



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN INDUSTRIAL

TRATAMIENTO PRIMARIO DESECHOS DE LAS LÁMPARAS DE
VAPOR DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN DEL ALUMBRADO
PÚBLICO EN LAS MUNICIPALIDADES DE GUATEMALA

POR

ING. INDUSTRIAL ALEX SUNTECÚN CASTELLANOS

ASESORADA POR

M. Sc. INGRID LORENA BENÍTEZ PACHECO

Guatemala, MAYO DE 2010.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

TRATAMIENTO PRIMARIO DESECHOS DE LAS LÁMPARAS DE
VAPOR DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN DEL ALUMBRADO
PÚBLICO EN LAS MUNICIPALIDADES DE GUATEMALA

TESIS

PRESENTADA AL COMITÉ DE LA MAESTRIA EN GESTIÓN
INDUSTRIAL

POR

ING. INDUSTRIAL ALEX SUNTECÚN CASTELLANOS

ASESORADA POR

M. Sc. INGRID LORENA BENÍTEZ PACHECO

AL CONFERIRME EL TITULO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano: Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Secretaria: Inga. Marcia Invonne Véliz Vargas
Vocal I: Inga. Glenda Patricia García Soria
Vocal II: Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola
Vocal III: Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
Vocal IV: Br. Luis Pedro Ortiz De León
Vocal V: Agr. José Alfredo Ortiz Herincx

JURADO EXAMINADOR QUE PRACTICÓ EL
EXAMEN PRIVADO DE TESIS

Decano Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Secretario: Inga. Marcia Invonne Véliz Vargas
Examinador: Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Examinador: Ing. Cesar Augusto Akú Castillo
Examinador: Ing. José Luis Duque Franco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de tesis titulado

TRATAMIENTO PRIMARIO DESECHOS DE LAS LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN LAS MUNICIPALIDADES DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado en marzo de 2010

ING. ALEX SUNTECÚN CASTELLANOS

AGRADECIMIENTOS

A: DIOS TODO PODEROSO

Por darme sabiduría, bendiciones y permitirme finalizar una meta más en mi vida.

LA SANTÍSIMA VIRGEN MARÍA

Por su protección e iluminación a lo largo de mi vida.

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Por los conocimientos y oportunidad de superación que me brindó.

INSTITUCIONES

Laboratorio de Química Industrial del CII de la Facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Municipalidad de Chimaltenango.

Empresa Proyectos y Suministros Industriales, S. A. PROSISA.

Por su valiosa ayuda y colaboración en la realización de la presente tesis.

PERSONAS

Que de una u otra forma colaboraron para la realización de esta tesis.

DEDICATORIA

A: MIS PADRES JOSÉ HÉCTOR SUNTECÚN T. Y BERTHA
LUZ CASTELLANOS S.

Con amor y agradecimiento por sus sabios
Consejos.

MI ESPOSA CASTA ZECEÑA ZECEÑA

Con amor, confianza, entusiasmo y
agradecimiento por su constante apoyo.

MIS HIJOS JOSÉ PEDRO, MAYRA ALEJANDRA Y
MARÍA JOSÉ

Con amor y por ser la fuente de inspiración
para salir siempre adelante.

MIS FAMILIARES EN GENERAL Con amor fraternal.

MIS AMIGOS por la amistad de siempre.

INDICE

CONTENIDOS	PÁGINA
Índice de figuras	I
Glosario	III
Resumen	V
Summary	VII
Objetivos	IX
Hipótesis	XI
Introducción	XIII
1. Antecedentes	1
2. Marco Teórico y Conceptual	7
2.1 Gestión Ambiental	7
2.1.1 Objetivos prioritarios	8
2.2 Alumbrado Público	10
2.2.1 Lámparas de Vapor de Mercurio	10
2.2.2 Características de Operación	11
2.2.3 Óptica	11
2.2.4 Mecánicas y Eléctricas	11
2.2.5 Estéticas	12
2.3 Panorama Nacional	12

3. Metodología	15
3.1 Fase de Gabinete Preliminar	15
3.2 Fase de Campo	16
3.3 Fase de laboratorio	16
3.4 Método de Gabinete, Fase Final	17
4. Resultados e interpretación	19
4.1 Peso medio de los componentes básicos	19
4.2 Materiales de los componentes	20
4.3 Función y materiales de los componentes	21
4.3.1 Luminaria	21
4.3.2 Brazo	22
4.3.3 Fococelda	22
4.3.4 Cabezote	23
4.3.5 Reflector	23
4.3.6 Refractor	24
4.3.7 Balastro	24
4.3.8 Bombilla	25
4.3.9 Peso medio de las partes de una bombilla	26
4.3.10 Tipos de bombillas de descarga	27
4.3.11 Demanda de mercurio por usos finales	28

4.4 Interpretación de resultados experimentales	29
5. Procedimiento para el tratamiento primario de los desechos	35
5.1 Etapas del procedimiento	35
5.1.1 Capacitación del Personal	35
5.1.2 Recolección	37
5.1.3 Transporte	39
5.1.4 Separación de los materiales	41
5.1.5 Almacenamiento	43
5.2 Costo	45
5.2.1 Resumen de costos	46
5.3 Aspectos a tomar en cuenta al realizar el cambio tecnológico	48
5.4 Por qué debemos preocuparnos?	54
5.4.1 El Mercurio	54
5.4.1.1 El ciclo del mercurio	56
5.4.2 El Plomo	57
5.4.3 El Itrio	58
5.4.4 El Antimonio	59
5.4.5 El Bario	60
5.4.6 El Estroncio	61

Conclusiones	65
Recomendaciones	67
Referencias bibliográficas	69
Anexos	73
A. Formato para listado de materiales recolectados	74
B. Formato para control de materiales en buen estado	75
C. Formato para control de materiales en mal estado	76
D. Iniciativa de Ley con número de registro 4120	77
E. Licitarán nuevas luminarias para alumbrado público	87
F. Nuevas lámparas bajarían la tasa de alumbrado	88

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
1.	Primeras lámparas	2
2.	Tipos de lámparas	3
3.	Matriz energética	4
4.	Componentes básicos	19
5.	Materiales de los componentes	20
6.	Lámpara	21
7.	Brazo	22
8.	Fotocelda	22
9.	Cabezote	23
10.	Reflector	23
11.	Refractor	24
12.	Balastro	24
13.	Bombilla	25
14.	Peso medio de las partes de las bombillas	26
15.	Partes de una bombilla	26
16.	Tipos de bombillas de descarga	27
17.	Demanda de mercurio por usos finales	28
18.	Capacitación	35

19.	Recolección	37
20.	Transporte	39
21.	Separación	41
22.	Almacenamiento	43
23.	Costos	46
24.	Asesoría	48
25.	Coordinación Empresa	48
26.	Reducir	49
27.	Reutilizar	50
28.	Reciclar	51
29.	Ciclo del mercurio	56

GLOSARIO

BIOTA: El término biota designa al conjunto de especies de plantas, animales y otros organismos que ocupan un área dada.

EXTINTOR CLASE A: Incendios que implican sólidos inflamables que dejan brasas, como la madera, tejidos, goma, papel, y algunos tipos de plástico.

EXTINTOR CLASE B: Incendios que implican líquidos inflamables o sólidos licuables, como el petróleo o la gasolina, aceites, pintura, algunas ceras y plásticos

HULLA: La hulla es una roca sedimentaria orgánica, un tipo de carbón mineral que contiene entre un 45 y un 85% de carbono. Es dura y quebradiza, estratificada, de color negro y brillo mate o graso

KEROSÉN: es un líquido transparente (o con ligera coloración amarillenta) obtenido por destilación del petróleo.

LÁMPARA INCANDESCENTE: Las lámparas de incandescencia se consideran actualmente poco eficientes ya que sólo el 15% de la electricidad que consumen la transforman en luz y el 85% restante lo destinan a producir otros tipos de energía no útiles para la aplicación (por ejemplo, el 25% en calor).

MATRIZ ENERGÉTICA: O balance energético nacional sintetiza la información anual sobre oferta y demanda de energía a nivel nacional, desagrega por fuente y sector de consumo.

PARAFINA: La parafina es un elemento indispensable para la realización de las velas.

SEBO: Grasa Sólida y dura que se extrae de algunos animales y se utiliza para hacer velas, jabones, etc.

SILICATO: Los silicatos son el grupo de minerales de mayor abundancia, pues constituyen más del 95% de la corteza terrestre, además del grupo de más importancia geológica por ser petrogénicos, es decir de minerales que forman la roca.

WATTS: el Watt o Vatio es la unidad de potencia del sistema internacional de unidades, y equivale a 1 joule por segundo (1j/s). Se trata de una de sus unidades derivadas y su símbolo es el W.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación sobre el Tratamiento Primario de los desechos de las lámparas de vapor de mercurio de alta presión del alumbrado público en las municipalidades de Guatemala, consiste en una Metodología que contempla cuatro fases.

En la primera fase, se realiza una revisión de documentos sobre el alumbrado público, la cantidad que existe de estas, y el tratamiento que se les da actualmente. Así como también los actores que se ven involucrados en la gestión de los residuos. Se investiga los países del área que tienen implementado este tipo de gestión. Los efectos que causa el mercurio en el ambiente y por consiguiente a las personas por no realizar un buen manejo de este.

La siguiente fase conlleva a solicitar y recolectar lámparas de vapor de mercurio de 175 W de alta presión y tener acercamiento con diferentes municipalidades para intercambiar opiniones y conocer la forma que utilizan en la disposición de los desechos generados por estas lámparas.

La tercera fase se realiza en un laboratorio, y las actividades consisten en separar todos los componentes de las lámparas, determinar el material y el peso medio de cada uno de ellos. Se separan las partes de las bombillas de vapor de mercurio (Ampolla, resistencia de arranque, soporte de montaje, tubo de descarga y el casquillo). El tubo de descarga no es abierto con el objeto de dejar encapsulado el mercurio y evitar el contacto con este, hasta que no se cuente con una metodología adecuada para tratar este desecho peligroso.

La fase final, consiste en determinar la cantidad de material que se genera al cambiar las 320,000 lámparas de vapor de mercurio de alta presión. Y la cantidad de mercurio que se puede verter al medio ambiente si no se tiene un procedimiento para la gestión de este.

Una vez se finaliza esta metodología, se procede a desarrollar un procedimiento para la separación primaria de los desechos generados por las lámparas de vapor de alta presión (mercurio y sodio), que consiste en la capacitación de personal, recolección, transporte, separación y almacenamiento de los materiales. Tomando en cuenta que cuando se realiza un cambio tecnológico no debe perderse de vista la variable ambiental. (3R, reducir, reutilizar y reciclar)

Se recomienda que mientras las autoridades tanto de gobierno central, como municipales no cuenten con un procedimiento para el tratamiento de las bombillas de vapor de mercurio de alta presión, estas deben quedar resguardadas temporalmente en las bodegas municipales. El resto de materiales puede enviarse a reciclaje.

SUMMARY

This investigation and research about the treatment of mercury vapor lamps high pressured wastes on public lighting in Guatemala's Municipalities, this methodology consist in the development of four phases.

In first phase, has made a review of documents about public lighting, the amount that exists for these, and the treatment given to them today. As well as the actors who are involved in waste management. We investigated those countries in the area that implemented this type of management. Also the effects caused by mercury in the environment and therefore people not making a good handling of this.

The next phase leads to ask and collect mercury vapor with 175 W high pressure, and get closer to the municipalities so we can exchange opinions and learn how they use the disposal of the wastes generated by these lamps.

The third phase, done in a lab, activities consist in separate all lamp components to determine the material and the average weight of each one. Then, we need to separate the mercury vapor bulbs from the parts (Ampolla, starting resistance, mounting bracket, exhaust pipe and cap). The discharge pipe is not opened in order to let encapsulated mercury and avoid contact with it since we don't have any methodology appropriate to treat this hazardous waste.

The final phase is to determine the amount of material made by changing 320.000 mercury vapor high pressure lamps. And the amount of mercury that can be discharged into the environment there is no procedure for managing this.

Once this methodology is finalized, we proceed to develop a procedure for the primary separation of wastes generated by the high pressure vapor lamps (mercury and sodium), which consists of staff training, collection, transport, separation and storage of materials. Realizing that the carrying out a technological change can not lose sight of the environmental variable. (3R, reduce, reuse and recycle).

It is recommended that while the authorities of central government and municipal as well, do not count with a procedure for the treatment of mercury vapor lamps high pressure must be temporarily storage. The other materials can be sent for recycling.

OBJETIVOS

General

Evaluar una técnica de separación de los desechos sólidos de las lámparas de vapor de mercurio de alta presión utilizadas en el sistema de alumbrado público de las municipalidades de Guatemala.

Específicos

1. Diseñar y evaluar un procedimiento de tratamiento del desecho sólido.
2. Proponer un procedimiento de tratamiento primario de los desechos sólidos generados por las lámparas de mercurio a las municipalidades.
3. Proponer el manejo adecuado del desecho generado por las lámparas de mercurio a las municipalidades.
4. Cuantificación de los diferentes tipos de materiales que componen la lámpara de mercurio.

HIPÓTESIS

Es posible separar y cuantificar el contenido de desechos provenientes de las lámparas de vapor de mercurio de alta presión proponiendo una metodología que minimice el actual impacto ambiental que provoca.

INTRODUCCIÓN

El alumbrado público es el servicio público consistente en la iluminación de las vías públicas, parques públicos, y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio, con el objeto de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades.

Los sistemas de Alumbrado público (AP) representan para todas las ciudades un punto clave en la calidad de vida de los ciudadanos, ya que brindan seguridad tanto peatonal como vial. Para las municipalidades es y debe de ser un proceso estratégico dado que simboliza seguridad, imagen y credibilidad en la calidad del servicio.

