forma líquida, a diferencia de la mayoría de los compuestos de mercurio inorgánico y orgánico, no es absorbido fácilmente por el cuerpo en caso de ser ingerido o de entrar en contacto por la piel (EPA, 2022; Weinberg, 2010).

Las sales de mercurio inorgánico pueden ser altamente tóxicas y corrosivas, pudiendo la ingesta aguda de estas sales producir daño corrosivo en el estómago y los intestinos, además de importantes daños renales. En caso de ingestión, las sales de mercurio pueden absorberse a una tasa de alrededor del 10 por ciento de la cantidad ingerida, lo que daña los sistemas de diversos órganos, incluyendo el sistema nervioso central (EPA, 2022; Victoria, 2023; Weinberg, 2010). Si bien la tasa a la cual el organismo absorbe las sales de mercurio inorgánico es mucho mayor que la tasa de absorción del mercurio elemental, es más baja que las tasas de absorción de compuestos orgánicos de mercurio como el metil-mercurio, los cuales en caso de ingestión son absorbidos casi completamente por el estómago y los intestinos (Weinberg, 2010).

A diferencia de lo que sucede con el mercurio metálico, cuando una persona ingiere alimentos contaminados con metil-mercurio, este es absorbido por el sistema digestivo y transportado rápidamente hasta el torrente sanguíneo, ingresando por esta vía tanto al cerebro de un adulto, de un niño o de un feto en desarrollo, donde se acumula para luego convertirse lentamente en mercurio inorgánico (elemental) (Pérez et al, 2011; Weinberg, 2010). Si bien tanto el cerebro del adulto como el del feto son susceptibles a los efectos tóxicos del metil-mercurio, el sistema nervioso en desarrollo del feto es más sensible que el sistema nervioso desarrollado del adulto. La exposición

prenatal al mercurio interfiere con el crecimiento de las neuronas y el desarrollo del cerebro, teniendo la capacidad de causar daños irreversibles al sistema nervioso central (González Estechea et al, 2014; Victoria, 2023). En adultos, los efectos de la intoxicación por metil-mercurio incluyen el estrechamiento del campo visual, problemas de audición, trastornos del habla, temblores de manos y pies y la afectación de las funciones motoras, psicomotoras, visuales y cognitivas. Los riñones también son susceptibles a los efectos del mercurio debido a que este se acumula en ellos. La toxicidad del mercurio sobre la reproducción humana está demostrada con concentraciones elevadas, sin embargo, la evidencia de sus efectos no es concluyente a dosis bajas (Paho, 2015; González Estechea et al, 2014; ATSDR, 1999).

Con referencia al timerosal, que es una sal orgánica de mercurio empleada para la conservación de las vacunas de dosis múltiples, la OMS declaró en 2004 que no hay evidencia concluyente de toxicidad por mercurio en los infantes, niños o adultos expuestos a las vacunas con timerosal(D.G.E.- Perú, 2006). A pesar de ello, no es unánime la conclusión sobre este aspecto, ya que según algunas publicaciones académicas se han encontrado asociaciones entre las vacunas que contienen timerosal y las enfermedades neurológicas infantiles (Maya et al, 2006; Geier et al, 2018).

Diversos factores determinan la magnitud de los efectos sobre el organismo que produce la exposición al mercurio. Entre estos factores encontramos la dosis, el tiempo de exposición y la forma en la cual se entró en contacto con la sustancia. También debemos considerar la combinación con otras sustancias químicas, la edad, el sexo, la dieta, características personales, estilo de vida y condición sanitaria (A.T.S.D.R., 1999). Los daños a la salud incluyen alteraciones en el sistema nervioso tanto en adultos como a nivel fetal, debido al hecho de que el mercurio puede transferirse de madre a hijo durante el embarazo, siendo considerados los bebés, los niños y las mujeres embarazadas como las poblaciones más vulnerables (P.N.U.M.A., 2014).

La preocupación internacional sobre el mercurio llevó a que se realizara la primera evaluación mundial sobre el mercurio y sus compuestos, publicándose sus resultados en 2002. Ante la evidencia de su impacto a nivel global, se creó en 2005 la Asociación Mundial sobre el Mercurio del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (P.N.U.M.A.). En Febrero de 2009, el Consejo de Administración del P.N.U.M.A. elaboró un instrumento jurídicamente vinculante sobre el mercurio, llamado el Convenio de Minamata (P.N.U.M.A., 2014). Este convenio tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente de la emisión y liberación antropogénica de mercurio y sus compuestos, conteniendo una serie de medidas tendientes a controlar las emisiones y la liberación de mercurio a lo largo de su ciclo de vida, entre las que encontramos la prohibición de apertura de nuevas minas de mercurio y la eliminación gradual de las existentes, medidas de control sobre la emisión de mercurio a la atmósfera y la prohibición a partir

del año 2020 de la fabricación, exportación o importación de ciertos artículos que contienen mercurio en su interior, entre los que encontramos ciertos tipos de lámparas (P.N.U.M.A., 2014).

Nuestro país ratificó el Convenio de Minamata el 12 de setiembre de 2014 a través de la ley 19267 y en enero de 2019 DI.NA.MA. emitió el decreto 15/2019 que reglamenta la gestión ambientalmente adecuada de lámparas y otros residuos que contienen mercurio, estableciendo además la obligación de organismos públicos, establecimientos comerciales y clubes deportivos con un área superior a los 900 metros cuadrados, de gestionar sus residuos a través de operadores autorizados y la prohibición de fabricación e importación de los artículos alcanzados por el referido decreto a partir de los 6 meses de emitido el mismo y la prohibición de venta de los mismos a partir del año.

Las lámparas que contienen mercurio en su interior constituyen en nuestro país una importante fuente de ingreso de mercurio al ambiente, en virtud de su uso extendido y a que no existen planes de recolección selectiva que permitan su adecuada disposición final y posterior gestión segura de sus residuos.

Lámparas de descarga

Las lámparas de descarga son aquellas fuentes luminosas que emiten luz mediante una descarga eléctrica que se produce entre dos electrodos situados en el interior de una ampolla llena de gases o vapores metálicos (CEFIRE, 2022; Pantoja y Paredes, 2012). Estas lámparas tienen ventajas sobre las lámparas incandescentes destacándose su menor consumo de energía y su mayor duración, siendo su principal desventaja, el hecho de que contienen mercurio por lo que se debe prestar especial atención a su disposición final, no debiendo descartarse junto con la basura doméstica. Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de sodio o de mercurio) o la presión (alta o baja) a la que este se encuentre al interior de la ampolla que lo contiene (Pantoja y Paredes, 2012).

Lámparas de Mercurio

Las lámparas de vapor de mercurio son aquellas que contienen mercurio al interior de la ampolla y las podemos clasificar en de baja o de alta presión. Las lámparas fluorescentes son lámparas de descarga de baja presión que contienen mercurio en su interior, pudiendo ser del tipo tradicional de tubo o del tipo compacto, también conocidas como lámparas fluorescentes compactas (LFC) o de bajo consumo (BC). El principio de funcionamiento de una lámpara fluorescente compacta (LFC), es el mismo que el de un tubo fluorescente tradicional, excepto que es mucho más pequeña y manejable en virtud de tener el mismo tipo de portalámparas que las lámparas incandescentes. La lámpara de mercurio de alta presión funciona de una forma similar a las de baja presión, siendo su principal ventaja que tiene una luminosidad y vida útil mayor, la cual es del orden de las 12000hs,

siendo empleadas principalmente en alumbrado público, instalaciones industriales, puertos, etc (Heredia A, 2009; FRO-UTN, 2022).

Lámparas de vapor de sodio

Al igual que las lámparas de vapor de mercurio, las lámparas de vapor de sodio se clasifican en de baja o alta presión. Su funcionamiento y apariencia es similar al de las lámparas de vapor de mercurio, diferenciándose en los componentes del tubo de descarga. Las lámparas de vapor de sodio de alta presión tienen diferencias físicas con las de baja presión y también de las propiedades de la luz que emiten, siendo su reproducción cromática superior debido a que cubre un espectro lumínico más ancho que las de baja presión (GRLUM – UPC, 2022; Indalux, 2002).

Lámpara de halogenuros metálicos

Son también lámparas de mercurio de alta presión a las que se le añaden halogenuros de tierras raras con el objetivo de mejorar su luminosidad y aproximar además el color al de la luz diurna solar. Se emplean a dichos efectos diversas combinaciones de yodo y sodio, a las que se agregan talio, indio o litio (GRLUM – UPC, 2022; Indalux, 2002; Pantoja y Paredes, 2012). La similitud con la luz solar hace que sean apropiadas para la iluminación de instalaciones deportivas cuyos eventos serán transmitidos por TV, estudios de cine, proyectores, etc (GRLUM – UPC, 2022). Al igual las lámparas de mercurio y de sodio, su principal desventaja, es el alto contenido de mercurio.

