



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**PLAN DE GESTIÓN PARA EL MANEJO DE LÁMPARAS DE SODIO
Y DE MERCURIO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN LA EMPRESA
ELÉCTRICA RIOBAMBA.**

AUTOR:

Viviana Barreno M

TUTOR

Iván Alfredo Ríos García, PhD.

2018

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de tema: “**PLAN DE GESTIÓN PARA EL MANEJO DE LÁMPARAS DE SODIO Y DE MERCURIO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA**” presentado por:
Viviana Nataly Barreno Moreno

Dirigido por: Ph.D. Iván Ríos García.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación, se constató el cumplimiento de las observaciones realizadas y se remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

PhD. Iván Ríos García

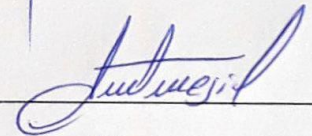
Tutor del Proyecto



Firma

Dra. Ana Mejía

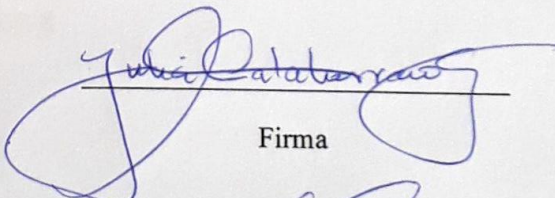
Presidente del tribunal



Firma

Dra. Julia Calahorrano González

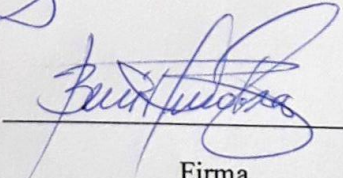
Miembro del Tribunal



Firma

PhD. Benito Mendoza Trujillo

Miembro del Tribunal

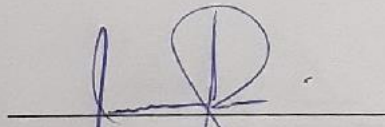


Firma

DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de **INGENIERO AMBIENTAL**. Con el Tema: **“PLAN DE GESTIÓN PARA EL MANEJO DE LÁMPARAS DE SODIO Y DE MERCURIO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA”**, ha sido elaborado por **VIVIANA NATALY BARRENO MORENO**, el mismo que ha sido revisado y analizado en un cien por ciento con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor, por lo que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.

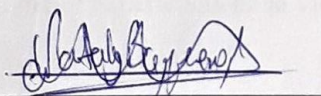


Ph.D. Iván Ríos García
C.I.: 060188972-8

AUTORÍA DE INVESTIGACIÓN

Yo VIVIANA NATALY BARRENO MORENO, con cédula de identidad N° 0604080150-8; hago constar que soy la autora del presente trabajo de investigación, titulado: **“PLAN DE GESTIÓN PARA EL MANEJO DE LÁMPARAS DE SODIO Y DE MERCURIO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA”**, el cual constituye una elaboración, dirigida por el Tutor del Proyecto, Iván Ríos García, PhD.

En tal sentido, manifiesto la originalidad de la Conceptualización del trabajo, interpretación de datos y la elaboración de las conclusiones, con el aporte de varios autores que se han referenciado debidamente en el texto del documento.



Viviana Nataly Barreno Moreno

C.I.: 060408015-0

AGRADECIMIENTO

A la virgen Auxiliadora por ser mi cuidadora, protegerme con su manto en los momentos que más he necesitado y darme las fuerzas para seguir adelante.

A la Universidad Nacional de Chimborazo por abrirme las puertas para estudiar la carrera de Ingeniería Ambiental, sin duda una de las mejores decisiones que he tomado.

A la Empresa Eléctrica Riobamba S.A., como institución por contribuir de manera directa en la realización de este tema de investigación, en especial al Ing. Paul Burbano por su tiempo y siempre buena voluntad.

Mi más sincero agradecimiento a mi tutor de trabajo de investigación PhD. Iván Ríos, quién con su conocimiento y guía fue una pieza fundamental en el desarrollo del presente trabajo, quiero también extender mi agradecimiento a la Dra. Julia Calahorrano quién siempre se vio dispuesta a orientarme de la mejor manera para poder construir un trabajo de calidad.

A la vida por permitirme encontrar en mi camino a personas hermosas y grandiosas que supieron darme todo su amor, en especial a Juan Francisco que sin duda es una extensión de mi espíritu, recuerda siempre, que me has dado la mejor experiencia de la vida, “tener lo más importante sin poseerlo”, siendo libres.

A mis grandes amigas de toda la vida Renata, Mishell, Daniela y Evelyne quienes siempre han estado para mí dándome palabras de aliento y magníficas alegrías.

A mis cómplices durante esta etapa Dayana, Vanesa, Joselyn, Cristian, por haber estado todo este tiempo construyendo una gran amistad que durará toda la vida.

Viviana Nataly

DEDICATORIA

A mis padres Jorge y Marianita quienes, para mí, son el mejor concepto de ser adulto ya que he crecido escuchando sus consejos, regaños y muchas palabras enriquecedoras, les amo con toda mi alma.

A mi hermano Andrés quien me parece una persona única e irremplazable en mi vida, que me ha dado consejos desde pequeña y me ha sabido demostrar que siempre va a estar conmigo, ¡Gracias Ñaño!

A mi hermana Valeria a la cual admiro mucho, por luchar por lo que quiere y salir adelante, gracias por ayudarme en todas las cosas que he necesitado y tenerme paciencia, te amo.

A mi segunda hermana Génesis gracias por compartir conmigo tantos momentos de alegría, por escuchar, por ser mi apoyo. ¡Te amo!

A mis sobrinos Monse, Sebas, Danna y Maite, pedacitos de vida y de amor, éste trabajo es para ustedes, para poder seguir creciendo y que vean en mí un ejemplo, no les voy a defraudar.

Viviana Nataly

SIGLAS Y ABREVIATURAS UTILIZADAS

EERSA: Empresa Eléctrica Riobamba S.A

DOM: Dirección de Operación y Mantenimiento

DIC: Dirección de Ingeniería y Construcción

ATSDR: Agencia para el Riesgo de Sustancias Tóxicas y Enfermedades

COA: Código Orgánico del Ambiente

MAE: Ministerio del Ambiente

NTE: Norma Técnica Ecuatoriana

INEN: Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización

ITES: Instituto Tecnológico de Educación Superior

Índice General

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL	i
DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA.....	ii
AUTORÍA DE INVESTIGACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA	v
SIGLAS Y ABREVIATURAS UTILIZADAS	vi
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. Introducción.....	3
1.1. Planteamiento del problema	4
1.2. Justificación	4
2. Objetivos.....	5
2.1. Objetivo General.....	5
2.2. Objetivos específicos	5
3. Marco Teórico.....	6
3.1. Alumbrado público	6
3.2. Lámparas de descarga	6
3.3. Lámparas de vapor de sodio a alta presión.....	7
3.3.1. Funcionamiento	8
3.3.2. Construcción.....	9
3.4. Lámparas de vapor de mercurio.....	10
3.4.1. Funcionamiento	11
3.4.2. Construcción.....	12
3.5. Material peligroso	13
3.6. Liberación de mercurio por residuos de lámparas de vapor de mercurio	13
3.7. El mercurio	14
3.8. Diagnóstico ambiental.....	14
3.9. Gestión ambiental	15
4. Metodología.....	15

4.1.	Área de estudio	15
4.2.	Diagnóstico de los procesos que realiza la Unidad del Medio Ambiente de la EERSA con las lámparas de vapor de mercurio y de sodio	16
4.3.	Caracterizar técnicamente las lámparas de vapor de mercurio y de sodio	16
4.4.	Metodología de riesgos para la salud por residuos peligrosos de la Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades (ATSDR).	17
4.4.1.	Evaluación de la información del lugar	17
4.4.2.	Selección de los contaminantes de interés	17
4.4.3.	Identificación y evaluación de rutas de exposición	17
4.4.4.	Análisis de riesgo	18
4.5.	Elaboración del plan de gestión	19
5.	Resultados y discusión	19
5.1.	Área de influencia	19
5.2.	Diagnóstico de los procedimientos realizados en la EERSA	20
5.3.	Caracterización técnica de las lámparas	26
5.4.	Análisis de los posibles efectos a la salud con la metodología de riesgos para la salud por residuos peligrosos de la Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades (ATSDR).....	27
5.5.	Plan de gestión de lámparas de vapor de mercurio y de sodio en la EERSA.....	32
6.	Conclusiones	36
7.	Recomendaciones	37
8.	Bibliografía	38
9.	Anexos.....	41

Índice de Figuras

Figura 1. Partes de una lámpara de descarga.....	7
Figura 2. Estructura de las lámparas de vapor de sodio	7
Figura 3. Espectro de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.	9
Figura 4. Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.	9
Figura 5. Estructura de las lámparas de vapor de mercurio.	11
Figura 6. Espectro de una lámpara de vapor de mercurio de alta presión.....	11
Figura 7. Balance energético de una lámpara de mercurio de alta presión.	12
Figura 8. Niveles de riesgo	18
Figura 9. Área de influencia directa e indirecta.....	20
Figura 10. Concentración mercurio escenario 1	29
Figura 11. Concentración mercurio escenario 2	30
Figura 12. Niveles de riesgo para los trabajadores de la EERSA	32
Figura 13. Listado nacional de sustancias químicas peligrosas.....	53
Figura 14. Listado nacional de desechos peligrosos	54

Índice de Tablas

Tabla 1. Focos Almacenados Usados.....	23
Tabla 2. Luminarias y focos Almacenados.....	23
Tabla 3. Focos Adquiridos 2010-2017.....	24
Tabla 4. Luminarias Adquiridas 2010-2017.....	25
Tabla 5. Luminarias Instaladas 2017.....	25
Tabla 6. Materiales de los componentes.....	26
Tabla 7. Colores en la llama de algunos metales	27
Tabla 8. Contaminantes de interés	28
Tabla 9. Trabajadores en contacto con las lámparas.....	31
Tabla 10. Costos del plan de gestión.....	59

Índice de Anexos

Anexo A. Mapa de ubicación de la Subestación No. 1 EERSA.....	41
Anexo B. Plano de la Subestación No.1	42
Anexo C. Mapa del área de influencia de la Subestación No. 1	43
Anexo D. Fotografías de la caracterización de la lámpara.....	44
Anexo E. Fotografías del laboratorio del ensayo en llama	45
Anexo F. Fichas internacionales de Seguridad Química	46
Anexo G. Límites de exposición al vapor de mercurio	48
Anexo H. Registro de Generador de Desechos Peligrosos de la Subestación No. 1	49
Anexo I. Plan de gestión de lámparas de vapor de sodio y de mercurio en la EERSA	52
Anexo J. Equipamiento y materiales básicos para la limpieza en caso de la rotura de lámparas de descarga	60
Anexo K. Información relativa a los instrumentos que contienen mercurio.....	61
Anexo L. Etiqueta y rótulo.....	61
Anexo M. Certificado de tratamiento y disposición final de residuos.....	62
Anexo N. Carta de Auspicio EERSA	63
Anexo O. Fotografías.....	64

RESUMEN

El alumbrado público representa un punto clave en la calidad de vida de los ciudadanos, la Empresa Eléctrica Riobamba S.A., está encargada de suministrar energía a la provincia de Chimborazo, las luminarias utilizadas en el alumbrado público son de vapor de mercurio y de sodio, que al culminar su vida útil se tornan en desechos peligrosos por el contenido de mercurio de sus focos.

El objetivo de este trabajo fue construir un plan de gestión para garantizar el adecuado manejo de las lámparas de vapor de sodio y de mercurio. Para esto se desarrolla una metodología de 4 fases: 1) diagnóstico de los procesos entorno a las lámparas, 2) caracterización técnica de las lámparas, 3) análisis de los posibles efectos a la salud, 4) elaboración del plan de gestión.

De acuerdo a la metodología los resultados muestran principalmente un manejo inadecuado de los focos con contenido de mercurio, siendo real la probabilidad de exposición de los trabajadores puesto que, la concentración de mercurio al existir la rotura de 4 focos se va disipando y tarda 8 días en desaparecer en su totalidad en un ambiente ventilado, la dosis a la que se ve expuesto cada trabajador depende del peso, al recrear un escenario de un foco roto se verán expuestos en promedio a 5.95 (mg/kg/día). Por esta razón se crea el plan de gestión con el fin de minimizar la probabilidad de exposición de los trabajadores, el mismo que consta de las siguientes etapas: generación, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento, disposición final y un programa de capacitación al personal.