El sistema de iluminación en Guatemala ha estado conformado mayormente por luminarias de 175 W de tecnología de vapor de mercurio, considerando que éste ofrecía un mejor rendimiento que los sistemas tradicionales mixtos e incandescentes.

Debido al alza que ha sufrido la tarifa de alumbrado público en los últimos años, y con la entrada de nuevas tecnologías y en la cual se impulsa también la conservación del medio ambiente, las municipalidades han decidido ir progresivamente eliminado de su sistema de alumbrado público estas luminarias de mercurio.

Actualmente varias municipalidades de Guatemala descartan periódicamente un gran número de bombillos quebrados, defectuosos o quemados, corrientemente estos han sido dispuestos en botaderos simplemente.

Cuando los bombillos se rompen el mercurio se libera al ambiente debido a su presión de vapor. El peligro potencial ha dado pauta para que muchas agencias ambientales en el mundo clasifiquen a estos bombillos como “desechos peligrosos” y establecen el requerimiento de leyes y reglamentos para el manejo de estos. En Guatemala lamentablemente no existe regulación respecto a este tipo de desecho. Y las bombillas son desechadas como un desecho ordinario en rellenos sanitarios sin considerar el proceso de lixiviación.

Es indispensable considerar que el cambio en la tecnología del alumbrado público generará grandes cantidades de desechos y de alto riesgo, como en el caso de los bombillos desechados. También se debe de considerar la iniciativa del Ministerio de Energía y Minas de sustituir aproximadamente 320,000 lámparas de vapor de mercurio, los que vendrán a incorporarse al resto de desechos eléctricos que se vierten en Guatemala de forma indiscriminada.

Por tal razón el objetivo de este proyecto es proponer un tratamiento primario de los desechos de las lámparas de vapor de mercurio del alumbrado público en las municipalidades de Guatemala, que permita disminuir el impacto ambiental negativo, y que sea el más adecuado en términos de eficiencia, estabilización, costo y practicidad para las municipalidades guatemaltecas, ya que son competencias propias de estas, según lo establece el Artículo 68, literal “a” del Código Municipal. Pero aquí también debe involucrarse el gobierno central, ya que es un problema generalizado en todos los municipios.

1. ANTECEDENTES

Hoy en día la civilización colapsaría sin la energía eléctrica. La producción de bienes y servicios, el transporte y las comunicaciones cesarían; además de que la mayoría de los aparatos que se tienen en los hogares resultarían inútiles. Habría necesidad de iluminar las casas con quinqués y las calles con farolas de querosén, tal y como se hacía hace más de cien años.

El alumbrado público se remonta ya a más de 2 siglos de historia en toda ciudad, siendo una necesidad de prolongar las horas de día y la seguridad ciudadana. Sin embargo no fue sino hasta la revolución industrial, cuyo inicio se apunta en la segunda mitad del siglo XVIII, que el hombre dio un salto enorme pasando de la iluminación con la vela de sebo a la lámpara de aceite.

La Calle Real, hoy Sexta Avenida de la zona 1 de la ciudad de Guatemala, fue la primera en contar con alumbrado público en 1835, gracias a un sistema de faroles de sebo.

Primeras lámparas (faroles) de aceite utilizadas para el alumbrado público, durante la época colonial (1800 d.C. – 1900 d.C.)

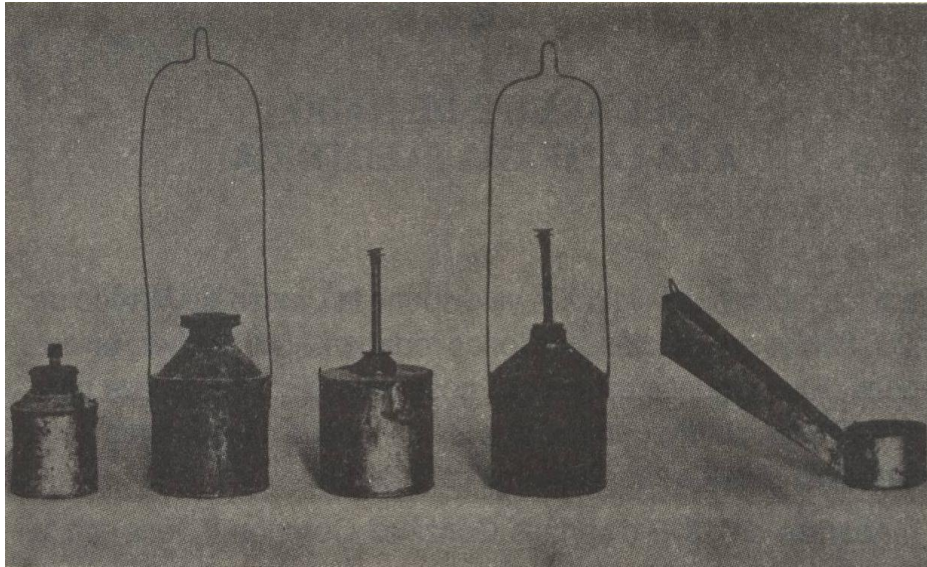
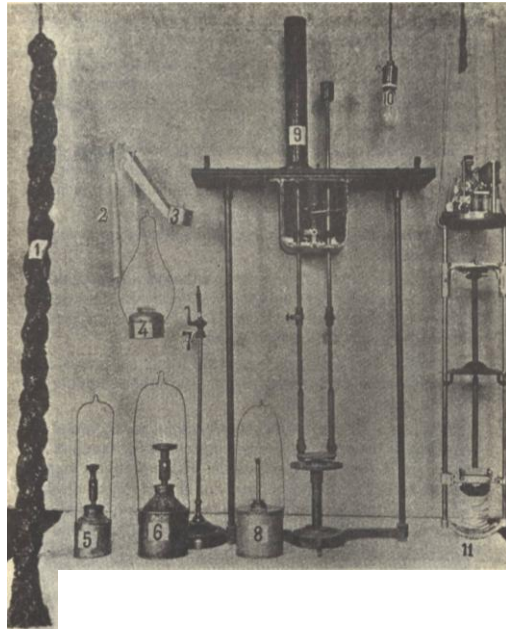


Figura 1. Primeras lámparas

Hasta finales del año 1890, surgió el alumbrado de gas hidrógeno, el alumbrado de arco, y la incandescente.



1. Tea o antorcha de Brea.
2. Vela de Sebo prieto.
3. Candileja de aceite.
4. Candileja de aceite reformada.
5. Lámpara de trementina de 10 luces.
6. Lámpara de trementina de 20 luces.
7. Pico y quemador de Gas Hidrógeno.
8. Lámpara de Solarina.
9. Lámpara de Brush de la instalación de Knight.
10. Lámpara incandescente.
11. Lámpara Siemens.

Figura 2. Tipos de lámparas

Fue hasta el siglo XIX que el hombre avanzó a pasos agigantados en el desarrollo de los medios de iluminación, desde la parafina, el kerosén, el gas extraído de la hulla, el gas natural y por fin la electricidad (el arco voltaico, la lámpara incandescente, la lámpara de mercurio y apenas hasta el año 1970, la iluminación de Sodio).

En los años de 1982 México y en 1985 Costa Rica inician respectivamente la sustitución de Lámparas de vapor de Mercurio por lámparas de sodio de alta presión, por ser estas más eficientes.

Actualmente 2010 prevalece en los departamentos y municipios de Guatemala las lámparas de vapor de Mercurio175W de alta presión.

En Guatemala se ha iniciado a sustituir las lámparas de vapor de mercurio de alta presión por otras tecnologías más eficientes, como es el caso de las lámparas de sodio de alta presión, y esto ha sido en gran medida a consecuencia que en los últimos años la tarifa del alumbrado público se ha visto incrementada debido a que la producción de energía depende en su mayor parte del petróleo, pues la producción hidráulica alcanza hasta el momento un 34%, lo que repercute en la tarifa directamente, además ésta tarifa no tiene subsidio de parte del gobierno.

Matriz Energética que se tiene actualmente en Guatemala.



AÑO ESTACIONAL 2009 - 2010

TIPO DE CENTRALES	MW	%
Hidroeléctricas	617	34.0
Motores de C. I.	666	36.7
Cogeneradores	216	11.9
Turbinas de Gas	141	7.8
Turbina de Vapor	145	8.0
Geotérmicas	28	1.5
TOTAL	1,811	

Figura 3. Matriz energética

En un reportaje publicado el 22 de enero del 2010 por El Periódico de Guatemala indica textualmente que:

“LICITAN COMPRA DE FOCOS ALUMBRADO PÚBLICO, El Ministerio de Energía y Minas lanzará en un mes la licitación para la compra de focos ahorradores del alumbrado público, como parte del plan de reducción energética del país, anunció ayer el ministro Carlos Meany. Se convocarán a las empresas interesadas en ofertar bombillos de diversas tecnologías como *led* y sodio para sustituir las bombillas de mercurio que se usan en el alumbrado público, agregó. Con estas se podría ahorrar consumo de energía y costos, de 30 a 50 por ciento. Se creará un fideicomiso, en que las municipalidades solicitarán crédito para comprar sus luminarias en las empresas que salgan electas. Ese monto se amortizará en cinco años con los ahorros de las tarifas actuales, que debe revisar la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, explicó el viceministro Romeo Rodríguez. En el país hay 320mil focos de alumbrado público” (El Periódico, 2010)

Es indispensable considerar que el cambio en la tecnología del alumbrado público generará grandes cantidades de desechos y de alto riesgo, como en el caso de los bombillos desechados, los que vendrán a incorporarse al resto de desechos eléctricos que se vierten en Guatemala de forma indiscriminada. Por lo que se deben tomar las medidas ambientales correspondientes.

Las empresas encargadas del reciclaje de luminarias fluorescentes y de tubos de descarga de alta presión están desarrollando dicho tratamiento con una tecnología avanzada y adaptada a las condiciones económicas de países desarrollados como Estados Unidos y Europa. Por el volumen

de material que manejan las plantas de tratamiento y reciclaje muestran una factibilidad económica adecuada a su contexto.

Un factor que respalda la operación de dichas plantas se basa en los sistemas de recolección y en las políticas ambientales que procuran la efectividad de dichos procesos.

En Guatemala, como país en vías de desarrollo no cuenta con reglamentos ni regulaciones especiales para el manejo de desechos sólidos eléctricos y electrónicos. Por lo que se hace importante y necesario que el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Ministerio de Energía y Minas, La Comisión de Energía y Minas del Congreso y La Asociación Nacional de Municipalidades impulsen políticas para reglamentar la gestión de estos residuos.

Esta problemática nacional con relación al manejo de desechos sólidos generados por el alumbrado público, valida la iniciativa de buscar una solución técnica para el tratamiento primario de las lámparas de vapor de mercurio de alta presión.

.

2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Gestión ambiental

Se denomina gestión ambiental o gestión del medio ambiente al conjunto de diligencias conducentes al manejo integral del sistema ambiental. Dicho de otro modo e incluyendo el concepto de desarrollo sostenible, es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales.

La gestión ambiental responde al "cómo hay que hacer" para conseguir lo planteado por el desarrollo sostenible, es decir, para conseguir un equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos, protección y conservación del ambiente. Abarca un concepto integrador superior al del manejo ambiental: de esta forma no sólo están las acciones a ejecutarse por la parte operativa, sino también las directrices, lineamientos y políticas formuladas desde los entes rectores, que terminan mediando la implementación.

Las áreas normativas y legales que involucran la gestión ambiental son:

- a. La política ambiental: relacionada con la dirección pública o privada de los asuntos ambientales internacionales, regionales, nacionales y locales.
- b. Ordenamiento territorial: entendido como la distribución de los usos del territorio de acuerdo con sus características.

- c. Evaluación del impacto ambiental: conjunto de acciones que permiten establecer los efectos de proyectos, planes o programas sobre el medio ambiente y elaborar medidas correctivas, compensatorias y protectoras de los potenciales efectos adversos.
- d. Contaminación: estudio, control, y tratamiento de los efectos provocados por la adición de sustancias y formas de energía al medio ambiente.
- e. Vida silvestre: estudio y conservación de los seres vivos en su medio y de sus relaciones, con el objeto de conservar la biodiversidad.
- f. Educación ambiental: cambio de las actitudes del hombre frente a su medio biofísico, y hacia una mejor comprensión y solución de los problemas ambientales.
- g. Paisaje: interrelación de los factores bióticos, estéticos y culturales sobre el medio ambiente.

2.1.1 Objetivos prioritarios

- Sentar las bases del ordenamiento ambiental del municipio: tiene como propósito la caracterización ecológica y socio ambiental del territorio, ecosistemas recursos naturales, con este proceso se llega a la zonificación ambiental del entorno
- Preservar y proteger las muestras representativas más singulares y valiosas de su dotación ambiental original, así como todas aquellas áreas que merecen especiales medidas de protección: con esta actividad se logra el sistema de áreas protegidas.

- Recuperar y proteger las áreas de cabeceras de las principales corrientes de aguas que proveen de este vital recurso a los municipios: con esta actividad se logra mantener una densa y adecuada cubierta vegetal en las cabeceras o áreas de nacimientos de las corrientes de agua éste es un requisito indispensable para la protección y regulación hídrica.
- Adelantar acciones intensas de descontaminación y de prevención de la contaminación: financiar actividades específicas de descontaminación, en las corrientes de aguas más alteradas, así como el sistema de tratamiento de residuos líquidos y sólidos, otorgar créditos para la implementación de tecnologías limpias para disminuir los impactos ambientales.
- Construir ambientes urbanos amables y estéticos: la ecología urbana, la ciudad para vivir con respeto y normas de control del medio ambiente urbano.
- Adelantar programas intensos y continuos de concientización y educación ambientales: programar actividades permanentes de concientización ambiental.

2.2 Alumbrado público

El alumbrado público es el servicio público consistente en la iluminación de las vías públicas, parques públicos, y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio, con el objeto de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades.