El mercurio en Uruguay

El mercurio que se vierte en el ambiente en nuestro país proviene de tres fuentes principales, del empleo intencional del mercurio en procesos industriales, como es el caso de la industria del cloro-álcali, de productos donde el mercurio se usa en forma intencional, entre los que encontramos las baterías, interruptores, contactos y relés, productos cosméticos y farmacéuticos y fuentes de iluminación y también de otros usos intencionales del mercurio como es el caso de las amalgamas dentales, los termómetros y esfigmomanómetros (Ministerio de Ambiente, 2021). A pesar de ser la industria del cloro-álcali la que emplea mayores cantidades de mercurio, el mayor riesgo al ambiente lo representan las fuentes de iluminación, debido a su cantidad y a ser empleadas en ambientes urbanos y peri urbanos, por lo que su descarte inapropiado podría tener efectos sobre la salud de sus habitantes.

En Uruguay el decreto 253/79, que establece que la concentración máxima de mercurio por litro para aguas clase 1, que son las destinadas al abastecimiento de agua con tratamiento convencional, es 0,0002 mg por litro. A pesar de que los estudios orientados a cuantificar la presencia de mercurio en el ambiente son escasos, los realizados nos alertan sobre la existencia de niveles relativamente altos en la costa de Montevideo (García-Alonso et al. 2017).

Sobre finales de agosto del año 2008, UTE lanzó el plan “A todas luces”, el cual consistía en la entrega de 2.300.000 lámparas de bajo consumo en forma gratuita entre sus clientes residenciales , a razón de hasta dos unidades por cliente. Este plan se alineaba con la política de promoción del uso eficiente de la energía y tenía la meta de reducir en un 3% el consumo total de energía eléctrica comparado con el registrado en el año 2007 (Sepredi, 2008). Dicho plan tuvo una segunda fase en junio del año 2013 cuando el Ente entregó mediante un mecanismo similar otros 2,000.000 de lámparas (Presidencia, 2013). Esta estrategia de fomento del empleo de las lámparas de bajo consumo y la reducción de su costo determinó un aumento significativo del empleo de estas lámparas en el país.

Reconociéndose la problemática ambiental asociada al mercurio presente en estas lámparas en diciembre de 2015 fue lanzado el plan “Juntalámparas”, que era un programa interinstitucional integrado por el MVOTMA, MIEM, MSP y UTE y tenía como objetivo la recolección y tratamiento final de lámparas fluorescentes compactas (lámparas de bajo consumo), el cual consistía en instalación en los locales de Abitab y Redpagos y en las oficinas comerciales de UTE, de contenedores diseñados para el depósito de las lámparas. En el mismo sentido, en noviembre del 2017 DINAMA, elaboró y publicó una “Guía para el almacenamiento de residuos con mercurio”. El plan “Juntalámparas” que estaba orientado a la recolección selectiva de lámparas BC fue limitado en su extensión debido a no incluir a otros tipos de lámparas que también contienen mercurio en su interior, como ser los tubos fluorescentes y lámparas de descarga de mercurio, sodio y halogenuros metálicos. A pesar del amplio uso de lámparas con mercurio, no existe un plan nacional de manejo de estos residuos acorde a su reconocida problemática ambiental y fundamentalmente sigue sin existir en la actualidad, una opción de descarte gratuita orientada al usuario doméstico.

Sin un plan eficiente de captación de lámparas y que además abarque a todos los tipos, es de esperar que estas terminen en vertederos municipales junto con los residuos domésticos o en disposiciones informales, lo que implica un riesgo, tanto para el suelo para el agua a través de los lixiviados, el consumo de animales y la biomagnificación y bioacumulación y para el aire debido a las emanaciones causadas por los frecuentes incendios en vertederos (Lencina et al, 2012). Dicha problemática es reconocida en el documento del proyecto **URU/13/G32 (2013)**, "Gestión Ambientalmente Adecuada del Ciclo de Vida de los Productos que contienen Mercurio y sus Desechos" preparado por el gobierno uruguayo con el apoyo del P.N.U.M.A.

El presente trabajo contribuye al conocimiento sobre la contaminación por mercurio, en particular con la problemática asociada a lámparas , estimando la cantidad de mercurio que ingresó al país a través de los diferentes tipos de lámparas que contienen mercurio, para luego analizar la eficacia de los planes de captación de estas lamparas luego de que finaliza su vida útil y sugerir medidas de gestión orientadas a evitar una inadecuada gestión de dichos residuos.

2. Objetivo General

Conocer el potencial de contaminación por mercurio asociado a la disposición de lámparas en Uruguay evaluando su magnitud y aportando a la identificación de estrategias de manejo basadas en conocimiento.

Objetivo 1

Estimar la cantidad total por tipo de lámpara que contienen mercurio que fueron importadas al país en el período 2009 –2019 y su vida media.

Objetivo 2

Estimar la cantidad de mercurio por tipo de lámpara y total que ingresó al país contenido en lámparas que contienen mercurio en su interior y la cantidad de mercurio que cada tipo de lámpara podría liberar al ambiente anualmente,

Objetivo 3

Estimar el porcentaje de mercurio recuperado a través de los planes de recolección implementados.

3. Materiales y métodos

Para determinar los tipos de lámparas que contienen mercurio que circulan en Uruguay se tomó la clasificación de la “Guía para el almacenamiento de residuos con mercurio” de DI.NA.MA.. Esta guía además contiene las cantidades de mercurio mínimas y máximas de cada tipo de lámpara. Tomando como base dicha información, se buscaron los códigos NCM correspondientes en el documento “Nomenclatura Común del Mercosur (NCM) y Arancel Externo Común (2017)” realizado por el Ministerio de Economía y Finanzas (M.E.F.), documento que recopila todo lo relativo a la codificación de mercaderías. En la página 377 de dicho documento, se encuentra la raíz de códigos NCM referidos a los tipos de lámpara, restando encontrar los dos últimos dígitos a efectos de identificar exactamente los diferentes tipos de lámparas, los cuales se obtuvieron tanteando a partir de 00 hasta encontrar los NCM buscados. Con la información obtenida en el documento de DI.NA.MA. y los códigos NCM encontrados siguiendo los procedimientos detallados en párrafos anteriores, se elaboró la Tabla 1.

Dado que los tipos de lámpara antes mencionados no se fabrican en el país, su demanda se satisface totalmente a través de su importación desde países como China, Brasil, Alemania y Holanda. Las cantidades de los diferentes tipos de lámpara importadas en el período considerado se obtuvieron del “Sistema Lucía” de la Dirección Nacional de Aduanas, que es donde se registra toda la información relativa al comercio exterior de mercaderías. El procedimiento para acceder a dicha información fue el siguiente:

Con la información referida a los códigos NCM , se ingresa a la base de datos del Lucía a través del siguiente link:

<https://luciapub.aduanas.gub.uy/Luciapubx/globales.menues.menupublicoresponsive.aspx?gh57i6gbs9du1yVr3JgLDrMQl7YWaIsGq3BFue0WbDhXhQXOfw4W2+2eLox+dTObvVPVsHFGu8KjL/PkVuKJhQ==>

En la pantalla que se despliega, se entra en la opción “ Duas de un mes” y la cual lleva a

<https://luciapub.aduanas.gub.uy/LuciapubX/PUBLICACION.Publico.HCNPublicoRWD.aspx>

De esta manera se elabora la Tabla 2, la cual contiene las cantidades correspondientes a cada código NCM por año del período 2010-2019 y el total del período considerado .

Para encontrar los datos técnicos de los diferentes tipos de lámparas se realizó una búsqueda en Google empleando las siguientes frases: “hojas de datos de lamparas de descarga”, “hojas de datos

de lámparas de bajo consumo”, “hojas de datos de tubos fluorescentes”; obteniéndose como resultado las hojas de datos buscadas, mayoritariamente de las marcas Osram y Phillips.

A partir de la información obtenida en dichos documentos, se calculó la duración promedio para cada tipo de lámpara, registrando dichos valores en la Tabla 3.

Para calcular la vida de la lámpara en días, es necesario establecer su uso diario, se empleó el documento

<https://www.ute.com.uy/articulos/cuanto-dinero-perdes-por-no-usar-lamparas-de-bajo-consumo>

que estima en 8hs el uso diario de una lámpara en el hogar. Para el caso de las lámparas empleadas en iluminación exterior como ser en puertos, calles y estaciones de tren, se consideró la duración promedio anual de la noche que sabemos que es de 12hs.

Para calcular la duración en años de los tubos fluorescentes y de las lámparas de bajo consumo se dividió la duración en horas entre ocho para obtener la duración en días y luego entre 365 para obtener la duración promedio en años. Para el caso de las lámparas de descarga, se dividió la duración en horas de cada tipo de lámpara entre doce para obtener la duración en días dividiéndose luego dicho valor entre 365 para obtener la duración promedio en años. Los valores obtenidos se registrarán en la columna correspondiente de la Tabla 3.

Tras obtener la cantidad de mercurio mínima, promedio y máxima contenida en cada tipo de lámpara (Tabla 1) y conociendo la cantidad de lámparas de cada tipo importadas en el período considerado (Tabla 2), se calculó la cantidad de mercurio total ingresada al país asociada a las lámparas para cada código NCM como el producto del número de lámparas de cada tipo y su contenido promedio de mercurio en el período 2010-2019.