Palabras clave: mercurio, lámpara de vapor de sodio, lámpara de vapor de mercurio, riesgo a la salud, plan de gestión

ABSTRACT

Public lighting represents a key point in the quality of life of citizens, the Electric Company Riobamba SA, is responsible for supplying power to the province of Chimborazo, the luminaires used in public lighting are made from mercury and sodium steam, which at the end of their useful life, become in dangerous waste due to the mercury content of their light bulbs.

The objective of this work was to build a management plan to ensure the proper management of mercury and sodium steam lamps. For this, a 4-phase methodology is developed: 1) diagnosis of the processes around the lamps, 2) characterization of the lamps, 3) analysis of the possible effects on health, 4) elaboration of the management plan.

According to the methodology, the results shown an inappropriate use of light bulbs with mercury-containing, with the probability of workers' exposure, because the concentration of mercury when 4 bulbs are broken will take 8 days in dissipate entirety in a ventilated environment, the dose to which each worker is exposed depends on the weight, when recreating a scenery of a broken light bulb they will be exposed at an average of 5.95 (mg / kg / day). For this reason, a management plan is created in order to minimize the probability of exposure of workers, the same that have the following stages: generation, collection, storage, transportation, treatment, final disposition, and a staff training program.

Keywords: mercury, sodium steam lamp, mercury steam lamp, health risk, management plan.



A handwritten signature in black ink, which appears to read "Mónica Guerra".

Reviewed by Guerra, Mónica
Language Center Teacher

1. Introducción

Las luminarias de alumbrado público son un gran invento en el desarrollo de la vida del hombre convirtiéndose en una necesidad en ciudades y comunidades (Alba & Asili, 2014). En la actualidad las luminarias son utilizadas por las empresas eléctricas del Ecuador encargadas del servicio de iluminación de vías públicas, parques públicos y demás espacios libres, los sistemas de alumbrado público representan para todas las ciudades un punto clave en la calidad de vida de los ciudadanos, ya que brindan seguridad peatonal y vial (Santamaría, 2015). El crecimiento de las ciudades y el aumento de la demanda del servicio de alumbrado público, genera la necesidad de adquisición de mayor cantidad de luminarias por parte de la empresa (Pantoja & Paredes, 2012), sin embargo poco o nada se plantea en referencia a la gestión de las lámparas de vapor de mercurio y de sodio consideradas como residuos peligrosos por su contenido de mercurio.

La Empresa Eléctrica Riobamba S.A. (EERSA), es la empresa pública encargada de suministrar el servicio de energía eléctrica, garantizando un servicio de calidad y cuidado del ambiente, razón por la cual la empresa cuenta con una Unidad de Medio Ambiente, encargada de la gestión ambiental y manejo de residuos peligrosos.

En este contexto, el presente trabajo plantea la caracterización técnica y el diagnóstico en el manejo de las mismas en la EERSA, para conocer su composición y el posible efecto que pueda causar a la salud humana la exposición al mercurio, para proponer un plan de gestión cuyo objetivo principal es garantizar el adecuado manejo de las lámparas de sodio y de mercurio, proponiendo etapas fundamentales, que logren disminuir los accidentes por rotura en su manipulación, verificar almacenamientos adecuados y comprobar su disposición final, cumpliendo la normativa y leyes vigentes del país.

1.1. Planteamiento del problema

De manera sustancial es importante reconocer que en la actualidad, el desmedido crecimiento poblacional se ha enmarcado como una problemática de tipo social y ambiental, puesto que la población se incrementa y de su mano la necesidad de consumo, un ejemplo claro es el aumento en el uso de energía necesitando vías y espacios iluminados, con el fin de garantizar la seguridad peatonal y vial, por lo tanto, la relación que existe entre el crecimiento poblacional y la adquisición de las lámparas es un hecho, teniendo como resultado la generación de lámparas en desuso.

Las lámparas de vapor de mercurio y de sodio pueden ser un problema para la salud humana y el ambiente ya que pueden causar daños por los componentes que se encuentran en las mismas, de los cuales el más peligroso es el mercurio (Martínez, 2014).

Es importante mencionar que el vidrio de las lámparas representa un problema, ya que al momento de ser recicladas es casi imposible separar el mercurio adherido al vidrio convirtiéndole en residuo peligroso (Pantoja & Paredes, 2012). La principal problemática tiene lugar en el manejo inadecuado de las lámparas de vapor de mercurio y de sodio, esto es ocasionado porque la empresa eléctrica no cuenta con un plan de gestión, para las lámparas que han cumplido su vida útil o presenten algún desperfecto en su funcionamiento y deban ser transportadas para su posterior almacenamiento, tratamiento y disposición final; esto representa un posible riesgo toxicológico a los trabajadores al exponerse al mercurio cuyo contenido según la Norma Técnica 2632 (2012), es el mismo tanto en las lámparas de vapor de sodio como en las lámparas de vapor de mercurio.

1.2. Justificación

El tema de investigación propuesto responde a una problemática tangible en la EERSA, puesto que al no existir un plan de gestión para las luminarias de vapor de sodio y de mercurio, desde su adquisición hasta su disposición final, se hallan varios riesgos tanto para la salud de los trabajadores que al verse expuestos a desechos peligrosos tienen una probabilidad de estar en contacto con el mercurio o sodio, y también al ambiente puesto que sí no se comprueba la correcta disposición final de las luminarias, pueden terminar en botaderos comunes, provocando un impacto negativo sobre el suelo o recursos hídricos cercanos, por lo tanto, sí se determina

procedimientos que contribuyan a manejar adecuadamente las luminarias se minimizará el riesgo toxicológico de los trabajadores y la contaminación ambiental.

Se debe tomar en cuenta que el presente trabajo de investigación tiene como producto principal elaborar un plan de gestión, en el cual se encuentre las herramientas necesarias para lograr un manejo adecuado de las luminarias, con ello se busca que la empresa mejore la gestión de sus desechos peligrosos contribuyendo al cuidado del ambiente, se busca proponer ideas que vayan más allá de almacenar las lámparas para ser enviadas a un gestor, puesto que pueden ser aprovechados los desechos que no sean peligrosos, en cuanto a los focos plantear ideas más amigables con el ambiente para reducir la contaminación que los mismos producen, en este punto lo correcto es apuntar específicamente a la manera que son almacenados, dotando de estrategias que minimicen la probabilidad de una rotura, y con ello conseguir que los trabajadores no corran el riesgo de ser expuestos a un posible daño a su salud.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

- ✓ Elaborar un plan de gestión para el manejo de luminarias de vapor de mercurio y sodio en la Empresa Eléctrica Riobamba.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Realizar un diagnóstico de todos los procedimientos establecidos por la Unidad de Medio Ambiente de la EERSA.SA para el manejo de las lámparas de vapor de mercurio y de sodio.
- ✓ Caracterizar técnicamente las lámparas de vapor de mercurio y de sodio que son utilizadas en el alumbrado público de la ciudad de Riobamba.
- ✓ Identificar en la bodega de almacenamiento de lámparas de vapor de mercurio y de sodio de la EERSA la probabilidad de riesgo a la salud.
- ✓ Obtener como resultado el plan de manejo de lámparas de vapor de mercurio y de sodio, contrastado a la normativa y leyes vigentes.

3. Marco Teórico

3.1. Alumbrado público

El alumbrado 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 (Castellanos, 2014).

3.2. Lámparas de descarga

La emisión de luz en las lámparas de descarga (**Figura 1**) es el resultado de la descarga eléctrica a través de gases o vapores metálicos, son de varios tipos: lámparas fluorescentes, de vapor de mercurio a alta presión, de halogenuros metálicos, y de vapor de sodio a baja presión o alta presión (Trasancos, 2016).

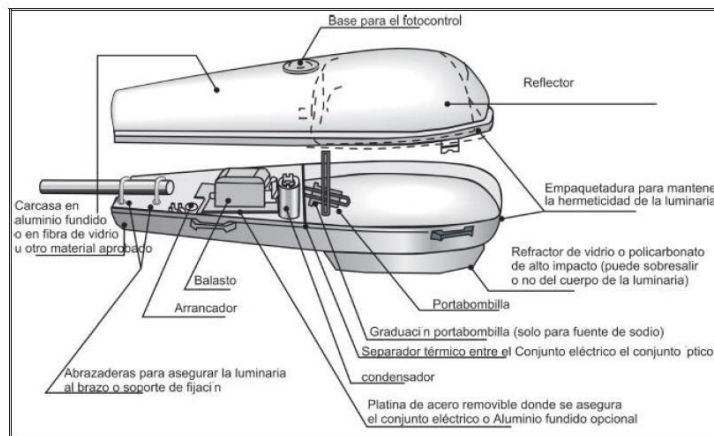
Según González & Pinilla (2009) el conjunto óptico de una luminaria está compuesto por

- ✓ Un reflector ubicado en el interior de la luminaria aprovecha el flujo del foco que de otra manera se habría perdido o mal utilizado.
- ✓ Un refractor, es un elemento traslúcido empleado para alterar la distribución espacial del flujo luminoso, mediante el proceso de refracción de la luz, así como garantizar el IP de la luminaria.

Según González & Pinilla (2009) el conjunto eléctrico está compuesto por:

- ✓ El arrancador empleado con los focos de descarga se encarga de generar pulsos de tensión que inician el encendido sin precalentamiento de los electrodos.
- ✓ El balasto (reactancia) se usa para obtener las condiciones necesarias del circuito (tensión, corriente y forma de onda) para el encendido y operación correcta del foco
- El condensador tiene por objeto mejorar el factor de potencia del foco el cual es de tipo inductivo debido al balasto.

Figura 1. Partes de una lámpara de descarga

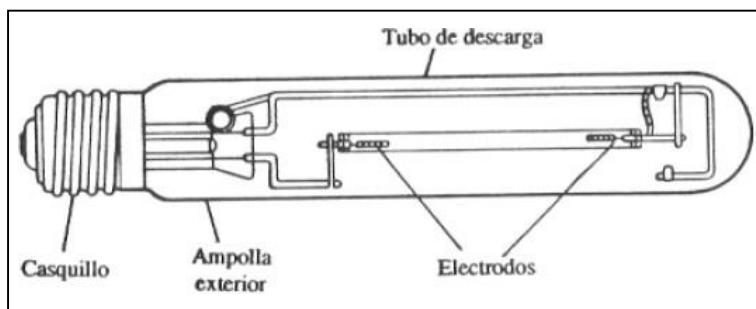


Fuente: (González & Pinilla, 2009)

3.3. Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Las lámparas de sodio a alta presión (**Figura 2**) tienen una inmejorable eficacia luminosa, pero su reproducción cromática es muy deficiente. Para mejorar este tipo de lámparas hay que hacerles una serie de modificaciones, tales como aumentar la presión del vapor de sodio, a costa de trabajar a temperaturas más elevadas, y agregar además del gas inerte (xenón), una pequeña cantidad de mercurio que ayude a mejorar el espectro. Para que estas dos modificaciones se puedan hacer realidad hay que vencer una serie de dificultades, dado que el sodio a alta presión y temperatura, ataca seriamente al vidrio y al cuarzo, materiales utilizados hasta ahora para estos cometidos (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Córdoba, 2014).