2.2.1 Lámparas de vapor de mercurio

La operación de una lámpara de mercurio se basa en el paso de un arco eléctrico a través del mercurio elemental contenido en ella a presión de vacío. Los átomos de mercurio energizados se vaporizan instantáneamente y producen luz ultravioleta, que es absorbida por el recubrimiento de fósforo en polvo en el interior del vidrio cilíndrico de la lámpara. El fósforo en estado excitado emite luz visible.

Existen lámparas de mercurio a alta y baja presión, diferenciables por sus condiciones de operación; en condiciones de baja presión en el espectro de emisión del mercurio predominan las radiaciones ultravioletas en la banda de 253.7nm; con altas presiones de vapor el espectro cambia notablemente, emitiendo varias bandas que corresponden a las sensaciones de color violeta (405nm), azul (435nm), verde (546nm) y amarillo (570nm), emitiendo también una pequeña cantidad de radiaciones ultravioleta.

Para aplicaciones de alumbrado público se utilizan las lámparas de alta presión. Como las cualidades cromáticas de estas radiaciones no resultan muy buenas, debido en gran parte a la ausencia de radiaciones rojas, las radiaciones ultravioleta se transforman, mediante sustancias

fluorescentes, como el fósforo, en radiaciones comprendidas dentro del espectro rojo, dando como resultado una lámpara con un mejor rendimiento cromático.

2.2.2 Características de Operación

La vida útil de estas luminarias está establecida de 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60lm/W y aumenta con la potencia. Tienen una tensión de encendido entre 150 y 180V lo que permite conectarlos a la red de 220V sin elementos auxiliares.

2.2.3 Óptica

- Distribución luminosa adaptada a la función que deben realizar.
- Luminancias reducidas en determinadas direcciones.
- Buen rendimiento luminoso.

2.2.4 Mecánicas y Eléctricas

- Construcción que permita a la lámpara y balastro funcionar en condiciones apropiadas de temperatura.
- Protección de las lámparas y equipo eléctrico contra la humedad y demás agentes atmosféricos.
- Facilidad de montaje, retiro y limpieza.
- Cómodo acceso a la lámpara y equipo eléctrico.

2.2.5 Estéticas

- Las luminarias durante el día, o encendidas durante la noche, no deben desentonar con el medio ambiente en el cual se instalan.

2.3 Panorama Nacional

El alumbrado público y la recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos en Guatemala es responsabilidad de cada municipio, según el Código Municipal.

Artículo 68. Competencias Propias del Municipio. Las competencias propias deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios, son las siguientes;

- a) Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente cloradas; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de cementerios privados; recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos; limpieza y ornato. (Código Municipal, 2002).

El Ministerio de Energía y Minas [MEM], entre otras funciones, se encarga de fomentar programas municipales de eficiencia energética en este ámbito. Actualmente, en el país está vigente el uso de lámparas de descarga de vapor de mercurio para el alumbrado público municipal, y se tiene un parque de 320,00 unidades en todo el país según este ministerio.

Próximamente el MEM convocará una licitación para sustituir las actuales luminarias por lámparas de vapor de sodio o LED (*Light-Emitting Diode*) las cuales permitirán reducir las emisiones de dióxido de carbono y maximizar la eficiencia del alumbrado. El ahorro, en este caso, se produce inmediatamente después de la instalación y se estima que será entre 30% y 50% del costo actual del alumbrado público.

La problemática energética queda adecuadamente satisfecha en este ámbito, sin embargo surge la dificultad de la disposición final de los materiales de lámparas de vapor mercurio. Cuando una bombilla de vapor de mercurio se desecha y se quiebra libera mercurio al ambiente, causando un impacto ambiental negativo. Para minimizar este impacto es necesario realizar una disposición final adecuada de los componentes peligrosos de estas luminarias.

3. METODOLOGÍA

En este capítulo se describe el método empleado en el estudio. Que consiste en cuatro fases: una fase de gabinete preliminar, otra de trabajo de campo, una tercera que consiste en la fase de laboratorio y una fase final de gabinete en la que se realiza la cuantificación e interpretación de resultados.

3.1 Fase de gabinete preliminar

Consiste en la revisión de documentos acerca de las lámparas de vapor de mercurio de alta presión. Se analiza sobre el parque de lámparas que están instaladas en los municipios de Guatemala, de quién es la responsabilidad del mantenimiento y el manejo de los desechos producidos por el alumbrado público. Así como también los países que tiene desarrollada la gestión de estos desechos y que actores pueden estar involucrados al momento de presentar las recomendaciones de esta investigación. También se investiga sobre el ciclo de vida del mercurio, con la finalidad de conocer los problemas ambientales que se pueden derivar del mal manejo de un desecho peligroso.

3.2 Fase de campo

Se utiliza el Muestreo de Juicio o muestra probabilística, pues no se pretende medir el error de muestreo. Y Consiste en recolectar un lote de 20 lámparas completas de vapor de mercurio de 175 W de alta presión proporcionadas por la Municipalidad de Chimaltenango y la Empresa Proyectos y Suministros Industriales, S. A. PROSISA. Distribuidora de dicho producto. En esta fase se visita a varios alcaldes para obtener información relacionada a la gestión que realizan en el manejo de los desechos producidos por el alumbrado público.

3.3 Fase de laboratorio

Esta fase es realizada en el laboratorio de Química Industrial del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Aquí se separan los componentes de las 20 lámparas de vapor de mercurio de alta presión de 175 W, y se obtiene el peso promedio de cada uno de ellos. También se separan los componentes de las bombillas y se obtiene el peso medio. (Ver figura 13 y 14). En esta fase se investiga los materiales de los componentes.

3.4 Método de gabinete, fase final

Al obtener en el laboratorio los pesos medios de cada uno de los componentes, se procede a listarlos en una tabla (figuras 4, 5 y 14) y se calcula la cantidad de materiales que provendrán del cambio de las 320,000 lámparas de vapor de mercurio. Se calcula también la cantidad de materiales que se obtendrán de las bombillas de vapor de mercurio, utilizando los datos de la figura 16.

4. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

4.1 Peso medio de los componentes básicos

NOMBRE	PESO Kg	PESO TOTAL Kg (320,000 U)
Brazo	2.357	754,240
Fotocelda	0.086	27,520
Cabezote	0.825	264,000
Reflector	0.145	46,400
Refractor Prismático(difusor)	0.351	112,320
Balastro	1.422	455,040
Bombilla (foco)	0.158	50,560

Figura 4. Componentes Básicos

4.2 Materiales de los componentes

COMPONENTES	MATERIALES		
	METALES	POLIMEROS	SILICATOS
Brazo	X		
Fotocelda	X	X	
Cabezote	X	X	
Reflector	X		
Refractor Prismático		X	
Balastro	X	X	X
Bombilla (foco)	X	X	X

Figura 5. Materiales de los componentes

4.3 Función y materiales de los componentes

4.3.1 Luminaria

Aparato que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una o varias lámparas y que contiene todos los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación.

Toda Luminaria empleada en Alumbrado Público, debe estar Aprobada, Diseñada y Construida específicamente para los requerimientos y necesidades propias del alumbrado público y debe ser adecuada para lugares húmedos, mojados o a la intemperie, dependiendo del lugar donde se instale.



Figura 6. Lámpara

4.3.2 Brazo

Su función es sostener la lámpara. Y está formado de hierro Negro de bajo carbono (Hierro Galvanizado).



Figura 7. Brazo

4.3.3 Fococelda

Las fotoceldas para el control del alumbrado público son circuitos de control que conmutan la operación de las lámparas en función del nivel de iluminación del ambiente. Se suele encapsular, generalmente en un material cerámico, metálico y plástico.



Figura 8. Fococelda

4.3.4 Cabezote

Es el elemento que sirve para contener y sostener a los conjuntos ópticos (reflector, refractor y bombilla) y equipo eléctrico, protegiéndolos de las condiciones de intemperismo y dar forma a la lámpara. Su construcción debe ser robusta, y que permita alta disipación de calor. Está diseñado de Aluminio inyectado de alta presión, polímero sintético y cerámica.



Figura 9. Cabezote

4.3.5 Reflector

La finalidad del reflector es dirigir y controlar la luz aprovechando el principio de reflexión, y este redirige el flujo luminoso de la bombilla hacia el difusor. Fabricado en aluminio anodizado.



Figura 10. Reflector

4.3.6 Refractor (Difusor)

El difusor tiene por objetivo proteger el sistema óptico del ingreso de contaminación y de agua, pero también ayuda a la mejor distribución de la luz hacia la calle (en este caso tiene por lo general prismas). También permite la protección de la bombilla de acciones vandálicas. Puede ser de plástico, acrílico termoplástico o policarbonato termoplástico.



Figura 11. Refractor

4.3.7 Balastro

Dispositivo electromagnético que provee las condiciones de arranque y operación de las lámparas eléctricas de descarga. Sirve para proporcionar a estas las condiciones de operación necesarias como son: tensión, corriente y forma de onda. Está diseñado de material cerámico, metálico y plástico.

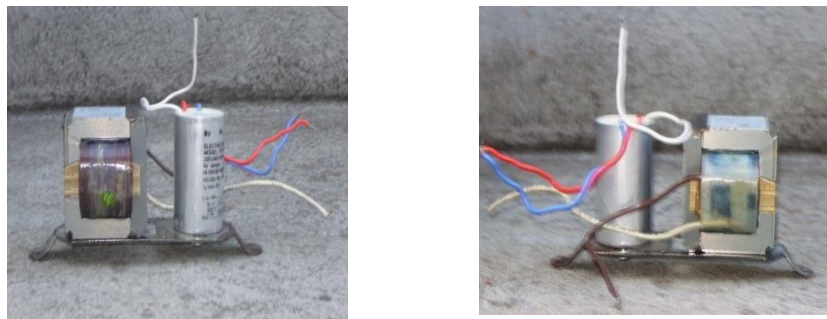


Figura 12. Balastro

4.3.8 Bombilla

Dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía luminosa. Está formada de silicato (vidrio, cuarzo y cerámica), metales (aluminio, acero, tungsteno, mercurio, plomo, Bario, Itrio) y polímeros naturales (carbono).



Figura 13. Bombilla

4.3.9 Peso medio de las partes de una bombilla (foco)

NOMBRE	PESO g	PESO TOTAL Kg (320,000 U)
Ampolla	105.836	33,867.52
Resistencia de Arranque	0.465	148.80
Soporte de Montaje	4.711	1,507.52
Tubo de Descarga	10.267	3,285.44
Casquillo	36.664	11,732.48

Figura 14. Peso medio de las partes de una bombilla

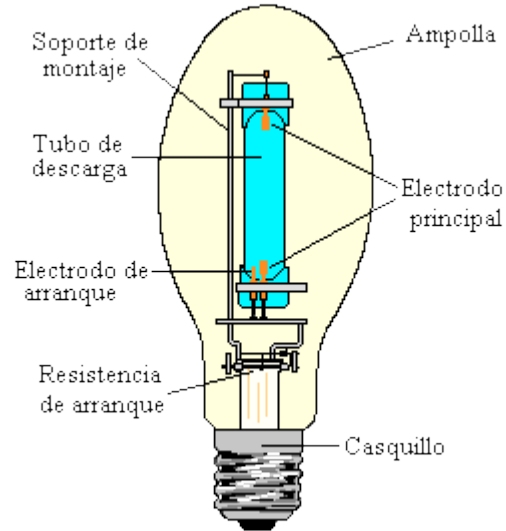


Figura 15. Partes de una bombilla

4.3.11 Demanda de mercurio por usos finales

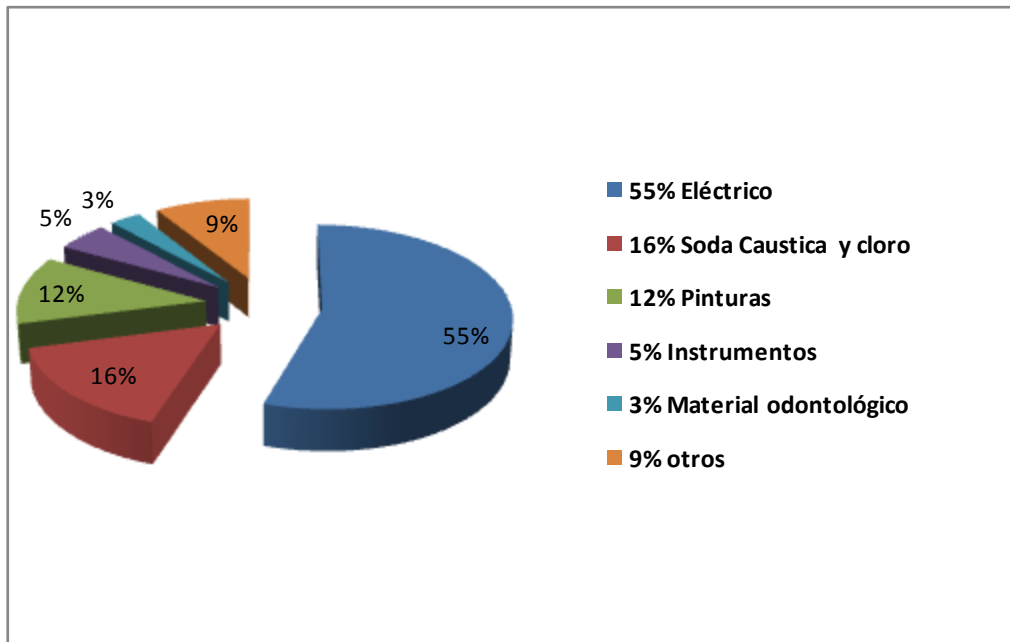


Figura 17. Demanda de mercurio por usos finales

4.4 Interpretación de resultados experimentales de las lámparas

En los últimos dos años se ha tenido un mayor aumento en la tarifa del alumbrado público, a consecuencia del alza en el petróleo, pues la mayor parte de generación de energía eléctrica en Guatemala es a base de este producto, a demás es de recordar que actualmente en el país la generación Hídrica es de alrededor del 34%.