En virtud de que algunas categorías que hasta setiembre de 2018 se registraban en una única clase se subdividieron en varias categorías a partir de dicha fecha, se agruparon los datos obtenidos en 5 clases obtenidas de la siguiente manera:

Tubos = Tubos 26 mm + Tubos Eco + Tubos 16 mm + Otros Tubos

BC = LFC E27 + LFC E14

Otras LFC

Descarga = Descarga + Mercurio + Sodio + Halogenuros + Otras Lámparas Descarga

Varias = Otras Lámparas con mercurio

Estos valores se registran en la Tabla 4. La suma de cada columna de la Tabla 4 nos permite calcular el total de mercurio ingresado al país por tipo de lámpara, registrando los valores obtenidos en la Tabla 5.

Para calcular el contenido de mercurio que potencialmente se libera al ambiente por año según el tipo de lámpara, se tomó la información de la Tabla 3 referente a la duración promedio en años de cada tipo de lámpara y para luego dividirla por el contenido promedio de mercurio correspondiente a los tipos de lámpara de la tabla 1, obteniéndose los valores registrados de la Tabla 6.

Para estimar el porcentaje de mercurio recuperado a través de los planes de recolección implementados, se intentará obtener los datos de la cantidad de lámparas de BC recuperadas por UTE a través del programa “Junta lámparas”, buscando inicialmente la información que pudiera contener el sitio web de UTE y en caso de no que exista información disponible, se realizará una solicitud de acceso a la información pública para obtenerla.

Para el caso de la cantidad de lámparas de otro tipo recuperadas a través de los operadores autorizados a gestionar los residuos con mercurio se buscará inicialmente en los sitios de dichas empresas y en caso de que dicha información no este disponible, se buscará en Google empleando las palabras clave “lámparas de mercurio recuperadas” y “recolección selectiva de lámparas con mercurio”.

4. Resultados

La Tabla 1 presenta la cantidad de mercurio mínima, máxima y promedio para cada clase de luminaria y su vínculo con el NCM correspondiente. Se identificaron 13 tipos diferentes de lámparas que contienen mercurio, de los cuales siete corresponden a lámparas fluorescentes de baja presión, cinco a lámparas de descarga y las restantes a otros tipos de lámparas diferente a las anteriores.

Tabla 1 - Cantidad de mercurio mínima, promedio y máxima y NCM (Nomenclatura Común Mercosur) correspondiente para cada tipo de lámpara. En la última columna se observa la fecha a partir de la cual el NCM entró en vigencia.

Tipo de Lámpara	NCM	Hg min (mg)	Hg prom (mg)	Hg max (mg)	Observaciones
Tubo fluorescente cátodo caliente	8539310010	5	7,5	10	
Tubo fluorescente ecológico	8539310011	3	4	5	A partir de Setiembre 2018
Tubo fluorescente con fósforo en halofosfato con mercurio < 10mg	8539310012	5	7,5	10	A partir de Sep 2018
Otros tubos fluorescentes	8539310019	5	7,5	10	A partir de Setiembre 2018
LFC con casquillo E27	8539310020	1	3	5	
LFC con casquillo E14 o E40	8539310030	1	3	5	
Otras LFC	8539310090	1	5,5	10	
Lámpara alta presión (Descarga)	8539320000	25	125	225	Hasta Setiembre 2020
Lámpara alta presión de mercurio	8539320010	25	125	225	A partir de Setiembre 2018
Lámpara alta presión de sodio	8539320020	25	125	225	A partir de Setiembre 2018
Lámpara alta presión de halogenuros metálicos	8539320030	20	82,5	145	A partir de Setiembre 2018
Otras lámparas alta presión	8539320090	25	125	225	
Otras lámparas con mercurio	8539000000	1	5,5	10	Hasta Setiembre 2020

Dentro del primer grupo, el correspondiente a las lámparas fluorescentes, tres clases corresponden a tubos fluorescentes. Se destaca que hasta Setiembre de 2018 se agrupaban todos los tubos fluorescentes bajo una única clase, pasando luego a discriminarse dependiendo si su contenido de mercurio era menor a 5 mg o entre 5 y 10 mg.

Las otras dos clases corresponden a lámparas fluorescentes compactas (LFC), también conocidas como de bajo consumo, correspondiendo una clase a las que son para portalámparas de 27 mm y otra clase agrupa las de portalámpara de 14 y 40 mm. Por último, otras dos clases agrupan todos los tipos de lámparas fluorescentes de baja presión no contenidos en las clases anteriores. Hasta

septiembre de 2020, las cinco clases de lámparas de alta presión (o de descarga) se agrupaban bajo una única categoría, sin reconocerse si contenían solo mercurio o además sodio u otras tierras raras. A partir de dicha fecha se discriminan en cuatro tipos de lámparas de alta presión, tres según su composición: solo mercurio, mercurio y sodio, y mercurio y halogenuros metálicos y una última una clase “otros” donde se agrupan todas aquellas lámparas de alta presión no contenidas en las clases anteriores.

En el período 2010-2019 se importaron un total de 36.738.809 lámparas de diferentes tipos. En la Tabla 2 se registran las cantidades de lámparas por tipo y por año que se importaron en dicho período.

Tabla 2 – Cantidad de lámparas importadas al país por año y por tipo de lámpara (NCM) en período 2010 – 2019

Año	Tubo 26mm	Tubo Eco	Tubo 16mm	Otros Tubos	LFC E27	LFC E14	Otras LFC	Descarga	Mercurio	Sodio	Hologenuros	Otras	Varias
2010	1227110	0	0	0	2635468	0	600342	297535	0	0	0	0	542471
2011	1056686	0	0	0	2284656	0	346314	273127	0	0	0	0	730569
2012	1254635	0	0	0	2927005	0	540715	204923	0	0	0	0	205722
2013	1241506	0	0	0	4717716	31640	283167	287446	0	0	0	0	148631
2014	1029395	0	0	0	2901542	27101	294837	199406	0	0	0	0	72844
2015	939289	0	0	0	2806203	34588	394474	111931	0	0	0	0	82138
2016	668431	0	0	0	2085179	24257	126623	134491	0	0	0	0	56233
2017	492072	0	0	0	1166778	8440	78219	135259	0	0	0	0	33609
2018	272757	10260	1500	45365	208388	3858	114233	66796	4557	8659	3832	10065	46603
2019	2313	25474	12006	26634	18262	2300	23405	2896	12645	7948	651	33402	22678
Total	8184194	35734	13506	71999	21751197	132184	2802329	1713810	17202	16607	4483	43467	1941498

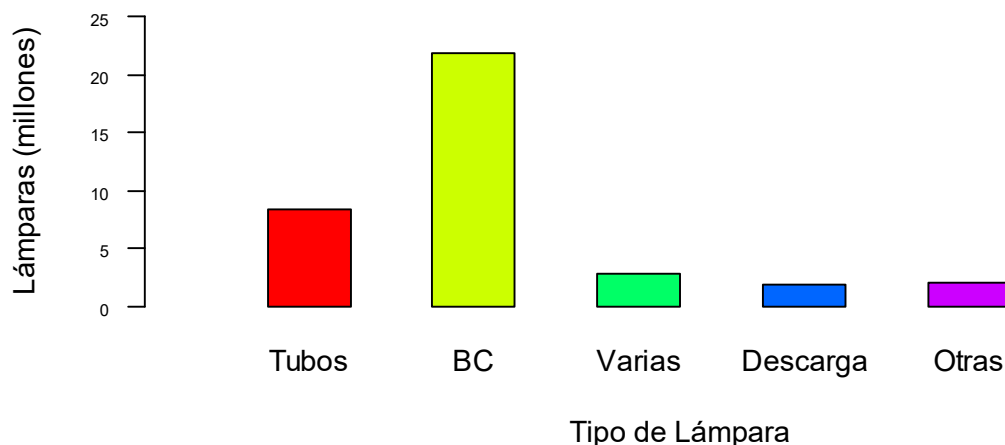


Figura 1 – Cantidad de lámparas (en millones de unidades) por tipo de lámpara importadas en el período 2010-2019.

En la Figura 1 se grafican las cantidades de lámparas importadas en el período 2010 -2019 agrupadas por tipo de lámpara. En ella se observa que la mayor cantidad de importaciones se concentra en lámparas de bajo consumo, con casi 22 millones de unidades en el período considerado, lo que se podría explicar por la implementación a partir del segundo semestre de 2008 de medidas tendientes a reducir el consumo de energía eléctrica a través de programas orientados a

la sustitución de lámparas incandescentes por otras de menor consumo, tanto a nivel de los organismos públicos a través del decreto 527/008 (orientado a reducir el consumo en un 5% el consumo de energía), como a nivel de usuarios privados, lo que se materializó a través del lanzamiento por parte de UTE a fines de 2008 de la primera fase del programa “ A todas luces”, que distribuyó mas de dos millones este tipo de lámparas en forma gratuita entre sus clientes, el cual tuvo una segunda fase en el año 2014, cuando se entregaron otros dos millones de lámparas.