Figura 2. Estructura de las lámparas de vapor de sodio



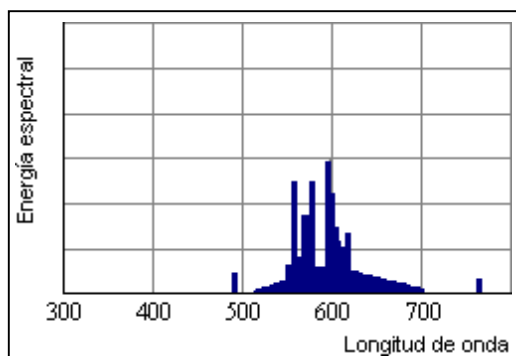
Fuente: (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Córdoba, 2014)

3.3.1. Funcionamiento

Para el funcionamiento de las lámparas de vapor de sodio se han creado tubos de descarga a base de óxido de aluminio sinterizado, capaces de soportar la acción del sodio a temperaturas superiores a los 1500 °C y al mismo tiempo transmitir el 90% de la luz visible producida por la descarga eléctrica en su interior. Este tubo está cerrado mediante tapones de corindón sintético, en los que se soportan los electrodos. El tubo de descarga se aloja en el interior de una ampolla de vidrio duro, resistente a la intemperie que le sirve de protección y aislamiento eléctrico y térmico. La despreciable cantidad de radiaciones ultravioleta que generan estas lámparas, hace innecesario el empleo de material fluorescente, por lo que esta ampolla es totalmente transparente. Debido a la presión elevada del sodio en el tubo de descarga, para el encendido de estas lámparas es preciso aplicar tensiones de pico comprendidas entre 2800 y 5500 V, por lo que además de la imprescindible reactancia hay que colocar arrancadores especiales capaces de generar los impulsos de encendido, al conectar el circuito a la red de alimentación, el arrancador proporcionará los impulsos de tensión necesarios para iniciar la descarga en el gas xenón. La elevación de temperatura producida por la descarga, va evaporando el mercurio y el sodio, que pasan a ser conductores principales, con lo que la iluminación irá aumentando hasta que al cabo de unos 5 minutos se alcance el valor nominal. La intensidad de arranque de estas lámparas es del orden del 40 al 50% superior al valor nominal que se alcanza una vez transcurrido el tiempo de encendido. La potencia activa consumida por la lámpara va aumentando hasta alcanzar su valor nominal máximo, que junto con la potencia aparente nos determinará el factor de potencia típico de estos circuitos y que como en los demás casos resultará ser del orden de 0,5. Al igual que las otras lámparas de descarga, si por alguna circunstancia se desconectan, no pueden volver a encenderse hasta transcurrido el tiempo necesario para que la presión del sodio descienda a valores inferiores. Así, el tiempo de reencendido suele ser del orden de 2 a 3 minutos. La mejora de la reproducción cromática conseguida con estas lámparas, las hace muy apreciadas en alumbrados públicos (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Córdoba, 2014).

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral (**Figura 3**) que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión (García, 2012).

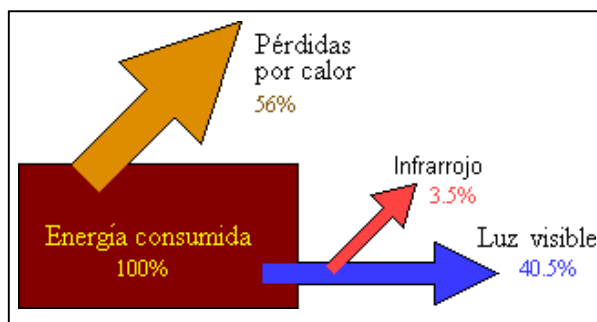
Figura 3. Espectro de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.



Fuente (García, 2012)

Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color ($T_{color} = 2100\text{ K}$) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión ($IRC = 25$, aunque hay modelos de 65 y 80). No obstante, esto se consigue a base de sacrificar eficacia; (**Figura 4**) aunque su valor que ronda los 130 lm/W sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas (García, 2012).

Figura 4. Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.



Fuente: (García, 2012)

3.3.2. Construcción

Tubo descarga: está fabricado a partir de lámina poli cristalina sinterizada en forma de tubo. Esta sustancia es translúcida, hermética al gas, insensible al vapor de sodio caliente (1500 °C), tiene una resistencia razonable a los choques térmicos. Todas estas cualidades le convierten en el material ideal para la fabricación de los tubos de descarga de estas lámparas (O'Donnell, Sandoval, & Paukste, 2013).

Relleno de amalgama: El tubo de descarga de una lámpara estándar de sodio de alta presión contiene algunas decenas de miligramos de amalgama de sodio-mercurio que se vaporiza parcialmente cuando la lámpara alcanza la temperatura que trabaja. El contenido de sodio de la

amalgama es del orden del 20 %. Las presiones del vapor de sodio y el mercurio para la lámpara estándar en régimen normal de funcionamiento son de 10 kPa y 80 kPa respectivamente. El mercurio actúa como gas amortiguador. Sirve para elevar la tensión de trabajo de la lámpara a un nivel adecuado y reducir la pérdida térmica de la descarga al disminuir la conductividad térmica del vapor caliente. El mercurio no produce ninguna radiación significativa ya que su potencial de excitación es mucho más elevado que el del sodio (O'Donnell, Sandoval, & Paukste, 2013).

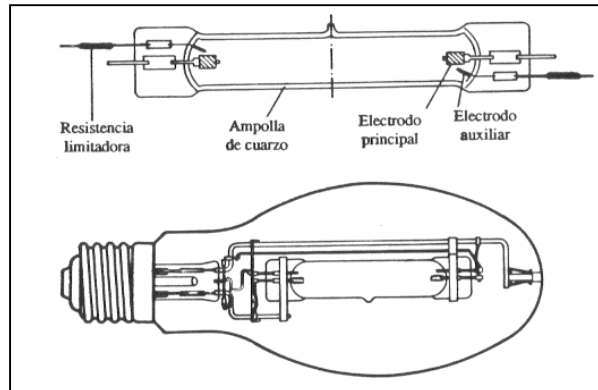
Xenón: El tubo de descarga contiene xenón como gas de arranque con una presión en frío de aproximadamente 3 kPa, correspondiéndole una presión de trabajo de unos 20 kPa. Entre todos los gases adecuados para este fin, el xenón es el que tiene menor conductividad térmica por lo que con él se consigue la mayor eficacia posible (O'Donnell, Sandoval, & Paukste, 2013).

Ampolla exterior: puede estar rellena de gas inerte o tener un alto grado de vacío. Para reducir la luminancia del tubo de descarga, algunas lámparas llevan un recubrimiento difusor. No obstante, puesto que el tubo de descarga de la lámpara de vapor de sodio de alta presión no produce apenas radiación UV, no tiene interés el uso de polvo fluorescente. El recubrimiento empleado es por tanto una capa difusora de polvo blanco, generalmente pirofosfato cálcico (O'Donnell, Sandoval, & Paukste, 2013).

3.4. Lámparas de vapor de mercurio

El funcionamiento de las lámparas de vapor de mercurio a alta presión, conocidas simplemente como de vapor de mercurio, (**Figura 5**) se basa en el mismo principio que el de las lámparas fluorescentes. Así como una lámpara fluorescente de descarga en mercurio a baja presión genera casi exclusivamente radiaciones ultravioletas, con altas presiones de vapor el espectro cambia notablemente, emitiendo varias bandas que corresponden a las sensaciones de color violeta, azul, verde y amarillo, emitiendo también una pequeña cantidad de radiaciones ultravioleta. Como las cualidades cromáticas de estas radiaciones no resultan muy buenas, debido en gran parte a la ausencia de radiaciones rojas, las radiaciones ultravioletas se transforman, mediante sustancias fluorescentes, en radiaciones comprendidas dentro del espectro rojo, dando como resultado una lámpara con un mejor rendimiento cromático. Las lámparas de vapor de mercurio están constituidas por una pequeña ampolla de cuarzo, provista de dos electrodos principales y uno o dos auxiliares, en cuyo interior se encuentra una cierta cantidad de argón y unas gotas de mercurio (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Córdoba, 2014).

Figura 5. Estructura de las lámparas de vapor de mercurio.



Fuente: (Castellanos, 2014)

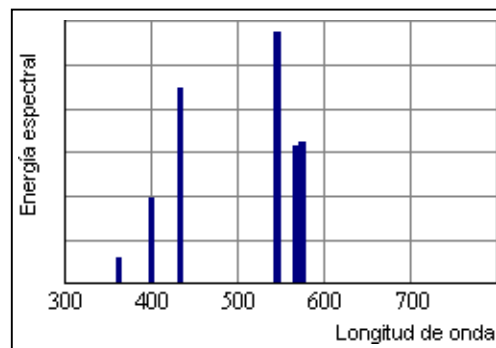
3.4.1. Funcionamiento

En el arranque y funcionamiento de las lámparas de mercurio de alta presión podemos diferenciar claramente dos fases:

- Ignición y cebado.
- Arranque y Estabilización

A medida que aumentamos la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de la lámpara a baja presión pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible (violeta de 404.7 nm, azul 435.8 nm, verde 546.1 nm y amarillo 579 nm) (García, 2012).

Figura 6. Espectro de una lámpara de vapor de mercurio de alta presión.

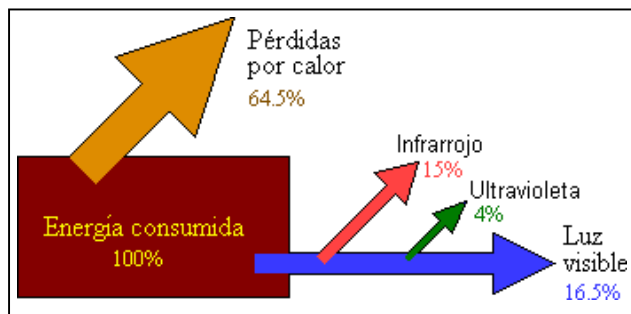


Fuente (García, 2012)

En estas condiciones la luz emitida, de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro (**Figura 6**). De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en 8000 horas. La eficacia oscila entre

40 y 60 lm/W (**Figura 7**) y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible (García, 2012)

Figura 7. Balance energético de una lámpara de mercurio de alta presión.



Fuente (García, 2012)

Ignición y cebado: Según la Universidad Politécnica de Catalunya (2010) para iniciar la descarga no es suficiente el aplicar tensión entre los electrodos principales, puesto que la distancia entre estos es demasiado grande como para permitir la ionización. Se recurre a un electrodo auxiliar – *electrodo de arranque* – situado cerca de los principales conectado a través de una resistencia de alto valor, con lo que se ioniza el gas en dicha zona y la corriente queda limitada por la resistencia. Esta descarga auxiliar se extiende a través del tubo de descarga hasta alcanzar el electrodo opuesto, de forma que la corriente aumenta notablemente y se establece el arco de descarga. Cuando se establece el arco de descarga el electrodo auxiliar que fuera de servicio debido a la alta resistencia conectada en serie con el mismo.

Arranque y estabilización: Debido a la descarga, se genera un rápido incremento de la temperatura en el tubo de descarga, lo que origina que el mercurio del tubo de descarga se vaya vaporizando; hasta que la lámpara alcanza un punto de equilibrio termodinámico. A medida que aumenta la temperatura en el tubo de descarga, aumenta la presión del vapor de mercurio y con ella la potencia activa consumida y el flujo luminoso emitido, hasta alcanzar, al cabo de 3 o 4 minutos, los valores normales de régimen.

3.4.2. Construcción

Tubo de descarga: Fabricado en cuarzo gracias a sus propiedades de baja absorción de radiación visible y UV y capacidad de soportar las altas temperaturas – *aproximadamente 750°C* –. En el

interior del tubo de descarga hay una pequeña cantidad de mercurio líquido así como argón purísimo indispensable para la ignición de la descarga (O'Donell, Sandoval, & Paukste, 2013).

Soporte tubo de descarga: Soporte mantiene en posición el tubo de descarga y facilita la conexión entre los electrodos auxiliares y principales (O'Donell, Sandoval, & Paukste, 2013).

Electrodo principal: Formados por una barra de tungsteno, sobre la que se ha dispuesto un arrollamiento del mismo material, hallándose entre sus espiras las sustancias emisoras, generalmente óxidos de bario, calcio y estroncio o bien óxidos de itrio (O'Donell, Sandoval, & Paukste, 2013).

Ampolla exterior: Ampolla de vidrio de silicato sodacálcico o borosilicatado, cuyo interior se ha llenado de gas inerte a presión atmosférica cuando la lámpara está en funcionamiento. Este gas tiene la misión de preservar los componentes internos de las condiciones externas (O'Donell, Sandoval, & Paukste, 2013).

3.5. Material peligroso

Es todo producto químico y los desechos que de él se desprenden, que por sus características físico-químicas, corrosivas, tóxicas, reactivas, explosivas, inflamables, biológico- infecciosas, representan un riesgo de afectación a la salud humana, los recursos naturales y el ambiente o de destrucción de los bienes y servicios ambientales u otros, lo cual obliga a controlar su uso y limitar la exposición al mismo, de acuerdo a las disposiciones legales (Acuerdo No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, 2015).