El 27 de octubre de año 2009 el Pleno envió a la Comisión De Energía y Minas del Congreso de la República La iniciativa de Ley de ahorro Energético en iluminación, el cual fue presentado por el Diputado Christian Boussinot, Presidente Comisión de Energía y Minas, con número de registro 4120. Y que en artículo No. 2 inciso “C” indica lo siguiente:

C. Bombillas ó Lámparas de descarga de mercurio.

Las bombillas o lámparas de mercurio tradicionales deberá ser reemplazadas por bombillas o lámparas de sodio alta presión, pero en el caso de requerirse la luz blanca se podrán cambiar por bombillas de halogenuros metálicos u otras fuentes con eficacias no menores a 70 Lm/w y vida útil no menor a 10,000 horas. (Iniciativa de ley 4120).

Y en un reportaje publicado el 22 de enero del 2010 por El Periódico de Guatemala indica que El Ministerio de Energía y Minas sacará a licitación compra de lámparas eficientes para el alumbrado público y que el país cuenta actualmente con un parque de 320,000 lámparas de vapor de mercurio de alta presión.

El impulso a la adopción de programas municipales de alumbrado público eficiente representa una oportunidad para internalizar aspectos ambientales, hasta ahora no tenidos en cuenta, dentro del análisis de costos - beneficios de los proyectos.

Con la iniciativa que existe actualmente en el Congreso, la Licitación que pretende sacar el gobierno a través del Ministerio de Energía y Minas, y las sinergias que lleva cada una de las municipalidades de Guatemala en realizar el cambio tecnológico en el alumbrado público y con ello bajar el costo de la factura de dicho servicio, esto lleva a un escenario donde no se está tomando en cuenta el factor medio ambiental, pues toda esta actividad da como segunda derivada el desecho de los materiales de las lámparas sustituidas.

Estos proyectos de sustitución de importantes cantidades de lámparas de mercurio de alta presión (320,000 unidades), en un corto o mediano plazo, enfrentan a las municipalidades con otro aspecto ambiental relevante, que es el relacionado con la generación de residuos sólidos provenientes de esas tareas. A partir de reconocer la existencia de esas masas generadas, el desafío será lograr un procedimiento para el tratamiento primario adecuado y eficiente para la recolección, manipulación, transporte, separación y almacenamiento. Dando fundamental importancia al establecimiento de prioridades en temas como la reducción, reutilización y el reciclado.

De acuerdo a los datos proporcionados por el Ministerio de Energía y Minas MEM del cambio de 320,000 lámparas completas y que los materiales de las que se sustituyen no se reutilizarán, se obtiene como resultado los siguientes datos:

Para este análisis se toma una muestra de 20 lámparas completas.

- Del brazo de la lámpara se obtiene un promedio de 754,240 Kg de hierro galvanizado
- De la Fotocelda que está conformada de materiales cerámicos, metálicos y plástico, se obtiene un promedio de 27,520 Kg
- Del cabezote se obtiene materiales como el Aluminio inyectado de alta presión, polímeros sintéticos y cerámica, con un promedio de 264,000 Kg
- Del reflector se obtiene un promedio de 46,400 Kg de aluminio anodizado
- Del refractor que puede ser de plástico, acrílico termoplástico o policarbonato termoplástico, se obtiene un promedio de 112,320 kg
- Con respecto al Balastro que está diseñado de material cerámico, metálico y plástico se obtiene un promedio de 455,040 kg
- La bombilla que está formada de silicato (vidrio, cuarzo y cerámica), metales (aluminio, acero, tungsteno, mercurio, plomo, Bario, Itrio) y polímeros naturales (carbono) se obtiene un promedio de todos estos materiales de 50,560 kg.

- Esto significa que de las 320,00 lámparas se obtiene un promedio de 1,710,080 Kg de desechos sólidos.
- Los materiales de las lámparas pueden separarse para ser reciclados.

En el caso de las bombillas se separa en partes: Ampolla, resistencia de arranque, soporte de montaje, tubo de descarga y casquillo.

Al analizarse la Figura 16 que tiene los tipos de bombillas de descarga y la Figura 17 que muestra la Demanda de mercurio por usos finales, se puede comparar con los datos obtenidos en el laboratorio, donde se utiliza una muestra de 20 bombillos de vapor de mercurio de 175 w de alta presión.

- Los pesos medios de una bombilla de vapor de mercurio de alta presión, y una bombilla de sodio de alta presión es de 300g
- El peso medio de la bombilla de vapor mercurio de alta presión reportado en la Figura 16 es de 300 g. mientras que el obtenido en el laboratorio da un peso medio de 158 g. Aquí no se indica los vatios de la bombilla.
- En el bombillo de sodio de alta presión no indica la cantidad de sodio que tiene en promedio una bombilla de esta clase.
- El bombillo de vapor de mercurio de alta presión y el bombillo de alta presión de sodio tienen los mismos materiales con diferente gramos/unidad. Y el material que tienen con la misma cantidad es el mercurio con 0.06 g/u. además el bombillo de sodio no contiene antimonio. Aquí no se indica los vatios de cada una de estas.

- Los bombillos fluorescentes de uso domiciliario y los bombillos de halogenuros metálicos también contienen mercurio en menor proporción que las que se utilizan en el alumbrado público.
- Si se sustituyen las 320,000 lámparas de vapor de mercurio de alta presión se obtiene un promedio de 19,200 g de mercurio.
- Del total de la obtención del mercurio a nivel mundial el 55% es utilizado en el ramo eléctrico.

5. PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO PRIMARIO DE LOS DESECHOS DE LAS LÁMPARAS

Se debe destacar que no existe una solución única para el tratamiento primario de los residuos sólidos provenientes del alumbrado público dentro de una comunidad y/o municipio, no obstante el análisis de experiencias locales y globales, pasadas y presentes, resulta de fundamental importancia para obtener un panorama inicial de distintas opciones.

5.1 Etapas del procedimiento

5.1.1 Capacitación del personal:

El personal que se encarga del mantenimiento del alumbrado público en las municipalidades, deben estar informados adecuadamente y capacitados para manipular los componentes de las lámparas, así como de tener la capacidad para determinar si puede ser reutilizado, o enviado a su respectivo reciclaje.

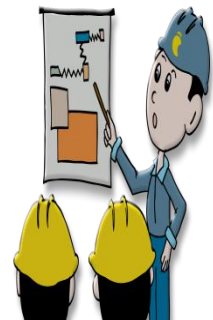


Figura 18
Capacitación

El personal administrativo (bodeguero) también debe de tener la capacitación correspondiente para el manipuleo, clasificación y control del inventario de los materiales.

Es recomendable que el personal que realiza las actividades del mantenimiento sean electricistas graduados, para garantizar la calidad de los trabajos, evitar riesgos de posibles accidentes y de una mala práctica en el manejo de los componentes de las lámparas. Así también es recomendable que el bodeguero tenga una educación media.

Para ello es importante que se les capacite de lo siguiente:

1. Componentes de las lámparas de mercurio de alta presión
2. Materiales de los componentes
3. Partes de una bombilla fluorescente de mercurio
4. Importancia del buen manejo de los materiales
5. Por qué deben de tratarse los materiales
6. Procedimiento a utilizar para el tratamiento primario de los desechos de las lámparas
7. Qué elementos químicos tienen las bombillas
8. Daños que causan los elementos químicos de las bombillas a las personas y al entorno
9. Qué hacer en caso de derrame del mercurio
10. Importancia y el buen manejo de la recolección de materiales
11. Cuidado que se debe tener al transportar los materiales
12. Cuidados y criterios que se debe tener en la separación de materiales, utilizando las tres R (reducción, reutilización y reciclado)
13. Importancia y control del almacenamiento de los materiales
14. Seguridad e higiene durante el procedimiento para el tratamiento primario de los desechos de las lámparas.

5.1.2. Recolección:

Las tareas propias del mantenimiento del alumbrado público y las actividades del cambio tecnológico en estas, tiene como resultado la recolección de todos los materiales de las lámparas, el cual hace necesaria realizar una buena manipulación de los bombillos que contienen mercurio.

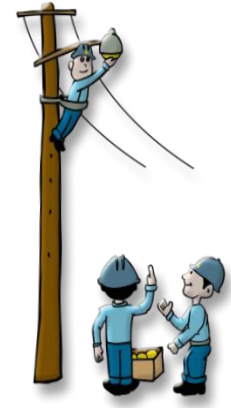


Figura 19.
Recolección

Las actividades que se deben desarrollar son las siguientes:

1. Antes de iniciar esta actividad debe señalizarse el área de trabajo para evitar accidentes, colocando conos fluorescentes.
2. No realizar esta actividad en horas nocturnas
3. No realizar esta actividad cuando haya lluvia y/o tormenta eléctrica
4. Los electricistas deben de contar con todo el equipo de protección para realizar las tareas de mantenimiento
5. Los bombillos deben separarse del resto de materiales para evitar ser quebrados
6. Los bombillos deben empacarse en papel periódico y depositarse en una caja de plástico para su traslado.
7. En caso de que una bombilla se quiebre en el suelo (tierra) y se derrame el mercurio, se deben recoger todos los materiales y empacarse en papel periódico y asegurarlo con cinta adhesiva y depositarlo en una caja plástica. El mercurio se debe recoger con una pala pequeña incluyendo la tierra y depositarlo en un frasco de vidrio. El mercurio no debe recogerse con la mano.

8. En caso de que una bombilla se quiebre en el pavimento (cemento, asfalto) y se derrame el mercurio, se deben de recoger todos los materiales y ser envueltos en papel periódico y asegurarlo con cinta adhesiva y depositarlos en una caja plástica. El mercurio se debe recoger con una escoba pequeña y una pala plástica, para posteriormente depositarlo en un frasco de vidrio. El mercurio no debe de recogerse con la mano.
9. En caso de que una bombilla se quiebre en el suelo y/o pavimento (tierra, asfalto y cemento) y no se derrame el mercurio, se deben recoger todos los materiales y ser envueltos en papel periódico y asegurarlo con cinta adhesiva y depositarlos en una caja plástica. El tubo de descarga del bombillo debe ser envuelto con papel periódico por separado y asegurado con cinta adhesiva, y luego depositarlo en una caja plástica.
10. No se debe dejar recomendado ningún material en casa particular, además se debe recolectar únicamente lo que se trasladará ese día.
11. Al realizar esta actividad el personal no debe de ingerir alimentos.
12. No se debe fumar mientras se realiza esta actividad
13. Se debe realizar un listado con la cantidad y estado de los materiales recolectados. Ver Anexo A.

5.1.3 Transporte:

El transporte corresponde a una etapa intermedia entre la recolección en el lugar de generación y el almacenamiento. Se deben extremar todas las medidas de seguridad para evitar accidentes y que los materiales lleguen a su destino sin ningún contratiempo.



Figura 20. Transporte

Las actividades a tomar en cuenta, son las siguientes:

1. Mantener el vehículo en condiciones óptimas
2. El vehículo debe estar previsto de una lona para protección del personal y del equipo, así como para evitar que haya filtración de agua en las cajas donde están depositados los bombillos
3. El vehículo debe contar con un extintor Tipo “B”
1. En el área donde esté estacionado el vehículo debe de estar señalizada con conos fluorescentes para evitar accidentes
2. El vehículo no debe dejarse solo para minimizar el riesgo del robo total o parcial, incluyendo los materiales de las lámparas
3. El piloto debe tener experiencia mínima de tres años, y contar con licencia de conducir de acuerdo a la capacidad del vehículo.
4. Es preferible que antes de iniciar la jornada de trabajo se abastezca de combustible, y si hubiera necesidad en el trayecto, se debe de apagar el motor mientras se provee de combustible.
5. Todos los materiales que se recolecten deben colocarse en el vehículo de forma ordena y segura, confrontado con el listado realizado, de manera que permita una fácil descarga

6. No se debe sobrecargar de materiales
7. Antes de iniciar la marcha, se debe verificar su correcta estiba a bordo
8. No se debe trasladar ningún material recolectado en la cabina
9. No se debe colocar alimentos sobre los materiales
10. No fumar dentro del vehículo
11. No manejar el vehículo en estado de ebriedad
12. No trasladar los materiales en horas nocturnas, para minimizar riesgos de toda índole.
13. No trasladar personal ajeno a estas actividades, ni animales
14. El vehículo y/o el personal debe de contar con equipo de comunicación para informar de cualquier inconveniente a la persona responsable de esta actividad.

5.1.4 Separación de los materiales:

Esta actividad es previa al almacenaje y en ella se clasifica y se determina la situación del material, y si este es apto para ser utilizado nuevamente, así como también se contabiliza el material.



Las actividades a realizar son las siguientes:

Figura 21. Separación

1. La recepción de los materiales debe desarrollarse en un área que no sea de tierra y donde no haya tránsito de personas
2. Se debe cotejar el listado con los materiales físicamente
3. Los frascos de vidrio conteniendo mercurio deben separarse del resto de materiales (si lo hubiera), empacarse en papel periódico y depositarse en una caja plástica. La caja se rotula indicando el material que contiene. Por ejemplo Frascos conteniendo mercurio y la cantidad de frascos.
4. Las bombillas quebradas y que no presentan derrame de mercurio debe separarse del resto de materiales en una caja plástica, conjuntamente con las bombillas quemadas manteniendo su empaque de periódico. La caja se rotula indicando el material que contiene así como su estado y la cantidad
5. El resto de materiales debe clasificarse de tal manera que si presentan deterioro alguno, estos deben separarse de los que se les reutilizará
6. En el caso de los bombillos en buen estado deben de permanecer en el empaque de periódico y protegidos en una caja de plástica. La caja se rotula indicando el material que contiene así como su estado y la cantidad.