En la Figura 2 se grafican las cantidades de lámparas importadas por tipo importadas en el período 2009-2019 discriminadas por año, a efectos de facilitar la interpretación de la evolución de sus cantidades.

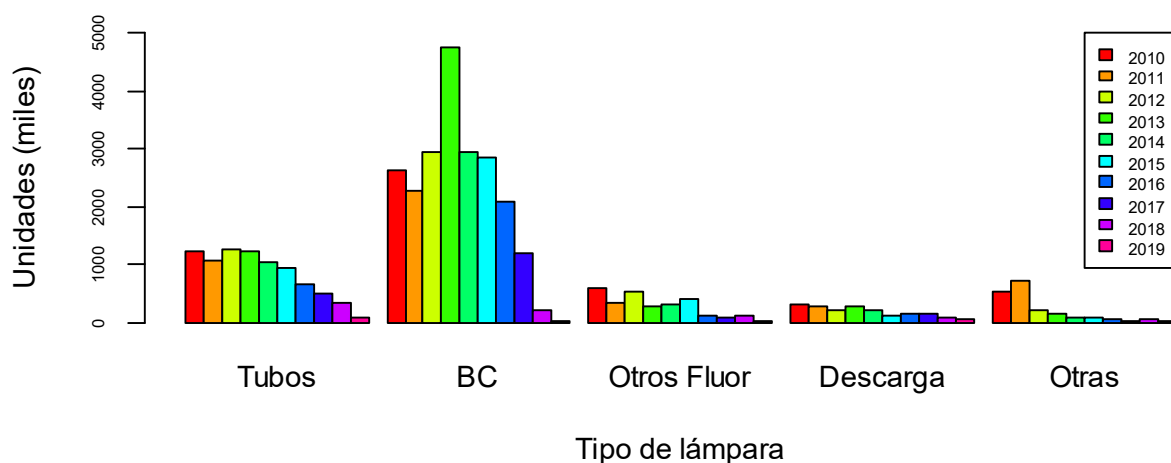


Figura 2 – Cantidad de lámparas por tipo importadas discriminadas por año en el período 2010-2019

En ella observamos que en período 2010-2014, salvo en el caso de las lámparas de BC y de otras lámparas de descarga, las cantidades importadas en el período 2009-2014 se mantuvieron estables en todos los años, oscilando en valores que se encuentran dentro del entorno del 20% del promedio para cada tipo.

En el caso de las lámparas de BC, se observa que en el año 2013 se registró un aumento del entorno del 60% sobre el promedio del período 2009-2014, lo que estaría explicado por la importación por parte de UTE de 2 millones de lámparas destinadas a ser distribuidas en el año 2014 durante la segunda fase del plan “A todas luces”.

En el período 2015-2019 se observa una reducción sostenida en las cantidades de todas las clases consideradas, salvo para el caso de otras lámparas fluorescentes que en el año 2015 tuvo un leve crecimiento en relación al año anterior, llegando al final del período en todos los casos a valores

que están por debajo del 5% de las cantidades importadas en el primer año del período que considera el presente trabajo.

Dicha reducción estaría explicada debido a que el documento "*Gestión Ambientalmente Adecuada del Ciclo de Vida de los Productos que contienen Mercurio y sus Desechos*" (P.N.U.D., 2014) sugería entre otras cosas la adopción de medidas tendientes a limitar la importación y comercialización de lámparas con alto contenido de mercurio y que además mediante la Ley N° 19.267, del 12 de setiembre de 2014, Uruguay aprobó el Convenio de Minamata sobre el Mercurio, el cual establecía la prohibición de la fabricación y comercialización de productos con mercurio añadido a partir del año 2020, entre los que se encuentran las lámparas que contienen mercurio. La tabla 3 recopila la información referente a la duración promedio estimada en horas y años de los cinco tipos de lámparas importadas en el período de estudio.

Tabla 3 – Duración promedio de cada tipo de lámpara en horas y en años, considerando que los tubos fluorescentes y las lámparas de BC se emplean 8 horas diarias y las de mercurio, sodio y halogenuros se emplean 12hs por día.

Tipo de lámpara	Duración promedio en hs	Duración promedio en años
Tubo Fluorescente	20385	7,0
BC	9120	3,1
Mercurio	13500	3,1
Sodio	32700	7,5
Halogenuros	14940	3,4

En la Tabla 4 se registra la cantidad de mercurio que ingresó al país contenido en los diferentes tipos de lámparas en cada uno de los años del período considerado.

Tabla 4 – Cantidad de mercurio (en g) por año y por tipo de lámpara que ingresó al país en el período 2010-2019

Año	Tubos	BC	Varias	Descarga	Otras
2010	9578	7906	3301	37146	2969
2011	7942	6756	1904	33378	4018
2012	9409	8781	2973	25590	1131
2013	9311	14248	1557	35930	817
2014	7720	8785	1621	24925	400
2015	7044	8522	2169	13991	451
2016	5013	6328	696	16811	309
2017	3690	3525	430	16907	184
2018	2438	636	628	11575	256
2019	409	61	128	7165	124

Sumando las cantidades registradas en cada columna de la Tabla contruimos la Tabla 5 y a partir de ella podemos estimar el total de mercurio que ingresó al país contenido en lámparas en el período 2010-2019 en 377,61 Kg de Hg.

Tabla 5 – Cantidad de mercurio promedio (en g) que ingresó al período 2019-2019 discriminadas por tipo de lámpara.

Tubos	BC	Varias	Descarga	Otras
62557.77	65552.97	15412.81	223422.60	10663.80

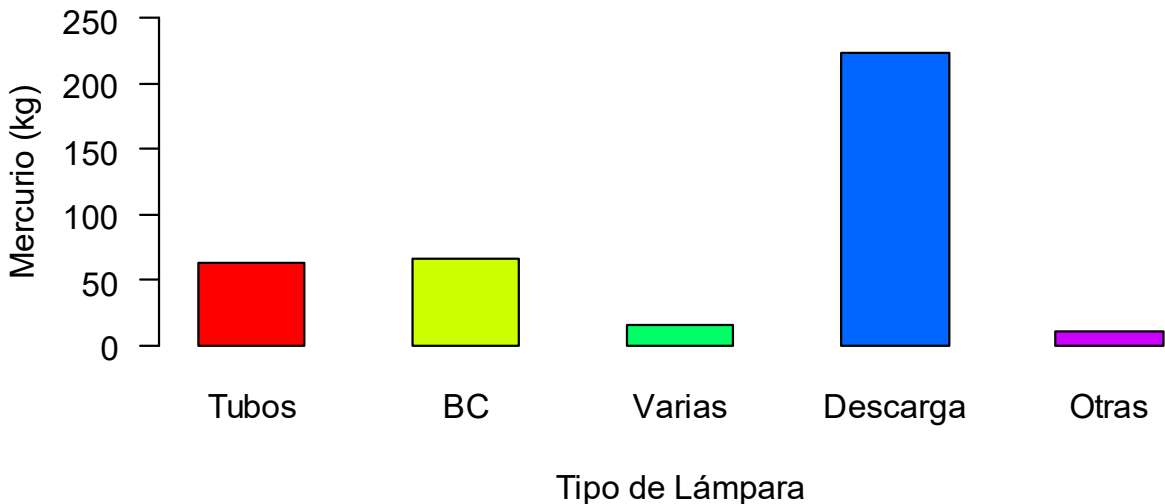


Figura 3 – Cantidad de mercurio promedio (en kilogramos) que ingresó al país en el período 2010-2019 discriminado por tipo de lámpara.

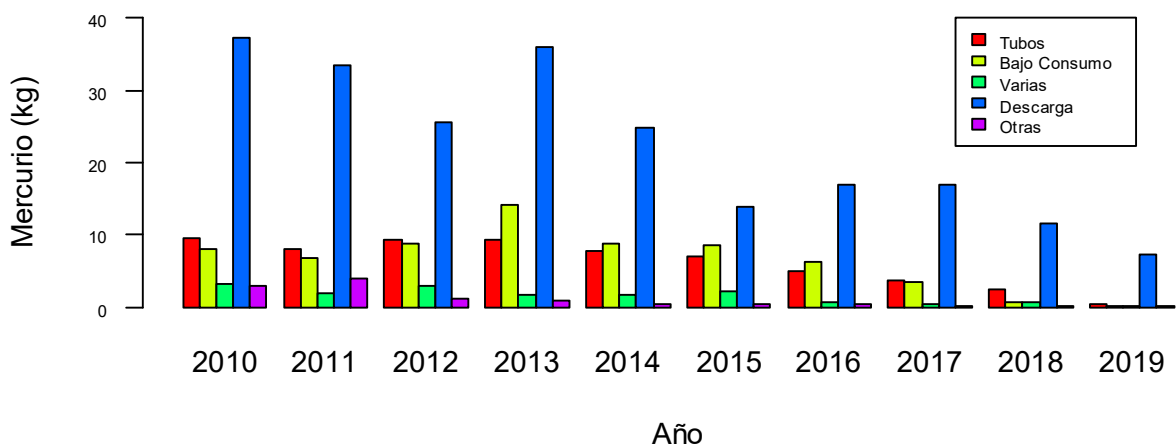


Figura 4 – Cantidad de kilogramos de mercurio que ingresó al país por cada uno de los tipos de lámpara considerados en el período 2010-2019 agrupados por año.