3.6. Liberación de mercurio por residuos de lámparas de vapor de mercurio

El empleo de estas lámparas en el alumbrado público genera inquietud en cuanto a los riesgos para la salud resultantes de la exposición a los vapores de mercurio que se desprenden cuando se rompen. El vapor de mercurio se libera rápidamente cuando se produce la rotura de una lámpara, mientras que el mercurio adsorbido en el polvo fluorescente se libera lenta y progresivamente. Una parte del mercurio queda también adsorbida en el vidrio y en el casquillo de la lámpara (Heredia, 2015).

3.7. El mercurio

Tratado mundial sobre el mercurio

El Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente debatió la necesidad de encarar una acción internacional sobre el control del mercurio para disminuir las emisiones antropogénicas a la atmósfera, adecuar el manejo de los desechos, reducir la demanda y oferta mundiales, atender la restauración de los sitios contaminados, prohibir el tránsito del mercurio a países en desarrollo y ofrecer soluciones para la disposición final. Educar a la población de modo de profundizar los conocimientos sobre las fuentes de exposición y el impacto sobre la salud y en el ambiente es fundamental (PNUMA, 2002). La exposición al mercurio (incluso a pequeñas cantidades) puede causar graves problemas de salud y es peligrosa para el desarrollo intrauterino y en las primeras etapas de vida. El mercurio puede ser tóxico para los sistemas nervioso e inmunitario, el aparato digestivo, la piel y los pulmones riñones y ojos (Organización Mundial de Salud, 2017).

Para la Organización Mundial de Salud (2017), el mercurio es uno de los diez productos o grupos de productos químicos que plantean especiales problemas de salud pública. Hay varias formas de prevenir los efectos perjudiciales para la salud, por ejemplo, fomentar las energías limpias, dejar de utilizar mercurio en las minas auríferas, acabar con la minería del mercurio o eliminar progresivamente productos no esenciales que contienen mercurio e implantar métodos seguros de manipulación, uso y eliminación de los restantes productos con mercurio.

Según la Organización Mundial de Salud (2017) el mercurio está presente en muchos productos, entre ellos los siguientes:

- ✓ Pilas
- ✓ Instrumental de medida como termómetros y barómetros
- ✓ Interruptores y relés eléctricos en diversos aparatos
- ✓ Lámparas de descarga

3.8. Diagnóstico ambiental

Es el instrumento de evaluación ambiental, que se efectúa en un proyecto, obra, industria o actividad existente y, por ende, los impactos son determinados mediante sistemas de evaluación basados en muestreos y mediciones directas o bien por el uso de sistemas analógicos de

comparación con eventos o entidades similares. Su objetivo es determinar las acciones correctivas necesarias para mitigar impactos adversos (Díaz & González, 2014).

3.9. Gestión ambiental

Conjunto de políticas, normas, actividades operativas y administrativas de planeamiento, financiamiento y control estrechamente vinculadas, que deben ser ejecutadas por el estado y la sociedad para garantizar el desarrollo sustentable y una óptima calidad de vida (Código Orgánico del Ambiente R.O. No 983, 2017)

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 (Castellanos, 2014).

4. Metodología

En el siguiente apartado del tema de investigación, se describe las fases desarrolladas para alcanzar los objetivos propuestos.

4.1. Área de estudio

El proyecto de investigación, se realizó en la Subestación No 1 de la EERSA (Anexo A), ubicada en la ciudad de Riobamba, en la parroquia Veloz, en el sector del Cementerio, en la Av. 9 de octubre y Espejo.

En la subestación No1, se encuentra la bodega general, en donde se almacenan los suministros para distribuir la energía eléctrica así como también productos que ya cumplieron su vida útil o a la vez presentan alguna falla en su funcionamiento, en la bodega se almacenan los materiales de 6 cantones de la provincia (Riobamba, Colta, Guano, Guamote, Penipe, Chambo), los 4 restantes (Chunchi, Alausí, Pallatanga, Cumandá) cuenta con su propia bodega, sin embargo los materiales después de determinado tiempo son recibidos en la subestación No. 1 para posteriormente ser enviados a gestores calificados, por lo tanto, el plan de gestión es para toda las lámparas de vapor de mercurio y de sodio de la provincia de Chimborazo.

4.2. Diagnóstico de los procesos que realiza la Unidad del Medio Ambiente de la EERSA con las lámparas de vapor de mercurio y de sodio

Se pretende alcanzar el primer objetivo del trabajo de investigación mediante la realización de entrevistas a los trabajadores de la EERSA, con ayuda de herramientas como cuestionarios en los cuales se logre conocer el estado actual del manejo de las lámparas de vapor de sodio y de mercurio. La primera entrevista se realizó al Supervisor de la Unidad de Medio Ambiente, conociendo la necesidad de un plan de gestión para las lámparas en desuso y la información primaria de los futuros departamentos a visitar con el fin de extraer información que englobe el manejo de las mismas.

4.3. Caracterizar técnicamente las lámparas de vapor de mercurio y de sodio

La caracterización de las lámparas de vapor de sodio y de mercurio se realiza en dos partes, la primera consiste en reconocer todos los componentes que conforman la lámpara, es decir desarmar pieza por pieza a la misma, para conocer los pesos e identificar de que material están formados. Ésta etapa fue realizada en laboratorio de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería.

La segunda parte fue comprender correctamente el principio de funcionamiento de los focos de sodio y de mercurio, es decir, que debe ocurrir en el foco para que logre producir luz visible, ésta etapa fue realizada en laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería, el cual consiste en reconocer el color de llama que producen diferentes elementos, entre ellos los compuestos que contienen sodio y mercurio. Para la realización de la práctica según Briseño & College (2010) se deben llevar a cabo los siguientes procedimientos:

- ✓ Ajustar la llama de un mechero Bunsen hasta que sea incolora.
- ✓ Limpiar la punta de un alambre de platino o nicromo introduciéndola en ácido clorhídrico concentrado y colocándolo en la llama hasta que desaparezca cualquier coloración.
- ✓ Colocar una pequeña cantidad de las sales que se desea analizar en la punta del alambre de platino o de nicromo y acérquelo a la llama.
- ✓ Observar el color que adquiere la llama.
- ✓ Limpiar la punta del alambre como se indicó anteriormente y repetir el procedimiento con cada una de las sales.

4.4. Metodología de riesgos para la salud por residuos peligrosos de la Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades (ATSDR).

El objetivo de esta metodología es evaluar los residuos peligrosos, elementos o combinaciones que, por su cantidad, concentración, características físicas o características toxicológicas pueden representar un peligro inmediato o potencial para la salud humana cuando se usan, tratan, almacenan, transportan o eliminan incorrectamente. Las etapas para el desarrollo de la metodología se enlistan a continuación, se han modificado de tal manera que se adecuen al sitio de estudio.

4.4.1. Evaluación de la información del lugar

Esta etapa incluye la descripción de la Subestación No. 1, los aspectos históricos, la evaluación de las preocupaciones de los trabajadores al estar expuestos al contaminante.

4.4.2. Selección de los contaminantes de interés

Se determina los contaminantes en el área de estudio, la concentración de los contaminantes al no existir los equipos adecuados fue dada por bibliografía y la búsqueda de información toxicológica.

4.4.3. Identificación y evaluación de rutas de exposición

Se determina las posibles fuentes de emisión del contaminante, los puntos de exposición humana, las vías de exposición y los trabajadores afectados. Para lograr conocer la concentración del contaminante en el aire se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$C_2 = C_1 * e^{-k(t - t_1)} \quad (1)$$

Fuente: (Ambrose & Barnwell)

Dónde: **Q:** flujo volumétrico (m³/min), **V:** volumen almacenamiento residuo (m³), **t:** tiempo (min), **c:** concentración (mg/m³).

Con la siguiente ecuación se puede conocer la exposición de cada persona expuesta a los focos rotos, dependiendo del peso corporal.

$$\frac{C \cdot Q \cdot t}{V} = \frac{C \cdot Q \cdot t}{V} \quad (2)$$

Fuente: (Velásquez, López, Gonzalez Carrasco, & Rojas, 2017)

Dónde: **Conc:** Concentración (mg/m³), **TI:** tasa de ingestión (m³/día), **FE:** factor de exposición (sin unidades), **PC:** concentración (kg)

4.4.4. Análisis de riesgo

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (2014) se determina el posible riesgo que presentan los trabajadores en las etapas más importantes del manejo de las lámparas para ello es importante conocer las variables a utilizar.

Severidad del daño

Ligeramente dañino:

- ✓ Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo.
- ✓ Molestias e irritación, por ejemplo: dolor de cabeza.

Dañino:

- ✓ Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores.
- ✓ Sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.

Extremadamente dañino:

- ✓ Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.
- ✓ Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

Probabilidad de que ocurra el daño

- ✓ Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre
- ✓ Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones
- ✓ Probabilidad baja: El daño ocurrirá raras veces

La figura 8 da un método simple para estimar los niveles de riesgo de acuerdo a su probabilidad estimada y a sus consecuencias esperadas.

Figura 8. Niveles de riesgo

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino
Probabilidad	Baja	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 2014)

Dónde: **Trivial:** No se requiere mejorar, **Tolerable:** No se requiere mejorar. Se requiere seguimiento de la efectividad de los controles, **Moderado:** Se debe considerar la reducción del riesgo determinando plazos razonables, **Importante:** No debe iniciarse el trabajo hasta haber reducido el riesgo, cuando se trate de acciones en curso se debe establecer un plazo corto para la implementación de controles adicionales, **Intolerable:** No se debe iniciar ni continuar el trabajo hasta reducir el riesgo.

4.5. Elaboración del plan de gestión

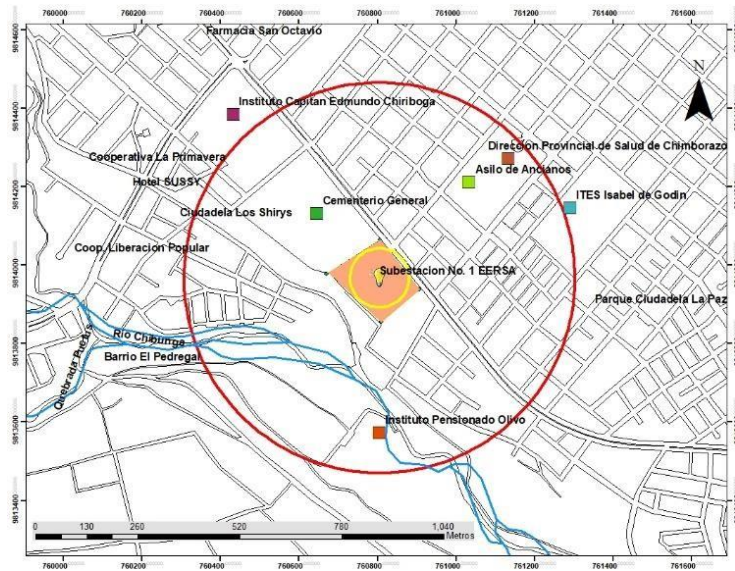
Para elaborar el plan de gestión fue necesario conocer las leyes y normativas que regulan las actividades de las empresas que generan desechos peligrosos en nuestro país. Dicho conocimiento y en conjunto de bibliografía acorde al tema se elaboró el plan de gestión que contiene mecanismos de generación, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento, disposición final y un programa de capacitación.

5. Resultados y discusión

5.1. Área de influencia

El *área de influencia directa* de la Subestación No. 1., se puede observar en la **Figura 9**, la misma se encuentra en la circunferencia amarilla, con un diámetro de 150 metros que es especificado por la Norma Técnica 2632 (2012), estando parcialmente alejada de zonas densamente pobladas y de cuerpos de agua. El *área de influencia indirecta* se encuentra en la circunferencia roja la misma, está totalmente intervenida encontrando a su alrededor al Cementerio General, en dirección noroeste se puede observar al Instituto Capitán Edmundo Chiriboga, en dirección noreste se encuentran lugares como el Asilo de Ancianos, la Dirección Provincial de Salud y el ITES Isabel de Godín y en dirección sur se encuentra el Instituto Pensionado Olivo y el río Chibunga el cual nace de vertientes ubicadas en las faldas del Chimborazo y desciende por los páramos de El Arenal hasta llegar a zonas agrícolas (EL TELEGRAFO, 2013).