7. Si al realizar la separación se quiebra un bombillo y se derrama mercurio, proceder a recoger todos los materiales y empacarlo con papel periódico, asegurándolo con cinta adhesiva y depositarlos en una caja plástica. El mercurio se debe recoger con una escoba pequeña y una pala plástica, para posteriormente depositarlo en un frasco de vidrio. El mercurio no debe de recogerse con la mano.
8. En caso de que una bombilla se quiebre y no se derrame el mercurio, se deben recoger todos los materiales y ser envueltos en papel periódico y asegurarlo con cinta adhesiva y depositarlos en una caja plástica. El tubo de descarga del bombillo debe ser envuelto con papel periódico por separado y asegurado con cinta adhesiva, luego depositarlo en una caja plástica.
9. En la clasificación de los materiales hay que tomar en cuenta que si la sustitución de las lámparas que se ha realizado es por otra tecnología más eficiente, la cual los materiales no son compatibles o bien parcialmente, debe tomarse la decisión que todos los que no sean compatibles se reciclen. A excepción de las bombillas.
10. No ingerir alimentos mientras se realiza esta actividad
11. No fumar mientras se realiza esta actividad
12. Realizar un inventario de los materiales según su clasificación y enumerar las cajas plásticas para llevar un mejor control. Todas las cajas se rotulan indicando el material que contiene así como su estado y la cantidad. Ver anexo B y C.

5.1.5 Almacenamiento:

El almacenamiento de los materiales consiste en la contención temporaria de los mismos en un depósito especialmente acondicionado, a la espera de su reutilización, reciclaje, tratamiento o disposición final. Esta área debe ser de acceso restringido.



Figura 22.
Almacenamiento

Las actividades a tomar en cuenta son las siguientes:

1. La construcción de la bodega debe ser sólida, techada con bastante iluminación y ventilación y no tener conexión a la red de drenajes, así como estar fuera de una zona propensa a inundaciones
2. El piso debe ser impermeable, sólido, liso y no poroso, a fin de facilitar la limpieza y la descontaminación de estos
3. Ninguna persona no autorizada debe tener acceso al sitio de almacenamiento
4. En la puerta de entrada debe instalarse carteles que indiquen la prohibición de fumar, así como de no ingresar alimentos ni bebidas.
5. Debe de existir señalización de la ubicación del extintor Tipo "A"
6. La responsabilidad de la bodega debe ser de una sola persona
7. Se debe almacenar el material de acuerdo a la clasificación que se haya realizado, es decir si el material será reutilizado se colocará separadamente de los que se reciclarán

8. Las cajas plásticas deben de colocarse en estanterías debidamente rotuladas, indicando el material que contiene así como su estado y la cantidad.
9. Los frascos de vidrio conteniendo mercurio (si hubiera) se deben depositar en una caja plástica, y estas ordenarse sobre las estanterías debidamente identificadas
10. Las fotoceldas pueden colocarse en una caja de cartón identificándolas según su estado y la cantidad.
11. El resto de materiales puede colocarse ordenadamente sobre el piso
12. La persona encargada de la bodega no tiene la autorización de disponer la salida de los materiales tanto para su reutilización como para el reciclaje correspondiente, esto es recomendable que se canalice a través de la oficina técnica que cada una de las municipalidades tiene implementado.
13. La persona encargada de la bodega es la responsable de llevar el inventario y control de entrada y salida de los materiales. Ver Anexos B y C.

5.2 Costo:

El costo estimado para llevar a cabo las actividades del procedimiento para el tratamiento primario de los desechos provenientes de las lámparas de vapor de mercurio de alta presión se detallan a continuación, y estos varían dependiendo de las empresas y/o personas que lo realizan, así como la cantidad de actividades:

Capacitación: Para la capacitación las empresas y/o profesionales individuales cobran por estos servicios un promedio de Q.900.00/hora, y esta actividad se realiza en cuatro horas, con capacidad para un grupo de 25 personas por curso. En esta actividad se puede capacitar grupos de varias municipalidades con el objetivo de reducir costos.

Recolección: En la recolección se tiene un costo promedio de Q.40.00 por desmontaje de la lámpara completa de vapor de mercurio de alta presión y montaje de las nuevas lámparas con tecnología eficiente (no incluye el brazo de la lámpara). Se contempla la recolección de 300 lámparas.

Transporte: El costo se calcula por el desplazamiento que realiza el vehículo de la brigada o contratista para realizar la recolección de los materiales, así como el traslado de estos hacia la bodega. El costo promedio es de Q.2.70/km tanto en camino de terracería como en asfalto. Y se contempla para este cálculo un recorrido de 100 Km.

Separación de los materiales: Esta tarea tiene un costo promedio de Q.2.50 por lámpara, tomando de base el salario mínimo

Almacenamiento: Tiene una renta promedio de Q.350.00 mensuales por una bodega de 18 m². (Q. 19.44 / m²).

5.2.1 Resumen de costos

ACTIVIDAD	COSTO UNITARIO Q.	COSTO TOTAL Q.
Capacitación (4 horas)	900.00/hora	3,600.00
Recolección (300 lámparas)	50.00/lámpara	15,000.00
Transporte (desplazamiento 100 Km)	2.70/Km	270.00
Separación de los materiales (300 lámparas)	2.50/lámpara	750.00
Almacenamiento (Renta de bodega de 18 m²)	19.44/m² mes	350.00
TOTAL		19,970.00

Figura 23. costos

El costo medio para realizar el procedimiento del tratamiento primario de los desechos provenientes de las lámparas de vapor de mercurio es de Q.19,970.00. El cálculo está basado en el cambio total de las lámparas de un municipio con las características descritas anteriormente.

Y mientras se reutilizan los materiales en buen estado y/o se toma la decisión de enviarlos a reciclar, se debe contemplar el costo mensual de almacenamiento dentro del presupuesto municipal, ya que los bombillos deben permanecer en bodega hasta que exista un procedimiento para el tratamiento de estos.

5.3 Aspectos a tomar en cuenta al realizar el cambio tecnológico

Se recomienda a las municipalidades asesorarse por un especialista en eficiencia energética, para determinar la cantidad y el tipo de iluminación más apropiada que se debe utilizar de acuerdo a las características (calzadas, calles, callejones, parques, dispersión poblacional, etc.) y capacidad económica de cada municipio. Así como garantizar el respaldo que se tendrá de parte del proveedor.

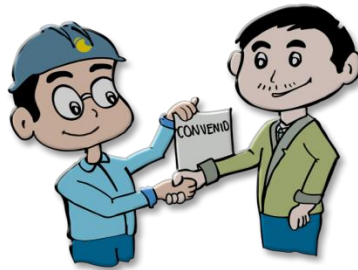


Figura 24. Asesoría

Es recomendable también que previo a realizar el cambio tecnológico que conllevará a una reducción en la factura del servicio del alumbrado público, se tenga coordinación con la Empresa que les provee el suministro de energía eléctrica.



Figura 25. Coordinación Empresa

Un aspecto importante es la solución al problema de los desechos sólidos que se obtiene al momento de realizar la actividad de la sustitución de las lámparas de vapor de mercurio de alta presión, y debe considerarse en disminuir al máximo la generación de estos. ¿Cómo? A través de la aplicación de las tres R: Reducir, Reutilizar y Reciclar.

Para reducir: Una forma de reducir es no adquirir al momento de la compra de una lámpara de sodio de alta presión el brazo de la misma, pues la que está instalada actualmente es totalmente compatible. Aquí cabe mencionar también que si se tiene un lote de “n” lámparas, no necesariamente habrá que cambiar esa cantidad, pues se debe de evaluar si donde están instaladas actualmente es imprescindible, ya que se tiene la experiencia que algunas de estas están instaladas donde hay sembradíos y/o potreros, o existen lugares donde la iluminación es exagerada, lo que conlleva a reducir la cantidad de estas, o bien redistribuirlas. De igual manera se puede minimizar la compra de las fotoceldas, pues dentro de las características de las lámparas de alumbrado público estas son compatibles.

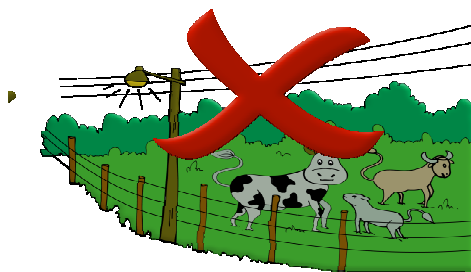


Figura26. Reducir

Para reutilizar: Hay que aprovechar bien los materiales antes de deshacerse de ellos. Por eso es importante la actividad de la separación, clasificación y evaluación de los materiales para su posterior reutilización. Si el cambio de las lámparas de vapor de mercurio de alta presión de 175 W es por una de sodio de alta presión de 100 W todos sus componentes son compatibles a excepción del balastro. Por lo que si el estado de estos materiales está en buenas condiciones se debe reutilizar.

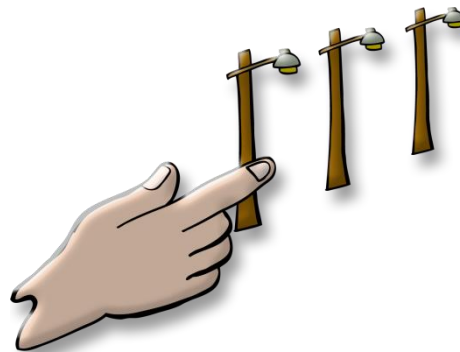


Figura 27. Reutilizar

Para Reciclar:

El reciclaje es un proceso que consiste en someter a un proceso físico-químico y/o mecánico a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto.



Figura 28. Reciclar

Al reciclar:

- Se ahorra energía, materia prima virgen, agua y combustibles que son utilizados en los procesos de producción de materias primas originales, es decir, se ahorran recursos naturales.
- Se disminuye la contaminación del medio ambiente, así como los problemas provocados por los procesos de fabricación a partir de recursos naturales.
- Se prolonga la vida útil de los rellenos sanitarios.

Como una de las formas de reducir los residuos que llega a un vertedero o relleno sanitario, el reciclaje ha tenido y tiene enorme valor. Sin embargo, el reciclaje es la última etapa de una cadena de actividades, cada una de las cuales presenta costos asociados y problemáticas propias que deben ser evaluadas al calcular los potenciales beneficios de un programa. Se dice que el reciclaje es la última etapa ya que sólo se produce cuando un nuevo producto que contenga a los materiales recuperados (materiales secundarios) aparece en el mercado para su venta y posterior consumo/uso.

Con respecto a la recuperación de materiales, el sector eléctrico colabora con una gama de productos que implican dificultades crecientes de cara a la

intención de reciclar. Y esto es así, ya que la recuperación resulta más eficaz y menos costosa en la medida que los productos presentan la menor cantidad de mezclas de materiales, y en la medida que esos materiales sean fácilmente separables entre sí, ya sea por el propio generador, por un procesador o por soluciones tecnológicamente simples.

Lo dicho no implica la imposibilidad de que se produzca la recuperación, el hecho es que la situación resulta más compleja, justamente cuando los productos se tornan más complejos. En el caso específico del alumbrado público, un ejemplo de relativamente baja complejidad, sería la recuperación de cobre a partir de conductores, que es una actividad históricamente desarrollada por la cadena de recicladores informales, así como el aluminio.

Un caso de complejidad intermedia está representado por los balastos electromagnéticos, los cuales pueden ser desarmados rompiendo el poliéster y sacando los tornillos para, luego de extraer la bobina. De esta manera, mientras que el hierro y el cobre pueden ser enviados a procesos de reciclaje mediante fundición, para el poliéster se podría analizar la factibilidad de adicionarlo como carga en mezclas para construcción civil.

Los bombillos fluorescentes de alta presión presentan una situación más compleja, ya que estos contienen mercurio (Hg), el cual, debido a que es altamente tóxico por absorción cutánea e inhalación de vapor, y porque en el largo plazo es neurotóxico y puede causar defectos congénitos, ha llevado a listar como peligroso a todo residuo que lo contenga.

De acuerdo a lo indicado anteriormente todos los materiales de las lámparas de vapor de mercurio de alta presión pueden ser reciclados.

El caso de las bombillas es diferente, puesto que dentro de ellas se encuentra el mercurio que es un contaminante altamente tóxico.

A nivel de América los países que tienen desarrollado tanto las leyes como el proceso de reciclamiento de lámparas que contienen mercurio es Estados Unidos y Canadá, así como también la Unión Europea.

Se recomienda que mientras el gobierno de Guatemala a través del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en coordinación con El Ministerio de Energía y Minas, La Comisión de Energía y Minas del Congreso de La República, La Asociación Nacional de Municipalidades ANAM, y Los importadores y Distribuidores de las lámparas, acuerden la mejor opción para el tratamiento de este producto. Las bombillas de vapor de mercurio de alta presión deben quedar resguardadas temporalmente en las bodegas de las municipalidades, el resto de materiales puede enviarse a reciclaje.

5.4 Por qué debemos preocuparnos?

A continuación se da una breve descripción del Mercurio, el Plomo, el Itrio, el Antimonio, el Bario y el Estroncio, las fuentes de contaminación y los efectos que tienen sobre la salud del ser humano. Lo que se persigue con ello es tener una descripción básica de los riesgos que existen a consecuencia del mal manejo de las bombillas de mercurio de alta presión.

5.4.1 El mercurio:

Es un elemento químico (símbolo Hg) que se encuentra en la corteza terrestre. Los humanos no pueden crear o destruir el mercurio. Es un metal noble, soluble únicamente en soluciones oxidantes.

El mercurio sólido es tan suave como el plomo. El metal y sus compuestos son muy tóxicos. El mercurio forma soluciones llamadas amalgamas con algunos metales (por ejemplo, oro, plata, platino, uranio, cobre, plomo, sodio y potasio).

Los niveles de mercurio en el medio ambiente han aumentado considerablemente desde el inicio de la era industrial. El mercurio se encuentra actualmente en diversos medios y alimentos (especialmente el pescado) en todas partes del mundo a niveles que afectan adversamente a los seres humanos y la vida silvestre.