En la Fig. 3 se representa la cantidad de mercurio que ingresó al país por tipo de lámpara en el período 2010-2019, mientras que en la Fig. 4 están representadas las cantidades de mercurio por tipo de lámpara pero para cada año del mismo período.

En la Fig. 5 están representadas las cantidades totales de mercurio que ingresaron al país en lámparas para cada año del período 2010-2019.

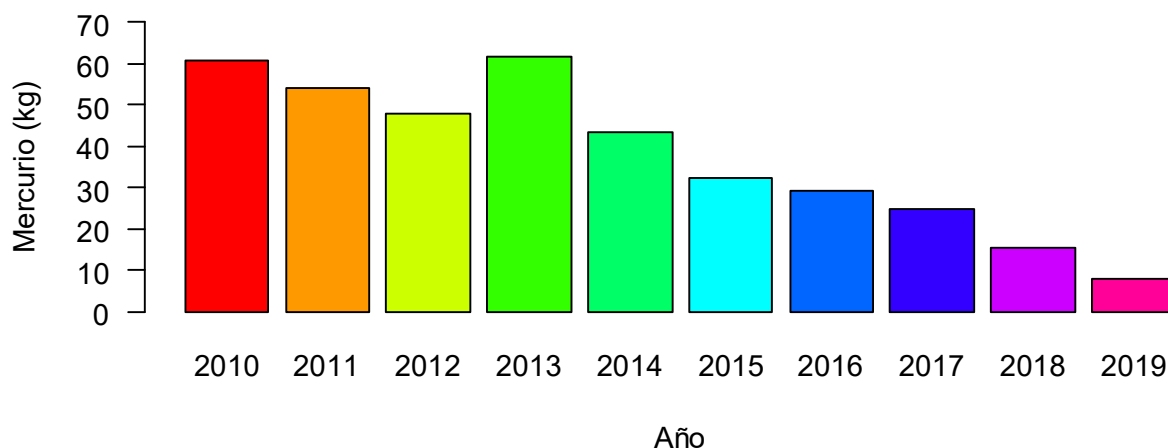


Figura 5 – Cantidad de mercurio ingresado al país (en kilos) en lámparas por año en el período 2010-2019

En la Tabla 6 podemos apreciar la cantidad estimada de mercurio que cada tipo de lámpara podría liberar anualmente al ambiente.

Tabla 6 – Estimación de la cantidad de mercurio (en mg) liberado anualmente al ambiente en por tipo de lámpara

Tipo de lámpara	mercurio /año (mg)
Tubo Fluorescente	0,9
BC	1,0
Mercurio	40,3
Sodio	16,7
Halogenuros	25,0

Tabla 7 – Cantidad de lámparas BC recuperadas por año a través del plan “Juntalámparas” de UTE en el período 2016 – 2019 – Fuente Expediente UTE EE22005862

Año	Lámparas
2016	1357
2017	22384
2018	2247
2019	50949

La respuesta recibida el día 16 de noviembre de 2022 a la solicitud de acceso a la información pública realizada ante UTE nos permitió conocer el número de lámparas recuperadas por sus programas, con cuyos datos se elaboró la Tabla 7.

A pesar de haber realizado una búsqueda exhaustiva en internet, no se encontró información sobre otros planes de recolección selectiva de lámparas que contienen mercurio. Se encontraron y analizaron otros planes de recolección de residuos, como ser el publicado por la Intendencia de Montevideo (IMM, 2023) y el recientemente publicado por el Ministerio de Ambiente (M.A., 2022). Ambos hacen referencia únicamente a la recolección selectiva de lámparas de bajo consumo y remiten al programa “Juntalámparas”, pero sin mencionar ofrecer una solución para los otros tipos de lámparas que contienen mercurio, como son los tubos fluorescentes y las lámparas de descarga. Sin embargo, este último reconoce como una debilidad del sistema, la falta de sitios y opciones para la correcta disposición final de esos tipos de lámpara (M.A., 2022).

Explorando la posibilidad de que existiera una opción para dichos tipos de lámpara y que no estuviera accesible a través de la web, se realizó una consulta telefónica al respecto a través del número 1950, de atención a la comunidad, obteniéndose como respuesta que las únicas opciones existentes eran pagas y a través de alguna de las empresas dedicadas a la gestión de dichos residuos, pero que no había ninguna opción gratuita, sugiriendo que *“los depositáramos en un contenedor verde, junto con los residuos domiciliarios, envolviéndolos previamente en cartón y dentro de una bolsa de nylon, para evitar su dispersión (sic)”*.

5. Discusión

Los riesgos de la exposición al mercurio asociados a problemas en la salud humana y ambiental son una problemática global con diferentes condiciones y factores a lo largo del planeta. Sea debido a la contaminación de cursos de agua por actividades vinculadas a la minería, los efectos del consumo de ciertos productos marinos, la liberación de mercurio al ambiente desde polos industriales o por la disposición inadecuada de lámparas con mercurio; las consecuencias de la exposición a este elemento han sido descritas tanto para humanos como para la biota (Canadá, 2023; Iowa, 2023; Vermont, 2023; Victoria, 2023).

En Uruguay, la ratificación a través de la Ley N° 19.267 del 12 de setiembre de 2014 del Convenio de Minamata sobre el Mercurio, implicó la aprobación de normativa tendiente a restringir gradualmente la importación de artículos que contienen mercurio, entre los que se encuentran las lámparas de descarga, las de BC y los tubos fluorescentes, hasta alcanzar su prohibición total para fines del año 2019.

En la Fig. 4 se observan las cantidades anuales de los tipos de lámpara importadas en el período 2009-2019. Podemos apreciar claramente el efecto de las medidas adoptadas a partir de 2014, observándose una reducción gradual en la cantidad importada de todos los tipos de lámparas hasta llegar a valores cercanos a cero en el año 2019, año en el que a través del decreto 15/019 se prohibió tanto la importación como la comercialización a partir de 2020 de lámparas que contuvieran mercurio en su interior.

No obstante, si ingresamos el NCM de las lámparas de descarga en el sistema Lucía, encontramos que aun se sigue importando este tipo de lámparas, aunque en cantidades mas que marginales. La importación de algunos modelos de estas lámparas estaría permitida en virtud de emplearse en usos específicos, considerando las características de las lámparas importadas.

La prohibición de enajenación de dichas lámparas establecida por el mismo decreto no habría tenido un efecto comparable. Actualmente es posible encontrar múltiples sitios, tanto físicos como virtuales, donde adquirir lámparas de descarga. Esto estaría permitido para determinados usos, no obstante se encuentran tubos fluorescentes y LFC, las que no están comprendidas dentro de las excepciones consideradas. Tal vez esto se explique por el hecho de que si bien el decreto 15/2019 establece la prohibición de venta, no delegó la función de control de su venta en ningún organismo del Estado.

Los casi 378 kilos de mercurio contenido en lámparas que ingresaron al país en el período considerado podrían contaminar un volumen casi 14 veces superior al de la represa de Paso Severino. Esto refuerza la importancia de la implementación de planes de recolección selectiva que permitan la captación de dichas lámparas evitando que al estar mezclados con la basura doméstica

terminen en un vertedero de residuos y que sus lixiviados contaminen los cursos superficiales de agua o las napas (Lencina et al, 2012).

Si bien el decreto 15/2019 establece que los importadores deberán acreditar la adhesión a un plan post consumo o implementar uno propio, no fue posible encontrar referencias sobre la existencia de dichos planes a excepción del “Plan Juntalámparas de UTE”. El decreto también define como consumidores especiales a cierto grupos como ser clubes deportivos, instituciones educativas, organismo del Estado, etc, estableciendo que estos deberían adherir a un plan de post captación, pero sin prevér mecanismos de control sobre el cumplimiento de lo anterior. Con referencia a los usuarios domésticos el decreto establece que estos deberán emplear los planes de captación post consumo existentes y en la forma en que estos establecen, no previendo una alternativa gratuita. El Decreto 15/2019 en su artículo 16 establece la importancia de la información sobre los riesgos de las lámparas que contienen mercurio, a efectos de lograr cambios en la conducta del consumidor orientados a fomentar el descarte en algún punto que forme parte de un plan de post consumo. En los hechos no es posible encontrar información sobre los riesgos, ni sobre la ubicación de puntos donde descartar en forma segura y gratuita otro tipo de lámparas a excepción de las de bajo consumo. Es además importante destacar la reducción sufrida en los últimos años de los puntos que integran dicho plan. Actualmente los locales de redes de cobranza del interior ya no forman parte de dicho plan, habiéndose restringido unicamente a las oficinas comerciales de UTE.