Figura 9. Área de influencia directa e indirecta



5.2. Diagnóstico de los procedimientos realizados en la EERSA

Con el fin de cumplir con el primer objetivo establecido en el tema de investigación, y como se ha hecho mención en la metodología, fue necesario realizar varias visitas a las instalaciones de la EERSA., para recolectar información de las lámparas, se visitó la Dirección de Operaciones y Mantenimiento (DOM), de la cual se obtuvo información de las luminarias y focos adquiridos en el periodo 2010-2017, al igual del nombre de los trabajadores que estaban en contacto con las lámparas puesto que el DOM se encarga de la instalación de las lámparas cuando las mismas están en malas condiciones o ha llegado el final de su vida útil, después la Dirección de Ingeniería y Construcciones (DIC), en la cual de igual manera se obtuvo los nombres de los trabajadores que tienen contacto con las lámparas, pero son los encargados de colocar luminarias nuevas en parques o proyectos privados.

Fue necesario acudir al departamento de Planificación, en el cual se obtuvo información de las lámparas instaladas durante todo el año 2017, gracias a la base de datos que fue facilitada por el área de SIG, en la cual se encuentra toda la cartografía de la provincia de Chimborazo, cabe destacar que la base de datos es sumamente completa, por lo que fue preciso depurar la información necesaria para el presente trabajo de investigación.

Después de obtener la información de las lámparas instaladas y adquiridas, se ve la necesidad de conocer las lámparas que están almacenadas en la subestación No.1, en este punto se debe conocer

que las luminarias y focos nuevos se encuentran en la bodega general, mientras que los focos usados se encuentran en la Bodega de Desechos Peligrosos, la cual está a cargo la Unidad de Medio Ambiente, las lámparas usadas son almacenadas temporalmente para ser enviadas a gestores de chatarras.

Se ve la necesidad de conocer la cantidad de focos almacenados usados, y al no existir una base de datos en la cual se haya registrado los focos que se encuentran en almacén, se procedió a hacer una contabilidad de los mismos, con esta información se pretende cuantificar los focos que presenten una rotura ya que representan una probabilidad de riesgo para los trabajadores.

Para cumplir con la metodología de la ATSDR que se menciona posteriormente, fue necesario acudir al departamento médico en el cual se entregó una lista de las personas que tienen contacto directo con las lámparas, solicitando información básica como el peso, talla y edad de las mismas.

Con las visitas de campo que se realizan fue posible elaborar un diagnóstico de los procesos de transporte, recolección, almacenamiento, tratamiento y disposición final que cumple la empresa con las lámparas de vapor de sodio y de mercurio, en concordancia con las leyes vigentes del país.

Bajo este contexto se ha podido sacar varias conclusiones acerca de la gestión que reciben las lámparas de sodio y de mercurio, las cuales se detallan a continuación:

- ✓ No existe un plan de manejo de lámparas en desuso de sodio y de mercurio.
- ✓ No existe un registro de los focos almacenados usados, por esta razón es imposible determinar exactamente cuántos focos se rompen y cuál es la frecuencia que se presenta esta situación.
- ✓ Los trabajadores que se encuentran manipulando las lámparas no han recibido capacitaciones específicamente del manejo de las lámparas de sodio y de mercurio, por lo tanto, no conocen el procedimiento adecuado en caso de existir una rotura de algún foco.
- ✓ Los trabajadores cuentan con el debido equipo de protección personal.
- ✓ No existe un almacenamiento adecuado de los focos usados puesto que según la Norma Técnica 2632 (2012) se incumpliría en varios aspectos, los cuales serán abordados más adelante.
- ✓ Existe una preocupación palpable por parte de la Unidad del Medio Ambiente hacia la correcta gestión de las lámparas

- ✓ Se debería considerar separar los materiales de las lámparas que pueden ser reciclados, es decir cumplir un proceso completamente diferente al momento de recibir lámparas usadas, si bien su foco es separado y enviado a la bodega de desechos peligrosos, la parte de la luminaria no recibe otro tratamiento que no va más allá de ser almacenada para ser llevada por gestores de chatarra.
- ✓ La base de datos de SIG proporcionada por el departamento de Planificación, fue de gran ayuda para conocer las lámparas instaladas en toda la provincia de Chimborazo, dicha base de datos es muy completa y con una información extensa.
- ✓ Debe existir un dialogo constante entre la bodega de la Subestación No 1 y la Dirección de Operación y Mantenimiento (DOM) para conocer el número de lámparas que se encuentran en stock y que en futuras adquisiciones se evite pedir más de las necesarias.
- ✓ No existe una separación adecuada de los focos usados, es decir, se debe separar los focos por cantones y de esta manera conocer específicamente la generación de desechos de cada cantón.

Los focos almacenados usados **Tabla 1** se encuentran en la Bodega de Desechos Peligrosos, en la cual se almacena todos los elementos considerados como un peligro por su composición química y el efecto posible que puede causar al ambiente y a la salud de las personas. Se debe mencionar que no existe un registro de la cantidad de focos usados almacenados, por lo que fue necesario realizar el conteo con el objetivo de conocer si existían focos rotos, y del total de focos usados que fue de **2855** el 14% estaban rotos cuyo porcentaje representa **408** focos rotos.

Que según la Norma Técnica 2632 (2012) sí existe algún accidente con los focos y el 5% de 30 000 focos presentan algún desperfecto los trabajadores estarían expuestos a 160 veces el límite de exposición recomendada por la Comisión Europea (0,02 mg de vapor de mercurio por m³ en el aire, al tomar en cuenta este dato el 5% de los 2855 focos vendría siendo 142 focos, y como se menciona en el párrafo anterior el 14% se encuentra con algún tipo de rotura por lo tanto se representa un riesgo para la salud de los trabajadores. La bodega de Desechos Peligrosos almacena de igual manera luminarias de diferente capacidad las cuales se envían donde un gestor de chatarra, existen **1863** luminarias.

Tabla 1. Focos Almacenados Usados

FOCOS ALMACENADOS USADOS	
FOCO DE HG, 125 W	12
FOCO DE NA, ALTA PRESIÓN, 70 W	380
FOCO DE NA, ALTA PRESIÓN, 100 W	1959
FOCO DE NA, ALTA PRESIÓN, 150 W	212
FOCO DE NA, ALTA PRESIÓN, 250 W	292
TOTAL	2855

Fuente (Empresa Electrica Riobama S.A., 2018)
Elaborado por: el autor

En la bodega general se cumple varios procesos para el almacenamiento de luminarias y focos nuevos los cuales se muestran en la **Tabla 2**, al realizar visitas a la bodega se logró observar que el almacenamiento de las mismas es adecuado puesto que cada elemento está en cajas y apilado correctamente según las instrucciones de los proveedores, pero en caso de rotura de un foco no existe ningún procedimiento que se deba seguir, en cuanto a los focos almacenados nuevos el 4% pertenecen a focos de mercurio.

Tabla 2. Luminarias y focos Almacenados

LUMINARIAS ALMACENADAS	
LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO NA, 100 W	235
LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO NA, 150 W	941
LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO, NA 250 W	981
LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO, NA 100 W	893
LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO, NA 150 W	531
TOTAL	3581
FOCOS ALMACENADOS	
FOCO DE HG, 125 W	17
FOCO DE HG, 175 W	65
FOCO DE HG, 400 W	121
FOCO DE NA, ALTA PRESIÓN, 100 W	1915
FOCO DE NA, ALTA PRESIÓN, 150 W	1206
FOCO DE NA, ALTA PRESIÓN, 250 W	1500
FOCO DE NA, ALTA PRESIÓN, 400 W	6
TOTAL	4830

Fuente (Empresa Electrica Riobama S.A., 2018)
Elaborado por: el autor

En la **Tabla 3**, se menciona a los focos adquiridos obteniendo un total de **39033** focos adquiridos en un periodo de 8 años, con un promedio de **5489** focos adquiridos anualmente. En la **Tabla 4** muestra las luminarias adquiridas en el periodo 2011-2016, teniendo en un periodo de 6 años **16868** luminarias con un promedio anual de **2811** luminarias adquiridas anualmente. La adquisición está

encargada al DOM, en la cual se hace adquisiciones anuales, es importante mencionar que en los periodos mencionados no se han realizado adquisiciones de lámparas de mercurio.

Tabla 3. Focos Adquiridos 2010-2017

FOCOS ADQUIRIDOS 2010-2017		
2010	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 100W	2838
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 150W	800
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 250W	1000
		4638
2011	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 100W	1500
		1500
2012	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 150W	2500
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 250W	2000
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 100W	3500
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 70W	1500
		9500
2013	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 100W	2500
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 150W	1000
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 250W	1000
		4500
2014	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 100W	3780
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 150W	2280
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 250W	1920
		7980
2015	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 100W	3430
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 150W	750
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 250W	700
		4880
2016	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 100W	2515
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 150W	1375
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 250W	900
		4790
2017	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 100W	3500
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 150W	2000
	FOCO NA, ALTA PRESIÓN, 250W	625
		6125
TOTAL		39033

Fuente (Empresa Electrica Riobama S.A., 2018)

Elaborado por: el autor

Tabla 4. Luminarias Adquiridas 2010-2017

LUMINARIAS ADQUIRIDAS 2011-2016		
2011	LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO, NA 150W	4700
		4700
2012	LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO, NA 150W	500
	LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO, NA 250W	500
	LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO, NA 100W	1000
		2000
2014	LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO, NA 100W	1280
	LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO, NA 150W	1280
	LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO, NA 250W	920
		3480
2015	LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO, NA 100W	1280
		1280
2016	LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO, NA 100W	4958
	LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO, NA 150W	200
	LUMINARIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO, NA 250W	250
		5408
TOTAL		16868

Fuente (Empresa Electrica Riobama S.A., 2018)

Elaborado por: el autor

En la **Tabla 5** se muestra los meses del año 2017 las luminarias que están instaladas en la provincia de Chimborazo, teniendo un total de **52606** luminarias instaladas de las cuales el 99% son lámparas de sodio y el 1% restante son lámparas de mercurio, hasta diciembre del año en mención, cabe destacar que no se ha encontrado un registro de lo que les resta de vida útil a las mismas, por lo tanto, no se puede estimar exactamente la generación de desechos en un determinado periodo.

Tabla 5. Luminarias Instaladas 2017

LUMINARIAS INSTALADAS 2017	
ENERO	48398
FEBRERO	48724
MARZO	49366
ABRIL	49752
MAYO	49944
JUNIO	50267
JULIO	50674
AGOSTO	51262
SEPTIEMBRE	51692
OCTUBRE	52059
NOVIEMBRE	52303
DICIEMBRE	52606

Fuente (Empresa Electrica Riobama S.A., 2018)

Elaborado por: el autor

5.3. Caracterización técnica de las lámparas

Para la caracterización de las lámparas, se llevó el modelo de luminaria más utilizado al laboratorio, y se procedió a desarmar la misma, para conocer los pesos de los materiales que la componen con el objetivo de identificar aquellos que pueden ser reciclados, obteniendo los siguientes elementos (Tabla 6).








Tabla 6. Materiales de los componentes

Componentes	Materiales			Peso
	Metales	Polímeros	Silicatos	
Brazo	X			2357,34
Fotocelda	X	X		86,78
Reflector	X			175,21
Boquilla de cerámica			X	170,75
Balasto	X			1726,85
Condensador		X	X	67,69
Arrancador	X	X	X	176,20
Foco nuevo	X			138,11
Foco usado	X			114,43
Luminaria	X			5669,90

Elaborado por: el autor

Por otra parte, en el foco de la lámpara, no se logró conocer el contenido específico de mercurio restante en un foco usado y el mercurio existente en un foco nuevo, es decir, si es posible conocer pero no se contó con los elementos necesarios para lograrlo, bajo esta premisa la investigación se centró en conocer el funcionamiento del foco, logrando explicar mediante el laboratorio realizado, cómo se produce el color característico de las luminarias de alumbrado público y los resultados se presentan a continuación (Tabla 7), en donde se simula la electricidad que estimula a los electrones como calor, a la llama utilizada la cual logra calentar a los electrones de la misma manera que una corriente eléctrica para que puedan saltar de nivel y producir energía en forma de luz, se hizo pruebas con varios componentes para lograr distinguir la diferencia del color que producen los compuestos en la llama (Anexo E).