La fuente más importante de contaminación con mercurio son las emisiones al aire, pero se producen también emisiones de mercurio de diversas fuentes que van directamente al agua y a la tierra. Una vez liberado, el mercurio permanece en el medio ambiente, donde circula entre el aire, el agua, los sedimentos, el suelo y la biota en diversas formas.

El mercurio tiene diversos efectos adversos, importantes y documentados, sobre la salud humana y el medio ambiente de todo el mundo. El mercurio y sus compuestos son sumamente tóxicos, especialmente para el sistema nervioso en desarrollo. El nivel de toxicidad en seres humanos y otros organismos varía según la forma química, la cantidad, la vía de exposición y la vulnerabilidad de la persona expuesta.

El Mercurio tiene un número de efectos sobre los humanos, que pueden ser todos simplificados en las siguientes principalmente:

- Daño al sistema nervioso
- Daño a las funciones del cerebro
- Daño al ADN y cromosomas
- Reacciones alérgicas, irritación de la piel, cansancio, y dolor de cabeza
- Efectos negativos en la reproducción, daño en el esperma, defectos de nacimientos y abortos

El daño a las funciones del cerebro puede causar la degradación de la habilidad para aprender, cambios en la personalidad, temblores, cambios en la visión, sordera, incoordinación de músculos y pérdida de la memoria. Daño en el cromosoma y es conocido que causa mongolismo.

5.4.1.1 El ciclo del mercurio

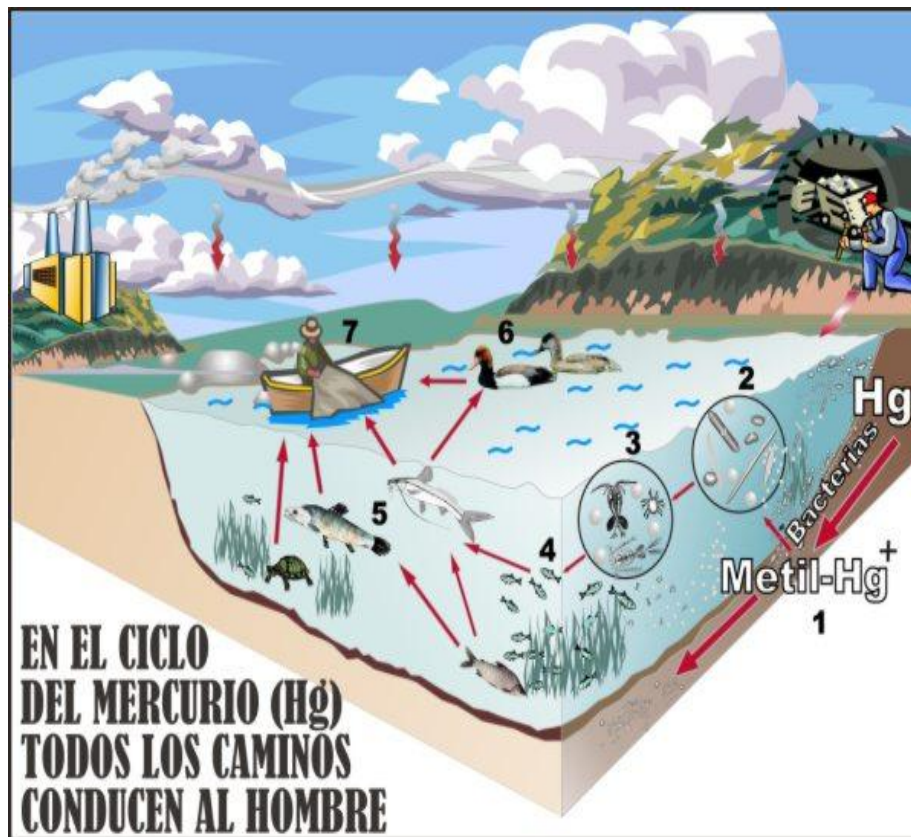


Figura 29. Ciclo del Mercurio

5.4.2 El plomo:

Elemento químico, Pb. El Plomo es un metal blando que ha sido conocido a través de los años por muchas aplicaciones. Este ha sido usado ampliamente desde el 5000 antes de Cristo para aplicaciones en productos metálicos, cables y tuberías, pero también en pinturas y pesticidas. El plomo es uno de los cuatro metales que tienen un mayor efecto dañino sobre la salud humana. Este puede entrar en el cuerpo humano a través de la comida (65%), agua (20%) y aire (15%).

Las comidas como fruta, vegetales, carnes, granos, mariscos, refrescos y vino pueden contener cantidades significantes de Plomo. El humo de los cigarros también contiene pequeñas cantidades de plomo.

El Plomo puede entrar en el agua potable a través de la corrosión de las tuberías. Esto es más común que ocurra cuando el agua es ligeramente ácida. Este es el porqué de los sistemas de tratamiento de aguas públicas son ahora requeridos llevar a cabo un ajuste de pH en agua que sirve para el uso del agua potable. El Plomo no cumple ninguna función esencial en el cuerpo humano, este puede principalmente hacer daño después de ser tomado en la comida, aire o agua.

El Plomo puede causar varios efectos no deseados, como son:

- Perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia
- Incremento de la presión sanguínea
- Daño a los riñones
- Abortos y abortos sutiles
- Perturbación del sistema nervioso
- Daño al cerebro

- Disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma
- Disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños
- Perturbación en el comportamiento de los niños, como es agresión, comportamiento impulsivo e hipersensibilidad.

El Plomo puede entrar en el feto a través de la placenta de la madre. Debido a esto puede causar serios daños al sistema nervioso y al cerebro de los niños por nacer.

5.4.3 El Itrio:

Elemento químico con símbolo Y, El itrio se utiliza comercialmente en la industria metálica para aleaciones y como "atrapador" para eliminar oxígeno e impurezas no metálicas de otros metales. Para las propiedades del metal y sus sales.

El itrio es uno de los elementos químicos raro, que puede ser encontrado en equipamientos de casas como televisores en color, lámparas fluorescentes, lámparas ahorradoras de energía y vidrios. Todos los elementos químicos tienen propiedades comparables.

El itrio raramente se encuentra en la naturaleza, se da en muy pequeñas cantidades. El itrio es usualmente encontrado sólo en dos estados. El uso del itrio está todavía creciendo, debido en realidad a sus buenas condiciones para producir catalizadores y brillo en el cristal.

El itrio es mayormente peligroso en el ambiente de trabajo, debido a que las partículas y los gases pueden ser inhalados en el aire. Puede producir daño en los pulmones, especialmente durante exposiciones de largo tiempo. El itrio

puede también causar cáncer en humanos, así como aumentar las posibilidades de cáncer de pulmón cuando es inhalado. Finalmente, puede ser una amenaza para el hígado cuando se acumula en el cuerpo humano.

5.4.4 El Antimonio:

Elemento químico con símbolo Sb. El antimonio no es un elemento abundante en la naturaleza; raras veces se encuentra en forma natural, a menudo como una mezcla isomorfa con arsénico: la allemonita. El antimonio se presenta en dos formas: amarilla y gris. La forma amarilla es metaestable, y se compone de moléculas Sb_4 , se le encuentra en el vapor de antimonio y es la unidad estructural del antimonio amarillo; la forma gris es metálica, la cual cristaliza en capas formando una estructura romboédrica.

El antimonio se da naturalmente en el medio ambiente. Pero también entra en el medio ambiente a través de diversas aplicaciones de los humanos. Especialmente las personas que trabajan con antimonio pueden sufrir los efectos de la exposición por respirar polvo de antimonio. La exposición de los humanos al antimonio puede tener lugar por medio de la respiración, del agua potable y de la comida que lo contenga, pero también por contacto cutáneo con tierra, agua y otras sustancias que lo contengan. Respirar antimonio enlazado con hidrógeno en la fase gaseosa es lo que produce principalmente los efectos sobre la salud.

La exposición a cantidades relativamente altas de antimonio (9 mg/m^3 de aire) durante un largo periodo de tiempo puede provocar irritación de los ojos, piel y pulmones.

Si la exposición continúa se pueden producir efectos más graves, tales como enfermedades pulmonares, problemas de corazón, diarrea, vómitos severos y úlceras estomacales.

No se sabe si el antimonio puede provocar cáncer o fallos reproductores.

El antimonio es usado como medicina para infecciones parasitarias, pero las personas que toman demasiada medicina o que son especialmente sensibles a ella experimentan efectos en su salud. Estos efectos sobre la salud han hecho que se esté más alerta acerca de los peligros de la exposición al antimonio.

5.4.5 El Bario:

Elemento químico, Ba. El bario ocupa el decimoctavo lugar en abundancia en la corteza terrestre, en donde se encuentra en un 0.04%. Los compuestos de bario se obtienen de la minería y por conversión de dos minerales de bario. La barita, o sulfato de bario, es el principal mineral y contiene 65.79% de óxido de bario.

De forma natural los niveles de Bario en el medio ambiente son muy bajos. Altas cantidades de Bario pueden sólo ser encontradas en suelos y en comida, como son los frutos secos, algas, pescados y ciertas plantas. La cantidad de Bario que es detectada en la comida y en agua generalmente no es suficientemente alta como para llegar a ser concerniente a la salud. La gente con un gran riesgo a la exposición del bario con efectos adicionales sobre la salud son los que trabajan en la industria del Bario. Los mayores riesgos para la salud que ellos pueden sufrir son causados por respirar aire que contiene sulfato de Bario o Carbonato de Bario.

Muchos vertederos de residuos peligrosos contienen ciertas cantidades de Bario. La gente que vive cerca de ellos posiblemente están expuestos a niveles dañinos. La exposición podrá entonces ser causada por respirar polvo, comer tierra o plantas, o beber agua que está contaminada con Bario. Por contacto en la piel puede también ocurrir.

Los efectos sobre la salud del Bario dependen de la solubilidad de los compuestos. Compuestos del Bario que se disuelven en agua pueden ser dañino para la salud humana. La toma de gran cantidad de Bario que es soluble puede causar parálisis y en algunos casos incluso la muerte.

Pequeñas cantidades de Bario soluble en agua puede causar en las personas dificultad al respirar, incremento de la presión sanguínea, arritmia, dolor de estómago, debilidad en los músculos, cambios en los reflejos nerviosos, inflamación del cerebro y el hígado. Daño en los riñones y el corazón.

No se ha demostrado que el Bario cause cáncer en los humanos. No hay prueba de que el Bario pueda causar infertilidad o defectos de nacimiento.

5.4.6 El Estroncio:

Elemento químico, símbolo Sr. El estroncio es el menos abundante de los metales alcalinotérreos.

Los compuestos del estroncio que son insolubles en agua pueden llegar a ser solubles en agua, como resultado de reacciones químicas. Los compuestos solubles en agua constituyen una mayor amenaza para la salud de los humanos que los compuestos insolubles en agua. Además, las formas solubles del

Estroncio tienen la oportunidad de contaminar el agua. Afortunadamente las concentraciones en agua potable son a menudo bastante bajas.

La gente puede estar expuesta a pequeños niveles de estroncio radiactivo por respirar aire o polvo, comer comida, beber agua, o por contacto con el suelo que contiene Estroncio. Es más probable para nosotros entrar en contacto con el Estroncio comiendo o bebiendo. Las concentraciones de Estroncio en las comidas contribuye a que el estroncio se acumule en el cuerpo humano. Productos comestibles que contienen suficientemente altas concentraciones de estroncio son los cereales, vegetales de hojas y productos lácteos.

Para la mayoría de la gente, el estroncio se tomará de forma moderada. El único compuesto del Estroncio que es considerado peligroso para la salud humana, incluso en pequeñas cantidades, es el cromato de estroncio. El Cromo tóxico que este contiene es el que causa la toxicidad del compuesto. El cromato de estroncio es conocido por causar cáncer de pulmón, pero el riesgo de exposición ha sido reducido por los procedimientos de seguridad de las compañías, así que no es un riesgo importante para la salud.

La toma de alta concentraciones de Estroncio no es conocida generalmente como un gran peligro para la salud humana. En algún caso alguien experimenta una reacción alérgica hacia el Estroncio, pero no ha habido casos desde entonces. Para los niños una toma excesiva puede ser un riesgo para la salud, debido a que puede causar problemas en el crecimiento de los huesos.

Las sales de Estroncio no son conocidas por causar erupciones cutáneas u otros problemas de la piel en algunos niños. Cuando el Estroncio es tomado en alta cantidad, esto puede causar problema en el desarrollo de huesos. Pero este efecto sólo ocurre cuando el Estroncio es tomado en concentración de

miles de ppm. Los niveles de Estroncio en la comida y agua no son suficientemente altos para ser capaz de producir estos efectos.

El Estroncio radiactivo tiene un mayor riesgo para la salud que el Estroncio estable. Cuando es tomado en grandes concentraciones puede producir anemia y falta de oxígeno, y en extremadamente altas concentraciones puede incluso causar cáncer como resultado de dañar el material genético de las células.