Analizando la gráfica de la Fig. 3, vemos que la mayor parte, mas de 220 kilos (58%), ingresó al país contenido en lámparas de descarga, seguido luego por el contenido en lámparas de bajo consumo y en tubos fluorescentes, con poco mas de 65 (17%) y 63 kilos (16%) respectivamente. Nuestro país, en contraste con algunos estados americanos como California, Iowa y Vermont (California, 2023; Iowa, 2023; Vermont, 2023), no realiza campañas sobre los riesgos de descartar en forma inadecuada las lámparas que contienen mercurio en su interior, ni ofrece alternativas gratuitas para solicitar su recolección selectiva, orientadas tanto al usuario doméstico como a los pequeños establecimientos comerciales, ni tampoco promueve la instalación de puntos de captación gratuita en aquellos establecimientos comerciales que comercializan dichos productos. La falta de información sobre los riesgos del descarte inadecuado de las lámparas con mercurio en su interior, sumado a la falta de alternativas gratuitas y de fácil acceso para la población en general, favorece que estas terminen mezcladas con los residuos domésticos y a través de sus lixiviados contaminen los cursos de agua con las consecuencias ambientales y efectos sobre la salud humana y animal (principalmente de predadores tope por biomagnificación) debido a entre otros aspectos, al consumo de peces con elevados niveles de mercurio en sus tejidos (Lencina et al, 2012; Victoria, 2023) .

Tabla 8 – Cantidad de lámparas recuperadas anualmente a través del plan Juntalámparas en el período 2016 -2019.

Año	BC Recuperadas
2016	1357
2017	22384
2018	2247
2019	50949

Con los datos obtenidos sobre la cantidad de lámparas de BC recuperadas a través del “Programa Junta Lámparas” elaboramos la Tabla 8. En ella podemos observar que la cantidad de lámparas recuperadas a través del plan es marginal, debido a que recuperó poco más de 75000 de los 22 millones de lámparas que se importaron en el período 2010-2019, lo que nos alerta sobre la baja eficiencia de los planes de recolección selectiva implementados.

Sería beneficiosa la adopción de medidas orientadas a aumentar la captación de LFC, como sería la implementación de una campaña publicitaria que pusiera énfasis sobre aspectos tales como la vigencia del plan y los riesgos ambientales asociados al descarte inadecuado de dichas lámparas y un aumento de los puntos de captación de fácil acceso como serían supermercados, ferreterías, instituciones educativas, locales de organismos públicos, etc. Por último resaltamos que no fue posible obtener datos sobre la cantidad de lámparas recuperadas por los planes destinados a otros tipos de lámparas que contienen mercurio, debido a lo cual no fue posible evaluar la eficiencia de dichos planes. Basados en lo expresado en párrafos anteriores, creemos que desde el Estado se debería fomentar la implementación de planes de captación amplios y gratuitos, orientados a los pequeños negocios y a los consumidores domésticos, de forma de evitar que estas lámparas terminen junto con los residuos domésticos. A la vez se visualiza como importante la evaluación periódica de la eficacia de dichos planes, de forma de poder implementar cambios que mejoren su eficiencia en caso de ser necesarios.

Otro factor a considerar es la permanencia en el tiempo de futuros planes, ya que a pesar de que desde el año 2020 esta cerrada la importación de lámparas que contienen mercurio, dada la gran cantidad de lámparas que ingresó al país con anterioridad a la prohibición y al hecho de que algunos tipos de lámpara duran más de 7 años en promedio, es aún importante la cantidad de lámparas que aun siguen operativas y que serán descartadas en los próximos años, con el consiguiente riesgo ambiental asociado a su descarte inadecuado.

Complementando lo anterior y aplicando conceptos de economía circular con el objetivo de darle un nuevo uso al mercurio recuperado a través de los planes, se podría también buscar alternativas para emplear este mercurio como materia prima en procesos industriales que lo emplean como insumo, como es la producción de cloro alcali desarrollada por la empresa Eface. Si bien esta empresa ha manifestado su intención de modificar su proceso productivo por uno de tecnología libre de mercurio, no ha comprometido una fecha concreta para dicha modificación (Rapal, 2015).

6. Bibliografía

Albert, L (1997). Contaminación ambiental. Origen, clases, fuentes y efectos. Introducción a la toxicología ambiental. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud – OPS - Gobierno del Estado de México

A.T.S.D.R (2019). 19 - Departamento de Salud Pública y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades – Resumen de salud pública – Mercurio. Marzo 1999

Balcan Un sistema de reciclaje para todas las lámparas. Recuperado a partir de <http://www.cfl-lamprecycling.com/es/products/un-sistema-de-reciclaje-para-todas-las-l%C3%A1mparas-43.htm>

Boischio, Ana (2015). Mercurio como contaminante global de preocupación en salud pública – PAHO - Taller Salud en el Convenio de Minamata – 7 de Octubre, 2015. Montevideo, Uruguay

California Government – Department of Toxic Substances Control - Universal Waste – Fluorescent Bulbs and Other Mercury-Containing Lamps. Recuperado a partir de <https://dtsc.ca.gov/universalwaste/universal-waste-for-residents-fluorescent-lamps/>

Canadian Government (2001). – Canada wide Standard for Mercury-Containing Lamps - Canadian Council of Ministers of the Environment. Recuperado a partir de <http://www.mercury.org.cn/zcfg/gj/202107/P020210715338723101891.pdf>

C.E.F.I.R.E.. Luminotecnia - 3.1- Tipos de lámparas. Recuperado a partir de http://cefire.edu.gva.es/pluginfile.php/199806/mod_resource/content/0/contenidos/009/luminotecnia/31_tipos_de_lmparas.html

Convenio de Minamata sobre el mercurio – Texto y anexos. Recuperado a partir de <https://mercuryconvention.org/sites/default/files/2021-06/Minamata-Convention-booklet-Sep2019-SP.pdf>

Decreto 15/019 (2019) . Reglamentación de las leyes 19267 y 17283 (artículos 20 y 21) relativos a la gestión ambientalmente adecuada de lámparas y otros residuos con mercurio. Recuperado a partir de <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/15-2019>

Decreto 253/79 (1979) . Normas para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las aguas. Recuperado a partir de <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/253-1979>

Dirección General de Epidemiología (2006). Timerosal y Vacunas – CDC Perú. Recuperado a partir de <http://www.dge.gob.pe/influenza/flu/documentos%20tecnicos/timerosal%20y%20vacunas.pdf>

Electrónica Unicrom (2022) – Tubo Fluorescente (lámpara fluorescente) - Recuperado a partir de <https://unicrom.com/tubo-fluorescente/>

Encinas Malagón, M (2011) - Medio ambiente y contaminación. Principios básicos - 1ª edición. ISBN: 978-84-615-1145-7

Environmental Protection Agency (EPA) . Basic information about nonpoint source (NPS) pollution. Recuperado de <https://www.epa.gov/nps/basic-information-about-nonpoint-source-nps-pollution>

Environmental Protection Agency (EPA) . Mercury – Basic Information About Mercury. Recuperado de <https://www.epa.gov/mercury/basic-information-about-mercury>

FRO – UTN. Facultad Regional de Rosario – Universidad Tecnológica Nacional.- Lámparas. Recuperado a partir de https://www.frro.utn.edu.ar/05_Lamparas_v3

García-Alonso, J ; Lercari, D; and Defeo, O. Río de la Plata: A Neotropical Estuarine System. In: Coasts and Estuaries, Wolanski, E; Day, J.; Elliott, M and Ramachandran, R editores. . pp. 45-56. ISBN: 978-0-12-814003-1

Geier, D; Kern, J; Homme, K; Geier, M: The risk of neurodevelopmental disorders following Thimerosal-containing Hib vaccine in comparison to Thimerosal-free Hib vaccine administered from 1995 to 1999 in the United States, International Journal of Hygiene and Environmental Health, Volume 221, Issue 4, 2018, pp. 677-683, ISSN 1438-4639

González Estechea, M.; Bodas-Pinedo, A.; Rubio-Herrera, M.; Martell Claros, N.; Trasobares Iglesias, E.; Ordóñez Triarte, J.; Guillen-Pérez, J.; Herráiz Martínez, M.; García Donaire, J.; Farré Rovira, R.; Elpidio Calvo, M.; Martínez Alvarez, J.; Llorente Ballesteros, M.; Sáinz Martín, M.; Martínez Astorquizcá, T.; Martínez García, M.; Bretón Lesmes, I.; Cuadrado Cenzual, M.; Prieto

Menchero, S.; Gallardo-Pino, C.; Moreno-Rojas, R.; Bermejo Barrera, P.; Torres Moreno, M.; Arroyo Fernández, M. y Calle Pascual, A.(2014). Efectos sobre la salud del metilmercurio en niños y adultos; estudios nacionales e internacionales. Revista Nutrición Hospitalaria (Vol30(5), pp.989-1007) ISSN 0212-1611 - CODEN NUHOEQ S.V.R.