Tabla 7. Colores en la llama de algunos metales

Compuesto	Color que emite	Ejemplo
LiNO ₃	Magenta rojo	
NaCl	Amarillo intenso	
KCl	Violeta	
Hg ₂ SO ₄	Azul	
BaO	Verde	
CaCl ₂	Rojo ladrillo	
Cu	Verde	

Elaborado por: el autor

5.4. Análisis de los posibles efectos a la salud con la metodología de riesgos para la salud por residuos peligrosos de la Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades (ATSDR).

La metodología de riesgos para la salud por residuos peligrosos de la Agencia para el Riesgo de Sustancias Tóxicas y Enfermedades (ATSDR), establece lo siguiente:

Evaluación de la información del lugar

Bodega General: aquí se almacenan todos los materiales nuevos como transformadores, postes, conectores, cables, materiales de oficina, y por su puesto focos y luminarias, los cuales se encuentran almacenados correctamente según las indicaciones de los proveedores, ésta bodega tiene un área de 1400 m².

Bodega de Desechos Peligrosos: aquí se encuentran desechos como; focos de sodio y de mercurio, focos ahorradores, tubos fluorescentes, medidores de luz, transformadores contaminados con PCB, baterías usadas (plomo ácido), equipos de protección personal contaminados con materiales peligrosos, aceites minerales usados o gastados, cartuchos de impresión de tinta o tóner usados, material absorbente contaminado. Tiene un área de 437 m², ésta bodega funciona desde hace 6 años.

Se debe mencionar que existe una preocupación de los trabajadores por cómo se almacena los focos puesto que no se cuenta con pasos al seguir sí se presenta un accidente de roturas de focos.

Selección de los contaminantes de interés

Los contaminantes se encuentran en la bodega de desechos peligrosos, en este caso se va a considerar como contaminante a todos los focos por su contenido de mercurio que según la (NTE INEN 2632, 2012) el contenido de mercurio es el mismo en focos de sodio y focos de mercurio. Se nombra en la **Tabla 8** que tipo de focos están presentes en la bodega de desechos peligrosos, la concentración del contaminante va a depender de cuantos focos exista una rotura y el tiempo que ha transcurrido desde su rotura. Según el Instituto Nacional de Santé Publique Du Québec en caso de rotura, entre el 20 y el 30% del mercurio total contenido en una lámpara puede volatizarse en el plazo de una semana. En la Norma Técnica 2632 (2012) se muestra el contenido de los elementos de las lámparas de sodio y de mercurio, observando que la cantidad de mercurio es la misma en los dos casos, siendo de 0.06 gr, por esta razón a los dos focos se les considera desecho peligroso. Otro punto importante es conocer la evaluación toxicológica que se presenta en el Anexo F.

Tabla 8. *Contaminantes de interés*

Focos con contenido de mercurio
Foco de Hg, 125 W
Foco de Hg, 175 W
Foco de Hg, 400 W
Foco de Na, alta presión, 100 W
Foco de Na, alta presión, 150 W
Foco de Na, alta presión, 250 W
Foco de Na, alta presión, 400 W

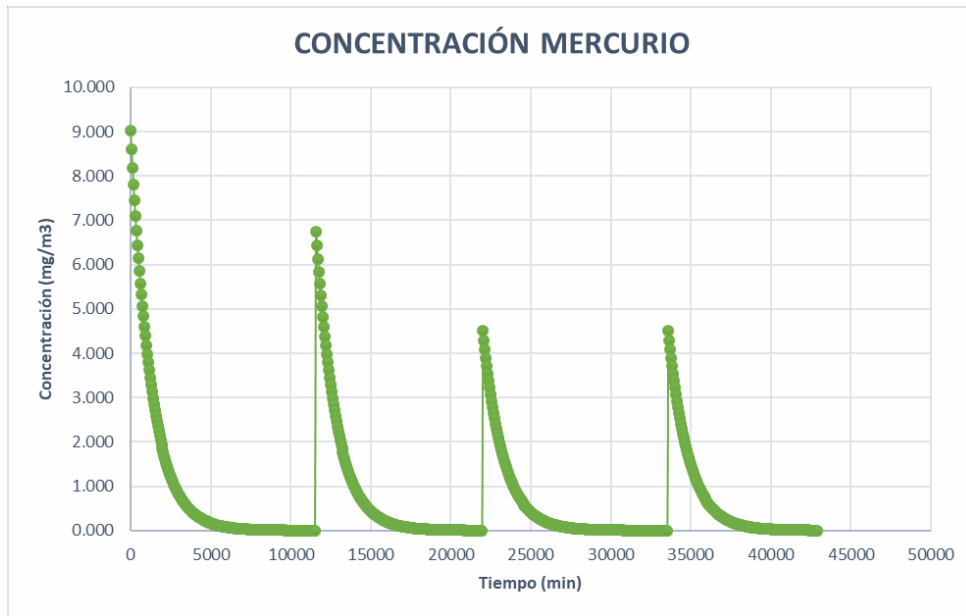
Elaborado por: el autor

Identificación y evaluación de rutas de exposición

El mercurio existente en los focos que se encuentran en la bodega de desechos peligrosos puede migrar a puntos de exposición humana, solo en el caso de que exista una rotura ya sea por mal manejo de los focos por parte de los trabajadores o por accidentes que no puedan ser controlados, bajo este concepto es necesario recrear varios escenarios al momento de las roturas, por ejemplo el tiempo que se demora en dispersarse el vapor de mercurio en el aire en un determinado tiempo, se debe tomar en cuenta el número de focos rotos en un mismo instante. Por lo tanto, se aplicó la ecuación (1) presentada en la metodología para conocer la concentración del mercurio, tomando

datos bibliográficos de concentración al momento de existir una rotura de un foco recreando posibles escenarios.

Figura 10. Concentración mercurio escenario 1

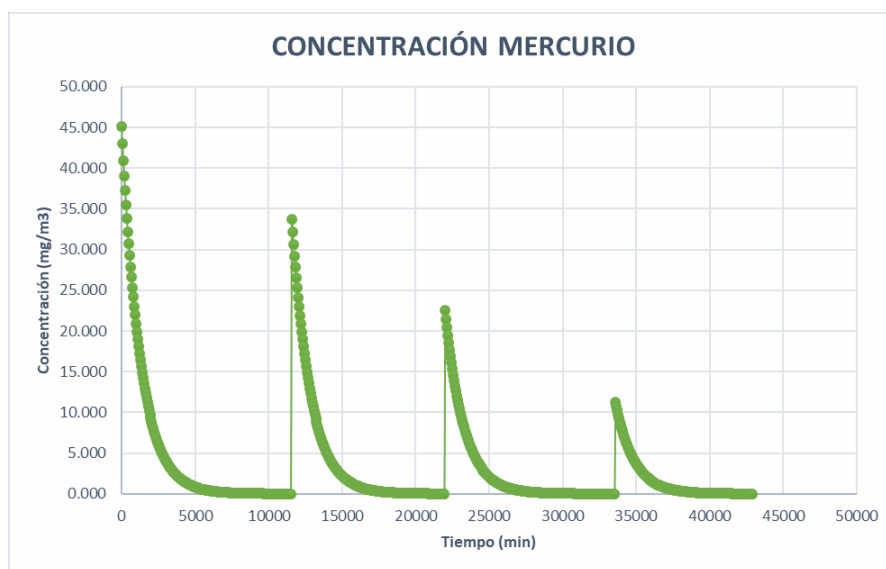


Elaborado por: el autor

El primer escenario se muestra en la **Figura 10** representa la rotura de 4 focos en la cual se tienen la concentración de 9 mg/m^3 al momento de presentarse el accidente se puede observar que conforme pasa el tiempo la concentración obtiene el valor de 0 esto ocurre a los 10 000 minutos es decir a los 7 días, se debe tomar en cuenta que esta dispersión del contaminante va a depender mucho de la ventilación del lugar, lo mismo ocurre en la segunda curva que representa a 3 focos rotos representando un valor de 7 mg/m^3 , de 2 focos un valor de 4.5 mg/m^3 .

El segundo escenario responde a uno extremo en el cual gran cantidad de focos presentan una rotura, esto se representa en la **Figura 11**, en la cual se puede observar la alta concentración del mercurio y por lo tanto aumenta la probabilidad de riesgo de los trabajadores que estén presentes en el lugar, el ejemplo se lo hace con 20 focos rotos en un mismo instante, el cual lo hace alcanzando los 45 mg/m^3 , en 15 focos con un valor de 35 mg/m^3 , en 10 focos con un valor de 23 mg/m^3 y en 5 focos un valor de 13 mg/m^3 , superando el límite de exposición a vapor de mercurio ($0,1 \text{ mg/m}^3$) que se muestra en la Norma Técnica 2632.

Figura 11. Concentración mercurio escenario 2



Elaborado por: el autor

Es importante conocer a todos los trabajadores (Tabla 9) que tienen contacto con las lámparas, ya sea en el momento que llegan a la bodega general (nuevas o usadas), cuando es necesario el cambio de una luminaria que ya ha cumplió con su vida útil, o a su vez instalación de nuevas luminarias en nuevos sectores para asegurar la eficacia del alumbrado público. Se presenta a continuación una lista de las personas que tienen contacto con las lámparas de sodio y de mercurio, se encuentra dividida en 3 partes, la primera es la del personal del DIC, DOM y de la bodega, el DIC y el DOM, además la estimación a la exposición de vapor de mercurio según el peso de cada persona, siguiendo la ecuación (2) presentada en la metodología.

Tabla 9. Trabajadores en contacto con las lámparas

TRABAJADORES EERSA					
	NOMBRES	PESO	TALLA	EDAD	Dosis (mg/kg/día)
DIC	1. Arias Juan Carlos	81.30	1.66	26	5.54
	2. Aucancela Luis	65.30	1.65	39	6.90
	3. Cabezas Fabián	82.25	1.68	47	5.48
	4. Castañeda Eduardo	88.90	1.72	42	5.07
	5. Chicaiza Cristian	79.90	1.66	29	5.64
	6. Diego Velastegui	107.35	1.71	53	4.20
	7. Gavidia Juan Carlos	73.15	1.70	36	6.16
	8. Guallo Carlos	75.60	1.69	35	5.96
	9. Guamán Segundo	106.60	1.67	41	4.23
	10. Guerra José	77.36	1.72	41	5.83
	11. Lema Jorge	67.25	1.60	30	6.70
	12. Musuña Franklin	61.10	1.61	32	7.38
	13. Naranjo Francisco	81.40	1.76	54	5.54
	14. Naranjo Julio	65.50	1.63	32	6.88
	15. Portero César	48.50	1.68	31	9.29
	16. Sani Luis	72	1.60	41	6.26
	17. Savedra Jorge	86	1.78	31	5.24
	18. Uvidia Klever	80.20	1.69	48	5.62
	19. Villacis Edwin	85.12	1.75	43	5.30
DOM	20. Alvear Rodrigo	75.80	1.76	52	5.95
	21. Casignia Cristian	65	1.61	26	6.94
	22. Castelo Angel	80.40	1.70	60	5.61
	23. Chávez Marco	89.60	1.66	39	5.03
	24. Coronel Oswaldo	73.70	1.82	35	6.12
	25. Flores Nelson	84.57	1.78	41	5.33
	26. Guamán Juan	83	1.65	32	5.43
	27. Heredia Hugo	82.80	1.70	27	5.44
	28. Jaya Byron	46.70	1.55	27	9.65
	29. Mañay Diego	61	1.69	28	7.39
	30. Moreira Cristian	96.70	1.72	25	4.66
	31. Orozco Milton	65.60	1.68	40	6.87
	32. Pinuisaca Roberto	61	1.61	32	7.39
	33. Ramirez Jorge	80.20	1.70	47	5.62
	34. Silva Guillermo	56.55	1.57	36	7.97
	35. Tamayo Javier	77.29	1.66	34	5.83
	BODEGA	36. Yuqui Diego	79.90	1.69	31
37. Brito Javier		75.85	1.71	45	5.94
38. Caguano Martha		57.50	1.50	46	7.84
39. Calero Jhon		83	1.79	42	5.43
40. Carvajal Marco		79.80	1.68	40	5.65
41. Haro Ana		57.90	1.57	33	7.79
42. Mancero Luis		67.10	1.65	31	6.72
43. Mancheno Neiman		56	1.50	46	8.05

Fuente (Empresa Electrica Riobama S.A., 2018)

Elaborado por: el autor

Análisis de Riesgo

Se realizó el análisis de riesgo gracias a los niveles de riesgos presentados en la metodología los cuales se aplicaron tomando en cuenta la probabilidad de todos los trabajadores que pueden estar expuestos a focos rotos.