CONCLUSIONES

1. En base a la metodología utilizada fue posible separar y cuantificar el peso medio de los materiales, evaluar una técnica de separación y proponer un procedimiento primario para la gestión.
2. Se diseñó el procedimiento para el tratamiento y la separación de los desechos sólidos de las lámparas de vapor de mercurio de alta presión y se evaluó realizando pruebas experimentales de una muestra de 20 lámparas.
3. Se propone a las municipalidades de Guatemala el procedimiento para el tratamiento primario de los desechos sólidos generados por las lámparas de vapor mercurio de alta presión, tomando en cuenta las actividades de: Capacitación de personal, Recolección, Transporte, Separación y Almacenamiento de los materiales.
4. Para el manejo adecuado de los desechos generados por las lámparas de vapor de mercurio de alta presión, se determinó que primero hay que separar y clasificar los materiales, para que estos puedan ser reutilizados o reciclados.
5. Se Determinó que las 320,000 lámparas que conforman el parque existen del alumbrado público generan un desecho sólido de un millón setecientos diez mil ochenta Kilogramos (1,710,080 Kg). Conformados de la siguiente manera: el brazo 754,240 Kg, las Fotoceldas 27,520 Kg, el cabezote 264,000 Kg, el reflector 46,400 Kg, el refractor prismático 112,320 Kg, el balastro 455,040 y el bombillo 50,560 Kg

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las municipalidades buscar asesoría de un especialista en eficiencia energética, para determinar la cantidad y el tipo de iluminación más apropiada que se debe utilizar de acuerdo a las características (calzadas, calles, callejones, parques, dispersión poblacional, etc.) y capacidad económica de cada municipio. Así como garantizar el respaldo que se tiene de parte del proveedor.
2. Para reducir el volumen de los desechos sólidos, no adquirir al momento de la compra de una lámpara de sodio de alta presión el brazo de la misma, pues la que está instalada actualmente es funcional. De igual manera se puede minimizar la compra de las fotoceldas, pues dentro de las características de las lámparas de alumbrado público estas son compatibles.
3. Hay que aprovechar los materiales antes de deshacerse de ellos. Por eso es importante la actividad de la separación, clasificación y evaluación de los materiales para su posterior reutilización. Los componentes de ambas lámparas (mercurio y sodio) son compatibles entre sí a excepción del balastro. Por lo tanto estos pueden ser reutilizados.

4. Todos los materiales de las lámparas de vapor de mercurio de alta presión pueden ser reciclados, excepto las bombillas puesto que contienen mercurio y otros elementos altamente tóxicos. Por lo que se necesita un tratamiento especial, y para este tratamiento las municipales deben buscar ayuda en las entidades que se dedican a la protección del medio ambiente. Las bombillas deben permanecer en las bodegas de las municipalidades hasta que se tenga un procedimiento para el tratamiento correspondiente.

5. Se recomienda al Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales promover una ley para el manejo de los desechos sólidos que genera el alumbrado público, y que involucre a los importadores y distribuidores de estas lámparas. Así como al Ministerio de Energía y Minas que dentro de las licitaciones que se pretende realizar para la adquisición de las 320,000 lámparas se incluya la componente ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álvarez, L. 2010. Licitan compra de focos alumbrado público. El Periódico. Guatemala, Gua, ene. 22: 32
2. Bousinot, C; et al 2009. Iniciativa que dispone de aprobar ley de ahorro energético en iluminación. Guatemala, Gua, oct. 27. Congreso de La República de Guatemala. Registro 4129. 10 Pag.
3. CAM (Comisión Ambiental Metropolitana) –GTZ (Sociedad Alemana de Cooperación Técnica). 1998. Concepto de manejo de residuos peligrosos e industriales para el giro de la galvanoplastia. México. MX. (1)126. Consultado el 10 de febrero del 2010. Disponible en www.basel.int/centers/proj_activ/stp_projects/08-02.pdf
4. Carranza, E. 1991. Crónica del Alumbrado de la Ciudad de México. 4ª. Ed. México MX. Editorial Computipo, S. A. de C.V. 118 pag.

5. Gutiérrez, F. Manual de Iluminación. México. 1ª. Ed. México. MX. Editorial Holophane, S. A. de C.V. 273 pag. (incluye amplia información sobre iluminación).

6. Iribarne, R. 2002. Tratamiento de sólidos, Los residuos en el contexto de la luminotecnica. (en línea). Argentina, AR. Consultado 14 mar. 2010. Disponible <http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2002rest/2002terc/tecnologia/sica92.html>

7. Lenntech.2009. Mercurio (en línea). Holanda. NL, consultado 20 feb. 2010. Disponible <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/hg.htm>

8. Martínez, J. 2005. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. (en línea). Centro Coordinador del Convenio Basilea para América Latina y el Caribe. Uruguay. UY. (1);1-64 consultado el 23 de enero del 2010. Disponible en http://www.basel.int/centers/proj_activ/stp_projects/08-02.pdf

9. Monografías.com 2009. Acceso <http://www.monografias.com/trabajos71/concepto-historia-lamparas-electricas/concepto-historia-lamparas-electricas.shtml>. 2 pag.

10. Quiñónez, f. 2010. Nuevas Lámparas bajarían la tasa del alumbrado. Siglo XXI. Guatemala, Gua, ene, 8:

11. SCEP. 2006. Constitución política de la República de Guatemala y Leyes de Desarrollo Social. Guatemala. Gua. Editorial Argrafic. 246 pag. Incluye (Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, Código Municipal, Ley General de Descentralización).

12. Silva, V. 2008 Implicaciones de los proyectos de cambios masivos de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas en Colombia. (en línea) Colombia CO. Consultado 18 mar 2010. 18 pag. Disponible http://www2.epm.com.co/bibliotecaepm/biblioteca_virtual/documents/implicaciones_de_los_proyectos_de_cambios_masivos_de_lamparas_incandescentes_por_fluorescent.pdf

ANEXOS

ANEXO A

LISTADO DE MATERIALES RECOLECTADOS DEL ALUMBRADO PUBLICO
MUNICIPALIDAD DE: _____
PERSONA /EMPRESA _____ FECHA _____

No.	BOMBILLA		FOTOCELDA	LAMPARAS	FRASCO CON MERCURIO	OBSERVACIÓN
	ENTERA	QUEBRADA				
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
TOTAL						

ANEXO D

-000001-

**CONGRESO DE LA REPUBLICA
GUATEMALA, C. A.**

**DIRECCIÓN LEGISLATIVA
- CONTROL DE INICIATIVAS -**

NUMERO DE REGISTRO

4120

FECHA QUE CONOCIO EL PLENO: 27 DE OCTUBRE DE 2009.

INICIATIVA DE LEY PRESENTADA POR EL REPRESENTANTE CHRISTIAN JACQUES BOUSSINOT NUILA Y COMPAÑEROS.

ASUNTO: INICIATIVA QUE DISPONE APROBAR LEY DE AHORRO ENERGÉTICO EN ILUMINACIÓN.

TRAMITE: PASE A LA COMISIÓN DE ENERGÍA Y MINAS PARA SU ESTUDIO Y DICTAMEN CORRESPONDIENTE.



Comisión de Energía y Minas
Congreso de la República
Guatemala, C.A.

Guatemala 07 de octubre de 2009.

Licenciada
Ana Isabel Antillón
Directora Legislativa
Congreso de la República
Su Despacho.

Estimada Licenciada:

Con un atento y cordial saludo me dirijo a usted con la finalidad de hacer entrega de la Iniciativa de Ley de Ahorro Energético en Iluminación, para que en su oportunidad sea conocida por el Honorable Pleno del Congreso de la República.

Sin otro particular, aprovecho para manifestar mis muestras de consideración y respeto.


Diputado Christian Boussinot Nuila
Presidente
Comisión de Energía y Minas

14.41 Verónica

EXPOSICION DE MOTIVOS

HONORABLE PLENO:

La composición del parque de generación eléctrica en Guatemala muestra que únicamente el 40% de la electricidad es producida con recursos renovables, mientras que el restante 60% depende, primordialmente, de combustibles fósiles. Los cuales además de ser importados, generan contaminación atmosférica durante su combustión emitiendo dióxidos de azufre, nitrógeno y carbono, y otros elementos perjudiciales a la salud y el ambiente.

Considerando que los precios de los productos derivados del petróleo se han incrementado, en ocasiones, en más del doscientos por ciento en los últimos cuatro años, los costos de generación han registrado un considerable aumento y los mismos son trasladados inevitablemente al consumidor final, especialmente en el caso del alumbrado público, por lo tanto es indispensable buscar opciones que permitan promover y aumentar el uso racional de la energía en nuestro país, haciendo un uso más eficiente de los recursos energéticos y reduciendo la contaminación ambiental así como buscar la economía de los habitantes del país.

El alumbrado público es administrado por las 334 municipalidades que comprende la República de Guatemala y para realizar el cobro de la energía eléctrica consumida, la municipalidad respectiva realiza un convenio con la empresa distribuidora de la electricidad, quien en la mayoría de los casos, divide el consumo total de los sistemas de alumbrado público, entre el número de consumidores de energía eléctrica del municipio y facturan mensualmente a cada usuario el monto correspondiente por este concepto.



De acuerdo a una estimación del Ministerio de Energía y Minas, existen alrededor de 300,000 lámparas de mercurio en el alumbrado público a nivel nacional, las cuales son poco eficientes, ya que únicamente transforman aproximadamente el 17% de la energía en luz, mientras que el resto se disipa en forma de calor y radiaciones no visibles.

Por otra parte, se estima que existen alrededor de cinco millones de bombillas incandescentes en el país, las cuales son ineficientes en su consumo energético ya que únicamente transforman en luz el 10% de la energía consumida, mientras que el restante 90% se disipa en forma de calor. En el caso de la reducción de la demanda, se estima que por cada millón de lámparas incandescentes reemplazadas por lámparas fluorescentes compactas, se obtiene una reducción de demanda de 25 MW.

La ejecución de programas y medidas de eficiencia energética contribuirán a la reducción de la demanda de electricidad en los sistemas eléctricos, provocando una disminución del consumo de energía y consecuentemente logrando ahorros netos a los usuarios a nivel nacional.

Tomando en consideración que el Estado de Guatemala, por mandato constitucional, tiene como obligación promover el desarrollo de la Nación, siendo urgente asegurar el abastecimiento energético y propiciar el uso eficiente de los recursos naturales, se hace necesaria la formulación de un marco jurídico que limite la importación, comercialización y uso de productos ineficientes en su consumo energético.



En virtud de lo expuesto, se propone la siguiente Ley de Ahorro Energético en Iluminación, la cual brindará a la población en general beneficios tangibles en su economía.

Diputado(s) Ponente(s):

Christian Boussinot Nuila



DECRETO NUMERO _____-2009

EL CONGRESO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA

CONSIDERANDO:

Que es deber del Estado promover medidas de eficiencia energética que permitan, a la economía del país, ahorrar recursos financieros mediante la implementación de tecnología apropiada y eficiente para los propósitos de iluminación residencial, industrial y pública.

CONSIDERANDO:

Que Guatemala es signataria del Protocolo de Kyoto y por lo tanto ha adquirido compromisos, a nivel internacional, en cuanto a promover y procurar la disminución de la producción de gases de efecto invernadero, los cuales tienen un efecto negativo sobre el clima a nivel global y afectan directamente a Guatemala.

CONSIDERANDO:

Que la Comisión Nacional de Energía Eléctrica ha recomendado tomar las medidas necesarias para promover el ahorro y la eficiencia energética, como una de las acciones necesarias para hacer eficiente el Sistema Nacional Eléctrico.

CONSIDERANDO:

Que existen en el mercado nacional e internacional diversas tecnologías para iluminación que han sido adoptadas por otros países del mundo permitiendo a los usuarios una iluminación eficiente a bajo costo, con lo cual se beneficia a la población.



CONSIDERANDO:

Que se hace necesario precisar los valores mínimos de eficacia de las fuentes a utilizar, así como el factor de potencia, la vida útil, niveles armónicos y otros requerimientos técnicos, para cumplir con el objetivo de promover el uso racional y eficiente de la energía.

POR TANTO:

En ejercicio de las atribuciones que le confiere el artículo 71 literal a) de la Constitución Política de la República de Guatemala:

DECRETA:

La Siguiente:

LEY DE AHORRO ENERGÉTICO EN ILUMINACION

Artículo 1. Objeto. La presente ley tiene por objeto determinar las especificaciones técnicas mínimas aceptadas en la sustitución y uso, en el territorio nacional, de fuentes lumínicas eficientes con aplicaciones de uso residencial, industrial, comercial y servicios de alumbrado público.

Artículo 2. Especificaciones técnicas. Las fuentes lumínicas a utilizarse en el territorio nacional deberán cumplir como mínimo las siguientes especificaciones técnicas:

- a. Bombillas ahorradoras de energía tipo fluorescente compacta (balastro integrado).**

Potencia en W de la bombilla o lámpara fluorescente compacta con balastro integrado	Eficacia media mínima		Factor Mínimo de Potencia	Distorsión Máxima Total de Armónicos	Vida Útil Mínima en horas
	Sin cubierta envolvente	Con cubierta envolvente			
< 0 = 7	44	35	0.5	150 %	6,000
> 7 y < 10	49	38	0.5	150 %	6,000
> 10 y < 14	50	39	0.5	150 %	6,000
> 14 y < 18	52	44	0.5	150 %	6,000
> 18 y < 27	55	47	0.5	150 %	6,000
> 27 y < 45	58	50	0.9	140 %	8,000
> 45	64	55	0.95	120 %	9,000

b. Lámparas fluorescentes tipo tubos lineales.

Las lámparas fluorescentes que reemplacen a los tubos fluorescentes serán fuentes lumínicas con eficacias no menores a 80 Lm/W y vida útil no menor a 10.000 horas.

c. Bombillas ó Lámparas de descarga de mercurio.

Las bombillas ó lámparas de mercurio tradicionales deberán ser reemplazadas por bombillas ó lámparas de sodio alta presión, pero en el caso de requerirse la luz blanca se podrán cambiar por bombillas de halogenuros metálicos u otras fuentes con eficacias no menores a 70 Lm/W y vida útil no menor a 10.000 horas.

d. Bombillas ó Lámparas de descarga de sodio.

Se deberán usar bombillas ó lámparas de sodio de de alta presión con eficacias no menores a 90 Lm/ W. En aplicaciones donde se permita el uso de bombillas ó lámparas de sodio de baja presión, estas deben tener eficacia superior a los 100 Lm/W.

e. Bombillas ó Lámparas de inducción.

Las lámparas de inducción utilizadas deberán tener eficacias no menores de 80 Lm/W y vida útil superior a las 60.000 horas.

f. Balastros.