Gobierno de Uruguay (2015). Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo Documento de Proyecto URU/13/G32. Gestión Ambientalmente Adecuada del Ciclo de Vida de los Productos que contienen Mercurio y sus Desechos - Award ID: 00074817 - Project ID: 00087048 – Montevideo

GRLUM- UPC. Grupo de Estudios Luminotécnicos UPC (2022). Fuentes de luz y equipos auxiliares – Lámparas Incandescentes. Recuperado a partir de <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion-fuentesDeLuz-LamparasIncandescentes.php>

GRLUM- UPC. Grupo de Estudios Luminotécnicos UPC (2022). Fuentes de luz y equipos auxiliares - Lámparas de Descarga. Recuperado a partir de <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion-fuentesDeLuz-LamparasDeDescarga-LamparaVaporMercurioAltaPresion.php>

GRLUM- UPC. Grupo de Estudios Luminotécnicos UPC (2022). Fuentes de luz y equipos auxiliares – Lámparas de Inducción. Recuperado a partir de <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion-fuentesDeLuz-OtrosTipos.php>

Heredia, A. (2009). Análisis didáctico de los diferentes tipos de descarga – ISSN 1988-6047

Indalux (2002). Manual de Luminotecnia. Recuperado de <https://pdfcoffee.com/indalux-manual-5-pdf-free.html>

Intendencia de Montevideo (2023). Manual de residuos domiciliarios. Recuperado de <https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/manualderesiduosolidosdomiciliariosweb1.pdf>

Lámparas y portalámparas – Recuperado de <https://www.electricasas.com/lamparas-fluorescentes/>

León Perez, D. y Peñuela Mesa, G. (2011). Trascendencia del metilmercurio en el ambiente, la alimentación y la salud humana. Revista Producción + Limpia - Julio - Diciembre de 2011. (Vol.6-No.2,pp 108 -116)

Lencina, G.; Lahorca, R.; Alí, M. S.; Gauna, A. (2012). Proyecto de una Planta de Tratamiento de Lámparas, Tubos Fluorescentes y Pilas en el Área Metropolitana de Buenos Aires. Revista Ciencia, (Vol. 7, N° 25, Marzo 2012. pp 39 - 55)

Martinez Cordero, M., Gavilán García, A. y Yarto Ramirez, M. (2004). La química verde en México – Revista Gaceta Ecológica (Vol 72 - Julio-Setiembre de 2004 pp 21 - 34) – ISSN: 1405-2894

Matos, María J.; Restuccia, M.; Sequeira, A. (2019) Estudio de niveles de cadmio en músculo de pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) y corvina (*Micropogonias furnieri*) comercializados en el departamento de Montevideo, Uruguay. (Tesis de Grado). Montevideo: UDELAR – Facultad de Veterinaria, 2019.

Maya L. y Luna F. (2006). El timerosal y las enfermedades del neurodesarrollo infantil. Anales de la Facultad de Medicina - Universidad Nacional Mayor de San Marcos . Lima – Perú. (pp. 255-274) ISSN 1025 – 5583

Ministerio de Ambiente Chile (2020). Products with added mercury and risks for the environment and health.

Ministerio de Ambiente (2021). Uruguay Circular: Plan Nacional de Gestión de Residuos 2022 - 2032.

M.V.O.T.M.A. (2017). Mercurio - Gestión ambiental de productos con mercurio y sus desechos - Guía para el almacenamiento de residuos con mercurio. Pautas para embalaje, etiquetado y almacenamiento de mercurio y sus desechos en Uruguay - Montevideo, Noviembre 2017

Pantoja F y Paredes L. (2012). Modelo de gestión de pasivos ambientales de lámparas de sodio y mercurio en la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) y focos ahorradores. Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero ambiental. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental - Quito

Pascual, A (2014). Efectos sobre la salud del metilmercurio en niños y adultos; estudios nacionales e internacionales - Revista Nutrición Hospitalaria (Vol30(5), pp989-1007). ISSN 0212-1611 - CODEN NUHOEQ S.V.R.

Pereira Brito,W.; Silva de Holanda, B.; Da Silva de Andrade Moreira, F.; Conte da Silva, .; Rodrigues Fernandes, A. (2021) - Mercúrio no meio ambiente: uma revisão sobre seus efeitos toxicológicos e as principais fontes de emissão Revista DAE - São Paulo (vol 69, n 230 - pp 127-139) - Abr a Jun, 2021.

P.N.U.D. (2014). Documento de Proyecto URU/13/G32, "Gestión Ambientalmente Adecuada del Ciclo de Vida de los Productos que contienen Mercurio y sus Desechos". Project ID: 00087048 - Montevideo, Uruguay.

P.N.U.M.A. (2014). El Convenio de Minamata sobre el Mercurio y su implementación en la región de América Latina y el Caribe. Centro Coordinador Convenio Basilea - Centro Regional Convenio de Estocolmo para América Latina y Caribe. Montevideo, Uruguay.

Presidencia (2013). Ute anunció nuevos servicios y lanzamiento de la segunda edición del plan "A todas luces" - Recuperado a partir de <https://www.gub.uy/presidencia/comunicacion/noticias/ute-anuncio-nuevos-servicios-lanzamiento-segunda-edicion-del-plan-todas-luces>

Rapal Uruguay (2015). - Folleto Efice Corregido Recuperado a partir de https://www.rapaluruguay.org/sitio_1/agrotoxicos/COPs/EFICE_planta_produce_cloro_utiliza_mercurio.pdf

Reyes, Y.C., Vergara, I., Torres, O.E., Díaz-Lagos, M., & González, E.E. (2016). Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. Revista Ingeniería Investigación y Desarrollo.(Vol16 (2), pp. 66-77)

Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M. y Pennock, D. (2019). *La contaminación del suelo: una realidad oculta*. Roma, FAO.

Se.Pre.Di. (2008) - UTE comenzará la distribución de 2.300.000 lámparas de bajo consumo. Recuperado a partir de <https://www.aduanas.gub.uy/innovaportal/file/3381/1/noticia-2008-08-22.pdf>

Universidad de los Andes Colombia (2011) . Lamparas Fluorescentes Compactas (LFC) .
Recuperado a partir de <http://designblog.uniandes.edu.co/files>

University of Iowa – Environmental Health and Safety - Mercury Bearing Waste Disposal.
Recuperado a partir de <https://ehs.research.uiowa.edu/mercury-bearing-waste-disposal>

Vermont Government . Agency of Natural Resources - Department of Environmental Conservation -
Proper Disposal of Mercury Containing Products and How to Manage a Mercury Spill. Recuperado
a partir de <https://dec.vermont.gov/waste-management/solid/product-stewardship/mercury/proper-disposal>

Victoria State Government. Mercury Exposure and Poisoning. Recuperado a partir de
<https://www.betterhealth.vic.gov.au/health/healthyliving/mercury-exposure-and-poisoning#mercury-in-the-environment>

Weinberg, Jack. - Introducción a la Contaminación por Mercurio para las ONG – Recuperado a
partir de [https://ipen.org/files > ipen_mercury_booklet-es.](https://ipen.org/files/ipen_mercury_booklet-es)

Anexos

Anexo 1 - Glosario

Aduana: La Dirección Nacional de Aduanas es el órgano administrativo nacional competente para aplicar la legislación aduanera. Es una oficina del Estado, situada en las fronteras, puertos o aeropuertos, donde se registran los géneros y mercancías que se importan o exportan y se cobran los derechos que adeudan según el arancel correspondiente

Arancel : El arancel es un tributo que se impone sobre un bien o servicio cuando cruza la frontera de un país, siendo el más común el arancel a las importaciones, que consiste en poner un impuesto a un bien o servicio vendido dentro del país, pero que tiene origen extranjero.

Arancel Externo Común: Es el sistema por el cual se clasifican e identifican todo el universo de mercancías. Cada una de estas mercancías identificadas tiene adjudicado un valor, expresado en porcentaje, llamado Arancel que es el impuesto que pagará cada mercancía al ingresar al Mercosur por cualquiera de sus Estados Partes

Balasto: El balasto (del inglés *ballast*, «lastre») es un dispositivo que sirve para mantener estable y limitar la intensidad de un circuito de corriente alterna, en particular los de las lámparas de descarga. En su forma clásica, es una reactancia inductiva que está constituido por una bobina de alambre de cobre enrollada sobre un núcleo de chapas de hierro o acero eléctrico, siendo en la actualidad más común el uso de los balastos electrónicos.

Cloruro Mercúrico: El cloruro mercúrico o cloruro de mercurio(II) es un compuesto inorgánico de fórmula $HgCl_2$. Es un compuesto muy tóxico y letal a bajas dosis (0,2- 0,4 g) pudiendo causar náuseas, vómitos, diarreas, daños renales y hemorragias en el estómago, intestinos y otros órganos, en particular en el cerebro, como sucede con otros compuestos derivados del mercurio. Su principal aplicación es como catalizador en la conversión del acetileno a cloruro de polivinilo (PVC), empleándose también diluido como antiséptico y fungicida agrícola.