Figura 12. Niveles de riesgo para los trabajadores de la EERSA

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino
Probabilidad de estar en contacto con focos rotos (recolección, almacenamiento, transporte)	Baja	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Elaborado por: el autor

Por lo tanto, se determina que el nivel de riesgo para los trabajadores es importante, en las etapas de recolección, almacenamiento y transporte, por lo que no se debe comenzar el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo al momento de existir la rotura de focos, se debe tratar de remediar el problema lo más pronto posible.

5.5. Plan de gestión de lámparas de vapor de mercurio y de sodio en la EERSA

El producto final del presente tema de investigación es el plan de gestión de lámparas de vapor de sodio y de mercurio (Anexo I) del cual se muestra un resumen a continuación:

Este plan de gestión tiene como fin dar pautas para las luminarias en desuso es importante destacar el valor de mantener una buena gestión de los desechos, ya que se garantiza la responsabilidad de la empresa con el ambiente, siguiendo la normativa vigente, el COA hace referencia en el artículo 238 que la EERSA siendo generador de desechos peligrosos es responsable del manejo ambiental de los mismos, desde su generación hasta su eliminación o disposición final.

La principal problemática reside en los focos rotos los cuales representan el 14% de una totalidad de 2855 representando un posible peligro para la salud de los trabajadores al exponerse a los mismos, cabe mencionar que según el Instituto Nacional de Santé Publique Du Quebec en caso de rotura, entre el 20 y el 30% del mercurio total contenido en una lámpara puede volatizarse en el plazo de una semana, se debe tomar en cuenta la cantidad de focos que, por varias razones puedan

presentar roturas diariamente, este plan de gestión busca por tal razón, el correcto manejo de los focos y las luminarias de alumbrado público que sí bien las últimas no son un desecho peligroso representan una posibilidad para la EERSA de cumplir con su responsabilidad con el ambiente proponiendo estrategias para permitir un adecuado tratamiento y reciclaje.

Por otro lado, es importante mencionar el marco jurídico utilizado como base del plan en mención, en primer lugar, se encuentra el *Convenio de Minamata* el cual tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropógenas de mercurio y compuestos de mercurio, contiene metas y mecanismos internacionales para facilitar las acciones de los países suscritos. Ecuador es uno de los 128 países que ha suscrito el Convenio de Minamata dado por Decreto Ejecutivo No. 988, publicado en Registro Oficial Suplemento 742 de 27 de abril del 2016, el convenio prevé la reducción gradual de productos a los que se haya añadido mercurio tales como: baterías; relés e interruptores; lámparas y bombillas de iluminación.

El Código Orgánico del Ambiente Registro (COA) Oficial N° 983, 12 de abril del 2017 es la nueva ley ambiental que se rige en el Ecuador, en la cual se encuentra el Título V Gestión Integral de Residuos y Desechos, Capítulo III Gestión Integral de Residuos y Desechos Peligrosos y Especiales, en el que se hace referencia que las fases de gestión integral de los desechos especiales serán definidas por la Autoridad Ambiental Nacional, se debe contar con la autorización administrativa de generador de desechos peligrosos teniendo como responsabilidad el manejo ambiental de los mismos desde su generación hasta su disposición final

El Reglamento de prevención y control de la contaminación por desechos peligrosos contenido en el Título V, Libro VI, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, publicado en la Edición Especial No. 2 del Registro Oficial del 31 de marzo del 2003: Este reglamento regula las fases de gestión y los mecanismos de prevención y control de los desechos peligrosos, siendo sujetos a las disposiciones del reglamento toda persona, natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera, que dentro del territorio del Ecuador participe en cualquiera de las fases y actividades de gestión de los desechos peligrosos, se menciona que todo generador de desechos peligrosos es responsable de los mismos hasta su disposición final.

Norma técnica ecuatoriana 2632; Disposición de productos, lámparas de descarga en desuso, requisitos: Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el manejo de lámparas de

descarga en desuso, aplica a las lámparas fluorescentes compactas (LFC), lámparas fluorescentes rectas (tubos fluorescentes) y circulares, de uso residencial, comercial e industrial, lámparas de sodio de alta presión y lámparas de halogenuros metálicos y, demás lámparas y tubos de descarga, cuya composición incorpore mercurio, que se encuentren en desuso.

Se presenta los mecanismos incorporados en el plan de gestión:

Generación: Las luminarias instaladas en diciembre del 2017 son de 52606, se adquiere en promedio anualmente 5489 focos y 3374 luminarias. Se recomienda implementar otro tipo de tecnología para el alumbrado público que sea amigable con el ambiente como son las luminarias LED, que se basan en la emisión de luz por medio de diodos. Las cuales representan un importante ahorro energético (cerca del 80%), pueden llegar a durar hasta 20 años, lo que equivale a una vida útil de más de 175.000 horas, a diferencia de las lámparas que se usan en la actualidad con una vida útil de 25.000 horas.

Recolección: La recolección de las lámparas es un proceso de sumo cuidado puesto que al retirar los focos de las luminarias puede existir accidentes al no mantener una buena gestión. Por lo que se sugiere varias recomendaciones como: que los trabajadores deben de contar con todo el equipo de protección para realizar las tareas de mantenimiento, los focos deben separarse del resto de materiales para evitar roturas, o que en caso de que un foco se quiebre en el suelo, se deben recoger todos los materiales, empacarse en papel periódico, asegurarlo con cinta adhesiva y depositarlo en una caja plástica.

Almacenamiento: El almacenamiento de los focos de sodio y de mercurio debe ser en envases que son detallados previamente, con el fin de evitar accidentes a los trabajadores, se recomienda que el personal que labora en los lugares destinados para servir de bodega de almacenamiento debe estar bien informado sobre la toxicidad y el peligro potencial del producto manejado, así como sobre las acciones a tomar en caso de emergencia, minimizando el riesgo al trabajador de ser expuesto al mercurio, por un mal manejo los focos con roturas.

Transporte: De igual manera en el transporte se sugiere las siguientes recomendaciones: el transportista debe tener un plan de transporte en el cual se indique la ruta a seguir y un plan de emergencias detallando el procedimiento a seguir en caso de que exista roturas en los focos.

Tratamiento: Este proceso se basa en el reciclado que consiste en revalorizar las lámparas al fin de su vida útil, para que retornen al mercado a través de los componentes recuperados, los mismos que pueden ser: vidrio, cabezales de aluminio, fósforo y mercurio que puede regresar al ciclo de vida del producto o como materia prima de otros procesos productivos.

Como última alternativa en el plan de gestión se encuentra la *disposición final* que consiste en la acción de estabilizarlos y localizarlos en los lugares correspondientes, es decir, en rellenos de seguridad. En caso de ser ejecutada esta etapa es necesario que la disposición final se realice de forma correcta, por lo que se mencionan varias recomendaciones.

Para garantizar la eficacia del Plan de Gestión es imprescindible la implementación de un *programa de capacitación* destinado al personal de los sectores responsables actualmente de la gestión de los desechos peligrosos. La capacitación debe contar con material teórico que incluya una introducción adecuada y concisa a modo informativo sobre la composición química, las características estructurales de los residuos, la importancia y beneficios de una adecuada gestión.

Tabla 10.Costos del plan de gestión

Actividad	Costo Unitario (USD)	Costo total (USD)
Capacitación (4 horas)	120.00/hora	480.00
Cambio luminarias instaladas (52606)	450.00/luminaria LED	23 672 700.00
Recolección (100 lámparas/mes)	7.00/lámpara	700.00
Transporte (desplazamiento 100km)	0.15/km	15.00
Tratamiento (separación de los materiales 100 lámparas)	0.50/lámpara	50.00
Contenedores (10)	85.00/contenedor	850.00
TOTAL		23 674 795.00

Elaborado por: El autor

De igual manera se hace mención a los posibles costos (Tabla 10), teniendo en cuenta el costo más significativo el cambio de luminarias de sodio y de mercurio por lámparas LED, ya que cada una tiene un costo de 450 USD, obteniendo como valor final alrededor de 23 millones de dólares para invertir, este sería un gran paso hacia la mejora del alumbrado público amigable con el ambiente.

6. Conclusiones

- ✓ El manejo actual que reciben las lámparas de sodio y de mercurio por parte de la EERSA no es el adecuado puesto que al revisar la normativa aplicable se incumple varios aspectos de la misma, por lo tanto, es de suma importancia que el plan de gestión sea implementado de manera inmediata para corregir los errores y mejorar las actividades que se realizan.
- ✓ Se logró comprobar que existen focos rotos por lo tanto se hace énfasis de un posible riesgo a la salud humana, existe una estrecha relación entre la cantidad de focos rotos en un mismo instante, puesto que, al tener mayor cantidad de focos rotos aumentará el riesgo a la salud humana.
- ✓ En general la información proporcionada por los distintos departamentos de la EERSA es sumamente completa en especial la base de datos de SIG en la cual se encuentra información amplia de las instalaciones eléctricas que permiten el funcionamiento del alumbrado público, la información menos eficiente es la de los focos usados puesto que no se cuenta con un registro específico de la cantidad de focos existente en la bodega de desechos peligrosos.
- ✓ Las lámparas de sodio y de mercurio poseen un funcionamiento complejo el cual se puede traducir a la producción de luz mediante la excitación de electrones de cada elemento en el caso de las lámparas de sodio se utiliza un gas noble para los electrones puedan saltar de un nivel de energía a otro, por otro lado, en las lámparas de mercurio sucede lo mismo con la diferencia de que se añade polvos fluorescentes para que la luz producida por el mercurio sea visible, las lámparas estas constituidas por elementos que pueden ser reciclados y aprovechados.
- ✓ El convenio de Minamata es muy explícito en que se debe reducir gradualmente los productos con mercurio añadido, por lo tanto, la EERSA ha tomado medidas y las lámparas de mercurio se han venido retirando progresivamente de tal manera que en la actualidad del total de luminarias instaladas solo el 1% son lámparas de mercurio, no obstante, no se ha buscado otra tecnología para reemplazar las lámparas de sodio las cuales tienen una cantidad de mercurio.
- ✓ En base a lo que expresa el COA la EERSA está registrada como generador de desechos peligrosos garantizando su correcto manejo desde su generación hasta su disposición final.

- ✓ La EERSA tiene la obligación de crear fases de gestión y mecanismos de prevención de sus desechos acatando lo indicado en el Reglamento para la prevención y control de la contaminación por desechos peligrosos, siguiendo como guía a la normativa 2632 de lámparas en desuso, de igual manera las lámparas de sodio y de mercurio se encuentran en el listado nacional de sustancias peligrosas.
- ✓ El plan de gestión permitirá garantizar el correcto manejo de las lámparas de vapor de sodio y de mercurio, ya que propone ideas de cómo se debe realizar la recolección, almacenamiento, transporte y la disposición final de las mismas, se propone un programa de capacitación a los trabajadores para que conozcan todos los procesos a llevar a cabo al ser implementado el plan de gestión.

7. Recomendaciones

- ✓ Se debe implementar un registro detallado de los focos que entran a la bodega de desechos peligrosos para conocer su estado, la existencia de roturas en los focos, la frecuencia y magnitud que ocurra un accidente.
- ✓ La investigación muestra la necesidad de conocer la generación exacta de este tipo de desechos peligrosos que se produce en la provincia de Chimborazo, por lo tanto, se debe buscar la manera de cuantificar con exactitud en que tiempo se realizan cambios de las luminarias.
- ✓ Durante el proceso de investigación surge la idea de implementar planes de gestión para lámparas de tubos fluorescentes, ya que no deben ser tratados como un desecho común por la cantidad de mercurio que poseen, esta ideología debe realizar en conjunto entre la EERSA y el GAD Riobamba.