Los balastros de bajo factor de eficacia deberán ser sustituidos por balastros electrónicos de pérdidas no mayores a 18%. Queda prohibida la importación de balastros que no cumplan esta especificación a partir del uno de enero del año dos mil doce.

g. Luminarias y proyectores.

Las luminarias y proyectores que se requieran para el cambio o instalación de equipos nuevos de iluminación deben tener un conjunto óptico con una eficiencia de por lo menos el 80% de la luz emitida por la fuente luminosa.

Artículo 3. Etiquetado. Todas las luminarias que se comercialicen en el país deberán tener impreso, en su empaque, la información acerca de la eficacia luminosa, el consumo de energía y las horas de vida útil.

Artículo 4. Verificación del cumplimiento de los requisitos. Los importadores de los productos utilizados en iluminación a que hace referencia esta ley, deberán demostrar el cumplimiento de los requisitos establecidos mediante una licencia de importación extendida por el Ministerio de Energía y Minas.

Artículo 5. Prohibición. A partir del uno de enero del año dos mil doce, queda prohibida la importación y comercialización de luminarias que no cumplan con los valores mínimos definidos. El Gobierno de la República, a través del Ministerio de Energía y Minas y otras




dependencias relacionadas, deberán implementar los programas que sean requeridos a fin de apoyar el cambio de luminarias ineficientes.

Artículo 6. Vigencia. El presente Decreto entrará en vigencia ocho días de su publicación en el Diario Oficial.

REMITASE AL ORGANISMO EJECUTIVO PARA SU SANCION, PROMULGACION Y PUBLICACION.

DADO EN EL PALACION DEL ORGANISMO LEGISLATIVO, EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, A LOS _____ DIAS DEL MES DE _____ DEL AÑO _____.

DIPUTADO(S) PONENTE(S)


CHRISTIAN BOUSSINOT NULA


LESTER REINA BIRON


NERY SAMAYOA


Oqueli

Economía



BAJA PRODUCCIÓN

Colombia registró una caída de 31.7 por ciento en la producción de café que alcanzó 7.8 millones de sacos el año pasado, frente a los 11.4 millones de 2008. Es el índice más bajo en una década.

Licitarán nuevas luminarias para alumbrado público

EL PRÓXIMO MES se hará la convocatoria para que las empresas interesadas presenten sus ofertas para sustituir la actual tecnología por una de más bajo costo.

Se prevén ahorros de entre 30 y 40 por ciento.

LORENA ÁLVAREZ
elPeriódico

Las autoridades del sector eléctrico buscan sustituir las lámparas del alumbrado público que funcionan con vapor de mercurio por otra tecnología que permita reducir el costo al usuario final que paga este servicio en su factura mensual.

Carlos Meany, titular del Ministerio de Energía y Minas (MEM), afirmó ayer que en febrero se realizará la convocatoria para que las empresas interesadas presenten ofertas para participar en el plan de cambiar el sistema de alumbrado público actual. "El costo podría reducirse con otro tipo de lámparas hasta en un 30 o 40 por ciento", dijo el funcionario.

Las lámparas de vapor de mercurio resultan más caras que las que funcionan con vapor de sodio o las de tipo LED. Se han calculado que en el país 320 mil funcionan aún con mercurio.

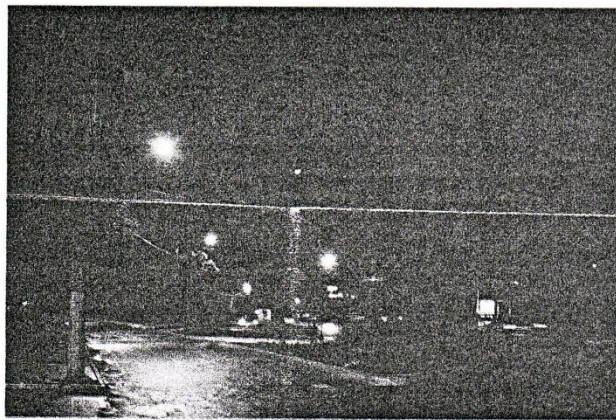
El ministro indicó que este programa respetará la autonomía municipal y será cada alcaldía la que tome la decisión de integrar el plan que permitirá pagar la inversión en un plazo de cinco años.

Romeo Rodríguez, viceministro de Energía, señaló que existe interés en varias comunas para conocer más el plan.

El costo del alumbrado público se carga a la factura del servicio de energía eléctrica y en algunos casos esos recursos financian otros programas municipales.

FORMA DE COBRO

Carlos Colom Bickford, presidente de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE), agregó que



CAMBIO. Las luminarias de mercurio serán reemplazadas por unas de vapor de sodio o LED.

ADJUDICAN PROYECTO

El Ministerio de Energía y Minas (MEM) adjudicó ayer de manera oficial los trabajos de construcción para el Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica al consorcio Empresa Eléctrica de Bogotá y Empresa Eléctrica de Medellín (EEB-ECM, Proyecto Guatemala).

Carlos Meany, ministro de Energía, afirmó que antes del 22 de febrero se suscribirá el contrato con este consorcio colombiano que ganó la licitación realizada en diciembre al ofrecer el valor del canon anual más bajo con un monto de US\$32.3 millones.

Mónica de Greiff, presidenta de EEB, indicó que en marzo iniciarán con el proceso para conseguir las licencias ambientales y de construcción. Esperan agilizar los trámites para poder concluir los trabajos en octubre de 2013 como está previsto en la oferta.

se trabaja en el cálculo de los valores que realizan las municipalidades por el servicio de alumbrado público. En algunos casos se tiene un monto fijo y en otros se cobra un porcentaje, explicó.

La idea es fijar un porcentaje, que podría ser similar al establecido por las alcaldías de Guate-

mala, Escuintla y Sacatepéquez. En la capital se cobra un 13 por ciento, pero en otras municipalidades se encuentran montos fijos al mes que varían de Q40 a Q60 y que generan distorsiones.

"Es un tema difícil que requiere de acuerdos entre los alcaldes", indicó Roberto Barrera, consul-

tor del sector eléctrico. La industria tiene efectos negativos por la metodología de algunas municipalidades, por lo que es bueno que se unifique el criterio de cobro, agregó.

Rodríguez comentó que parte del plan es que los alcaldes serán los encargados de firmar los contratos con la empresa que gane la licitación que se realice.

INCREMENTOS

La próxima semana la CNEE deberá fijar el pliego de tarifas que estará vigente para el trimestre de febrero-abril, pero ya se anticipa que habrá alzas.

Colom Bickford indicó que debido a los problemas que afectaron el nivel del embalse de la hidroeléctrica Chixoy, se debió aumentar la generación con combustibles fósiles. Las alzas serán principalmente para los usuarios de tarifa no social.



INDICADORES

Preios de los principales productos de exportación, cotización de divisas e índices financieros.

AZÚCAR (Libra NY, feb. 10)

US\$0.2926 ↑

CAFÉ NY (Quintal, mar. 10)

US\$138.70 ↓

MAÍZ (Tonelada métrica, mar. 10)

US\$146.45 ↑

TRIGO CHICAGO

(Tonelada métrica, mar. 10)

US\$183.53 ↑

ORO (Onza Troy NY)

US\$1,102.7 ↓

PLATA (100 Onzas Troy, ene. 10)

US\$1,749.6 ↓

PETRÓLEO NY

(Barril WTI, feb. 10)

US\$76.08 ↓

GASOLINA NY

(Galón WTI, feb. 10)

US\$1.98 ↓

► Cotización US\$1

Quetzal: 08.36

► Euro: 0.7088

► Peso mexicano: 12.7700

► Bolsas cierre 20 de enero

Dow Jones: 10,389.88

Nasdaq: 2,265.70

► BVN: Q754.1 millones

US\$16.8 millones

► Tasa de interés para préstamos

Q13.62% US\$8.64%

► Tasa de interés ahorros

Q3.88% US\$2.52%

► Bangwat (7 días):

Q4.50%

► Bonos Guatemala (11 años):

Q8.25%

► Bonos EE.UU. (10 años):

US\$3.59%

Nuevas lámparas bajarían la tasa del alumbrado

► Ministerio de Energía espera que a mediados de mayo se convoque a la licitación.

► Los alcaldes apoyarían el proyecto si no tienen que erogar recursos adicionales.

Fernando Quiñónez, Siglo 21
tquinonez@sigloxxi.com

El proyecto que está elaborando el Ministerio de Energía y Minas (MEM) de sustituir las 303 mil lámparas de vapor de mercurio en todo el país por otra tecnología más eficiente y menos contaminadora es bien visto por las comunas, las cuales esperan una reducción en el pago que hacen por alumbrado público y una disminución en la factura de los usuarios finales del servicio de energía eléctrica.

A finales de enero, el titular del MEM, Carlos Meary, anunciaba el proyecto y que a finales de febrero esperaba licitarlo. No obstante, aún se encuentran en proceso de elaboración los Términos de Referencia, debido a que varias entidades de Gobierno deben aprobarlo, entre éstas, el Ministerio de Finanzas Públicas, explica el viceministro Romeo Rodríguez.

Por esos trámites, Rodríguez señala que la licitación podría convocarse a mediados de mayo, mientras el MEM continúa informando a los alcaldes el alcance del programa.

En análisis

El presidente de la Asociación Nacional de Municipalidades (Anam), Guadalupe Alberto Reyes, afirma desconocer el proyecto completo, pero la información que posee es que sería muy posible unirse si se realiza desde el Gobierno Central, pues redu-



CONSUMO. En promedio, el uso de cada luminaria de mercurio cuesta Q152.21 al mes. Con otras tecnologías podría bajar hasta a Q26.73.

"Las lámparas de vapor de mercurio consumen mucha energía y son altamente contaminantes"

GUADALUPE REYES
ANAM

daría en beneficio de todos.

Reyes indica que las lámparas actuales (de vapor de mercurio) consumen mucha energía y son altamente contaminantes, y sustituirías por otra tecnología, como vapor de sodio, reduciría el pago que las comunas emiten por alumbrado público. "Ese sería un gran aporte para las municipalidades, sobre todo porque estamos aho-

gadores por el alto consumo eléctrico, cada vez la población demanda la instalación de más luminarias y luego algunos municipios subsidiamos el servicio de agua potable con la tasa de alumbrado público", agrega el titular de la Anam. Al ser consultado respecto a una reducción en el pago por ese impuesto municipal a los usuarios finales de energía eléctrica, Reyes expresa que "si se logra, sería de beneficio para todos, y si aun con ese ahorro se logra sustituir las lámparas de mercurio, obviamente lo apoyamos".

El alcalde de Puerto Barrios, David Pineda, coincide con Reyes en el sentido de que las comunas no cuentan con los fondos necesarios para hacer el cambio de

Costos por tecnología

► Según estimaciones del Ministerio de Energía y Minas, las lámparas de mercurio son las más caras para iluminar las áreas públicas, y el ahorro en energía sería sustancial, dependiendo del tipo de tecnología que se utilice.

Tipo de luminaria	Consumo mensual	Ahorro de energía anual
Mercurio	Q152.21	
Sodio	Q95.99	101,572 MWh*
Supersodio	Q71.08	174,644 MWh*
Cosmópolis	Q40.00	202,750 MWh*
LED	Q26.73	226,731 MWh*

Existen 303 mil lámparas de vapor de mercurio en todo el país *MWh = megavatio hora

Fuente: MEM

Ilustr. E. von Ahn / Infografía Siglo Veintiuno

LEY DE AHORRO

El 27 de octubre del año pasado, el pleno envió a la Comisión de Energía y Minas del Congreso la iniciativa de Ley de Ahorro Energético en Iluminación, la cual fue presentada por los parlamentarios Christian Boussinot, Lester Reyna, Nery Samayoa y Obdulio Oquell.

El objetivo es determinar las especificaciones técnicas mínimas aceptadas en la sustitución y uso, en el país, de las lámparas, tanto para uso residencial como industrial, comercial y de alumbrado público. Toda luminaria que se comercialice deberá tener impresa en su empaque la información acerca de la eficacia luminosa, el consumo de energía y las horas de vida útil y, de ser aprobada la iniciativa de ley, a partir del 1 de enero de 2012 quedaría prohibida la importación y venta de lámparas que no cumplan con los valores mínimos definidos en la propuesta.

lámparas, y si hubiera un mecanismo para ello, se unirían al proyecto. Pineda añade que sólo esa municipalidad paga unos Q80 mil

mensuales en alumbrado público. Por ahora están haciendo gestiones con el fin de obtener recursos para sustituir la red de distribución municipal, pues tiene unos 60 años de operación y ya no es eficiente, agrega Pineda.

Ahorro energético

El viceministro manifiesta que cada lámpara de mercurio tiene un consumo mensual promedio de Q152.21 y este pago podría reducirse hasta Q26.73 cada mes por luminaria, dependiendo de la tecnología utilizada (lea: *Costos por tecnología*).

No obstante, este no es el único factor que incidirá en el cambio. Según Rodríguez, se optará por "la tecnología que salga más económica, entendiéndose como tal la relación costo beneficio que va a tener en igualdad de condiciones con el mercurio". Es decir, el ahorro en consumo eléctrico, el costo del cambio de las lámparas, el de mantenimiento y la reducción en el pago de los consumidores, debe ser mayor que el gasto en energía de las luminarias actuales, explica el viceministro.

El ahorro se determinará cuando las empresas interesadas presenten su oferta al MEM. Las autoridades buscan alcanzar al menos 4 objetivos: dotar de equipo nuevo, mejor iluminación (pues se pondría técnicamente donde se requiera), una disminución en el pago para el usuario final y una reducción en el consumo de energía por cada lámpara.

Desde octubre pasado se encuentra en el Congreso una iniciativa de ley que busca normar el tipo de lámparas que se deban utilizar en el país (lea: *Ley de ahorro*).