Cloruro Mercurioso: El cloruro mercurioso, también llamado calomelano o cloruro de mercurio (I) es un compuesto inorgánico de fórmula Hg_2Cl_2 .

Despacho: Se refiere al conjunto de documentos, formalizados mediante la "declaración aduanera" respectiva, que instrumentan cualquier operación de entrada, salida o tránsito de mercaderías en territorio uruguayo.

D.U.A.: El Documento Unico Aduanero es la forma en que se denomina comúnmente al DUA, Documento Unico Administrativo. Este documento contiene la declaración de exportación,

importación o tránsito, según sea el caso y debe ser presentado ante las autoridades de Aduanas para el traslado de mercancías desde o hacia un puerto, aeropuerto, zona franca o al cruzar una frontera terrestre en cualquiera de los dos sentidos.

Impedancia: Se denomina impedancia a la resistencia al paso de una corriente alterna, siendo un concepto similar al de resistencia en circuitos de corriente continua

Mercosur: El Mercado Común del Sur es un proceso de integración regional fundado en 1991 por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. En fases posteriores, el Mercosur ha incorporado a Venezuela y Bolivia, encontrándose el primero actualmente suspendido del bloque y el segundo en proceso de adhesión.

N.C.M.: La Nomenclatura Común del MERCOSUR (NCM) es un sistema que permite individualizar y clasificar a las mercaderías comerciadas entre los Estados Parte del MERCOSUR y entre estos y el resto del mundo. La NCM está basada en el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercaderías.

P.N.U.M.A.: El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente es un organismo de las Naciones Unidas cuya misión es catalizar, defender, educar y facilitar la promoción del uso sensato y del desarrollo sostenible del medioambiente global.

Sistema Lucía: Es un sistema Informático para el control de las operaciones aduaneras de importación, exportación y tránsito de mercaderías en territorio uruguayo, el cual tiene un sector de acceso restringido y al que solo se accede si se es usuario registrado y que es donde acceden los agentes y organismos públicos involucrados en operaciones de comercio exterior y un sector de acceso público, al cual se puede acceder libremente a efectos de solo visualizar la información contenida.

Timerosal: Es un conservante a base de etilmercurio que se utiliza en viales que contienen más de una dosis de una vacuna (viales de dosis múltiples) para evitar que gérmenes, bacterias u hongos contaminen la vacuna.

U.T.E.: La Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) es una empresa pública del Sector Energía que, a través del desarrollo de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, así como prestar servicios de asesoramiento y asistencia técnica en las áreas de su especialidad y anexas, trabaja para hacer asequible la energía eléctrica en el Uruguay.

Anexo 2 - Lámparas Incandescentes

Lámparas Incandescentes convencionales

Se denomina lámpara incandescente a aquella que produce luz por efecto del calentamiento al rojo blanco de su filamento al pasar a través de él una corriente eléctrica. Antiguamente eran las más populares en virtud de su bajo precio y el color cálido de su luz, pero tienen la desventaja de tener una vida útil corta, del orden de unas 1000 horas. Tampoco ofrece muy buena reproducción de los colores, ya que no emite en la zona de colores fríos y una muy baja eficiencia energética, solo convierte en trabajo (luz visible) alrededor del 15% de la energía consumida, siendo el 85% restante transformado en calor (25% en energía calorífica y el 60% restante en ondas de luz ultravioleta e infrarroja) (CEFIRE, 2022).

Actualmente su filamento se fabrica en tungsteno (metal que tiene un elevado punto de fusión del orden de los 3655°K), estando además contenido en un medio que evita su deterioro prematuro, lo cual se logra poniéndolo dentro de una ampolla de vidrio que este al vacío o contenga un gas inerte (FRO-UTN, 2022). Su duración está determinada básicamente por la temperatura de trabajo del filamento, mientras más alta sea esta, mayor será el flujo luminoso pero también será mayor la velocidad de evaporación del material que forma el filamento, lo que acorta su vida al irse volviendo cada vez más delgado, hasta que finalmente se rompa (CEFIRE, 2022).

Como se observa en la Fig. 6, además del filamento y la ampolla al vacío, la lámpara se completa con elementos adicionales cuya función es servir de soporte y conducción de la corriente eléctrica y un casquillo normalizado que sirve para conectar la lámpara a la red eléctrica.

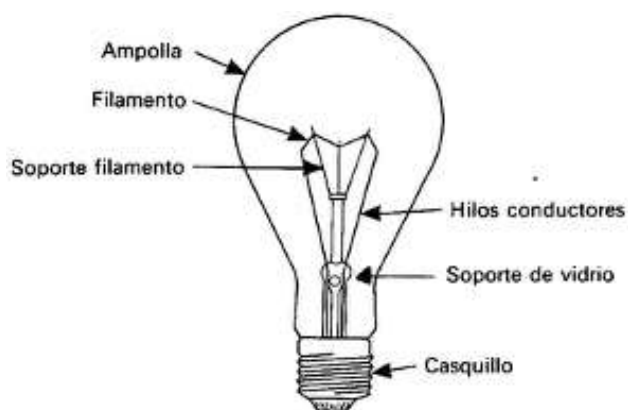


Figura 6– Imagen de una lámpara incandescente convencional en la cual se observan sus componentes y su ubicación (Fuente <https://www.pulserasfluorescentesfluor.com/blog/lampara-incandescente-y-su-transformacion-a-calor-n43>)

Lámparas Incandescentes Halógenas

La lámpara halógena es considerada un avance tecnológico de las incandescentes convencionales, si bien consta de las mismas partes que estas, se diferencia en que contiene un gas halógeno (cloro, yodo o bromo) y en tener una mayor temperatura interior, lo que si bien permite reducir el tamaño de la ampolla, obliga a que esta deba poseer un recubrimiento de cuarzo. En la Fig. 7 podemos ver algunos de los diferentes tipos de lámparas incandescentes halógenas y sus nombres (GRLUM – UPC, 2022).



Figura 7 – Diferentes tipos de lámparas Incandescentes. Son todas del tipo incandescentes halógena a excepción de la segunda que es una incandescente convencional. (Fuente Grlum -upc)

Al conectarse a la red eléctrica el filamento se calienta, lo que genera que se desprendan átomos de wolframio que se combinan con los del halogenuro, formando un compuesto wolframio halógeno, el que está en constante movimiento al interior de la ampolla, sin depositarse en sus paredes, hasta que al aproximarse al filamento, debido a la elevada temperatura a que este se encuentra, el compuesto se disocia en sus componentes originales, volviendo el wolframio a depositarse sobre el filamento, mientras que la molécula de halogenuro queda libre para volver a asociarse con otra molécula de wolframio y repetir el proceso (GRLUM – UPC, 2022).

Las ventajas de este tipo de lámparas sobre las incandescentes normales son su mayor durabilidad y eficiencia luminosa, así como también su menor tamaño y poca o ninguna pérdida de rendimiento con el tiempo de uso (Indalux, 2002).

Lámpara de inducción

La lámpara de inducción es una mezcla entre lámpara de mercurio y fluorescente, siendo su principal característica el que no necesita electrodos para originar la ionización, utilizando en cambio una antena interna, cuya potencia proviene de un generador externo de alta frecuencia, para crear un campo electromagnético dentro del recipiente de descarga, que induce a la corriente eléctrica en el gas a originar su ionización. La ventaja principal que ofrece este avance es el enorme aumento en la vida útil de la lámpara.



Figura 8 - Lámpara de inducción (Fuente: PHILIPS)

Las lámparas de inducción están compuestas por un circuito primario, el cual está formado por una bobina inductora con núcleo de ferrita, la cual es alimentada por una corriente de alta frecuencia proporcionada por un generador electrónico externo y un transmisor de potencia. La corriente genera un campo electromagnético que se induce sobre el secundario, que en estas lámparas es la atmósfera de vapor de mercurio del interior de la ampolla, lo que crea una descarga que produce la ionización de los electrones del gas de relleno que se encargan de excitar los átomos de vapor de mercurio, cuya consecuencia es la creación de una radiación ultravioleta que se transforma en luz visible gracias a la sustancia fluorescente que recubre el interior de la ampolla.

Las ventajas principales de las lámparas de inducción son su elevada eficacia luminosa del orden de los 80 lm/W, una prolongada vida útil del orden de las 60.000 horas y la capacidad de reencendido inmediato, mientras que tiene las desventajas de necesitar un equipo auxiliar y su costo elevado.

Anexo 3 - Respuesta a solicitud de acceso a la información pública



DOCUMENTO: 3

EXPEDIENTE
EE22005862

Montevideo, 21 de setiembre de 2022

Dando respuesta a la solicitud del Sr. Richard Corbo informamos que desde el año 2016 hasta el 31/12/2019 se han recolectado 76.937 lámparas fluorescentes compactas, según detalle que luce a continuación:

Año	Lámparas
2016	1.357
2017	22.384
2018	2.247
2019	50.949
TOTAL	76.937

Esta Gerencia entiende que los datos dada su particularidad pueden ser brindados al peticionante , sin perjuicio de la consulta correspondiente a LET.