8. Bibliografía

- Acuerdo No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. (4 de mayo de 2015).
- Alba, B., & Asili, M. V. (2014). *Caracterización y evaluación del alumbrado público de la ciudad de Mar de Plata para el diseño de un plan de gestión ambiental.*
- Ambrose, R., & Barnwell, T. O. (s.f.). *Processes, Coefficients, and Models for Simulating Toxic Organics and Heavy Metals in Surface Waters.* . Athens-Georgia: U.S. Environmental Protection .
- Briseño, C., & College, W. (2010). *El mundo de la Química.* Obtenido de <http://www.unet.edu.ve/~labq1/Practicas/Practica%205.htm>
- Castellanos, A. S. (2014). *Tratamiento Primario Desechos De Las lámparas de vapor de mercurio de alta presión del Alumbrado Público en las Municipalidades de Guatemala.*
- Código Orgánico del Ambiente R.O. No 983.* (2017). Quito.
- Díaz, A., & González, G. (2014). *Diagnóstico Ambiental del Golfo de México.*
- EL TELEGRAFO. (7 de mayo de 2013). El Chibunga, uno de los ríos más contaminados del país.
- Empresa Electrica Riobama S.A. (2018). *Bodega de la Unidad Ambiental.*
- Flores, A. (2016). *FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EMPLEANDO LUMINARIAS LED Y ALIMENTACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.* Quito.
- García, J. (2012). *Clases de lámparas de descarga.* Obtenido de <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/ldesc2.html#lvmap>
- González, A., & Pinilla, M. (2009). *GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA ALUMBRADO PÚBLICO.*
- Herdía, J. P. (2015). *Bases Para elaborar un Plan de Manejo de Residuos de Lámparas con vapor de Mercurio en la Facultad de Ingeniería, Campus Xalapa.*
- Heredía, J. P. (2015). *Bases Para elaborar un Plan de Manejo de Residuos de Lámparas con vapor de Mercurio en la Facultad de Ingeniería, Campus Xalapa.*
- INSTITUO NACIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC. (s.f.). *Exposición al mercurio por la rotura de lámparas.* Canadá.

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. (2014). *Evaluación de riesgos*. España.
- Ley de Gestión Ambiental Ecuatoriana RO. 245. (1999).
- Listado de materiales peligrosos. (2012). *Registro Oficial No. 856*.
- M, B., & R, I. (2010). Estudio de Impacto en redes de distribución y. *Programa de Calidad de Artefactos Energéticos (PROCAE), Dirección Nacional de Promoción, Subsecretaria de Energía Eléctrica, Secretaria de Energía de la Nación.Grupo Energía y Ambiente, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Argetnina. Argentina.*
- Martínez, C., Ayala, M., & Zurbriggen, N. (2010). LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LÁMPARAS CON CONTENIDO DE MERCURIO COMO RESIDUO PELIGROSO EN LA REPÚBLICA ARGENTINA. Universidad Blas Pascal- Córdoba- Argentina.
- Martínez, H. (2014). *Las lamparas fluorescentes como residuos peligrosos, su manejo y disposición final para evitar la contaminación ambiental*. Torreón, Coahuila.
- NTE INEN 2632. (2012). *Disposición de productos. Lámparas de descarga en desuso. Requisitos. Norma técnica 2632*. Quito.
- O'Donell, B., Sandoval, J., & Paukste, F. (2013). *Fuentes Luminosas*.
- Organización Mundial de Salud. (marzo de 2017). *El mercurio y la salud*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/es/>
- Pantoja, F., & Paredes, F. (2012). *Modelo de gestión de pasivos ambientales de lámparas de sodio y mercurio en la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) y focos ahorradores*. Quito.
- PNUMA. (Diciembre de 2002). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* . Obtenido de Evaluación mundial sobre el HG.
- Santamaría, V. (2015). *Procesos internos de la Empresa Electrica Ambato Regional Centro Norte S.A. en el manjeo de lámapras de descarga en desuso y su impacto ambiental*. Ambato.
- Trasancos, J. G. (2016). *INSTALACIONES ELECTRICAS EN MEDIA Y BAJA TENSION*. S.A. EDICIONES PARANINFO.

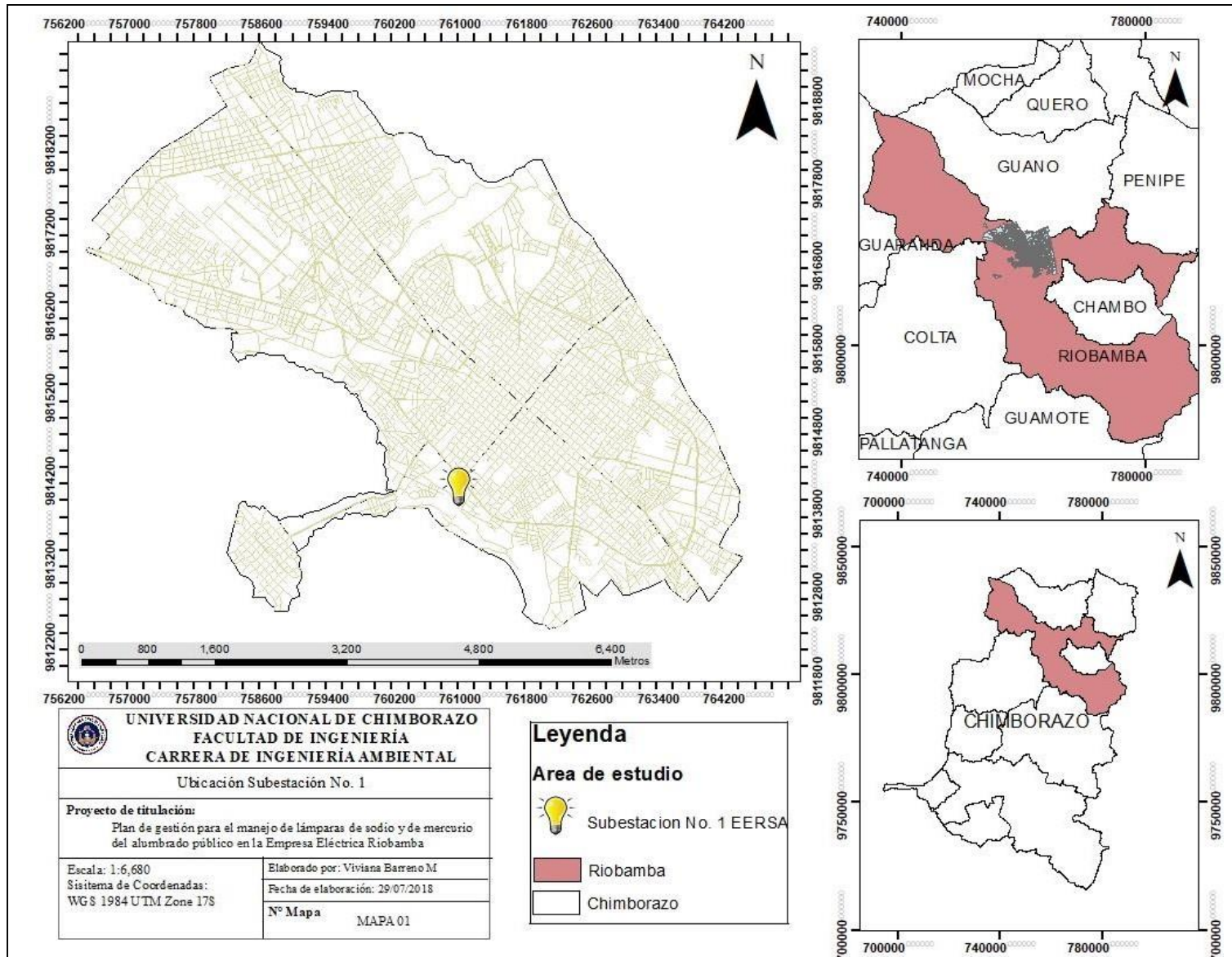
Universidad Politécnic de Catalunya. (2010). *Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC*.
Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4429/anexo%201.pdf?sequence=2>

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Córdoba. (2014). Obtenido de http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/InstalacionesIndustriales/Art_Interes/LampComp.pdf

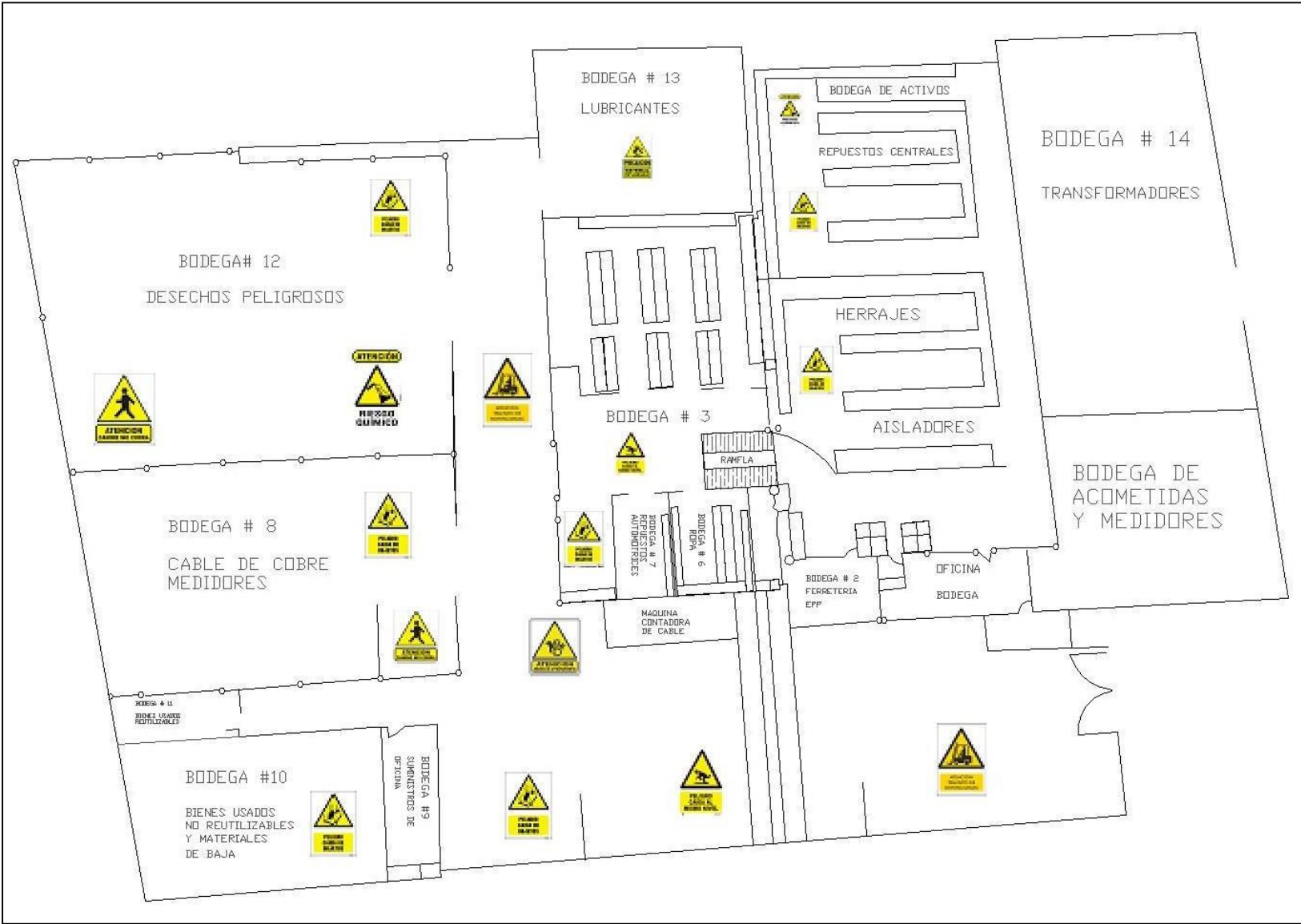
Velásquez, M. R., López, P. V., Gonzalez Carrasco, V., & Rojas, C. M. (2017). *ANALYSIS OF HUMAN HEALTH RISKS DUE TO AIR MERCURY EXPOSURE PRODUCED BY ARTISANAL AND SMALL-SCALE GOLD MINING ACTIVITIES IN THE PORTOVELO MINING DISTRICT, ECUADOR*.

9. Anexos

Anexo A. Mapa de ubicación de la Subestación No. 1 EERSA

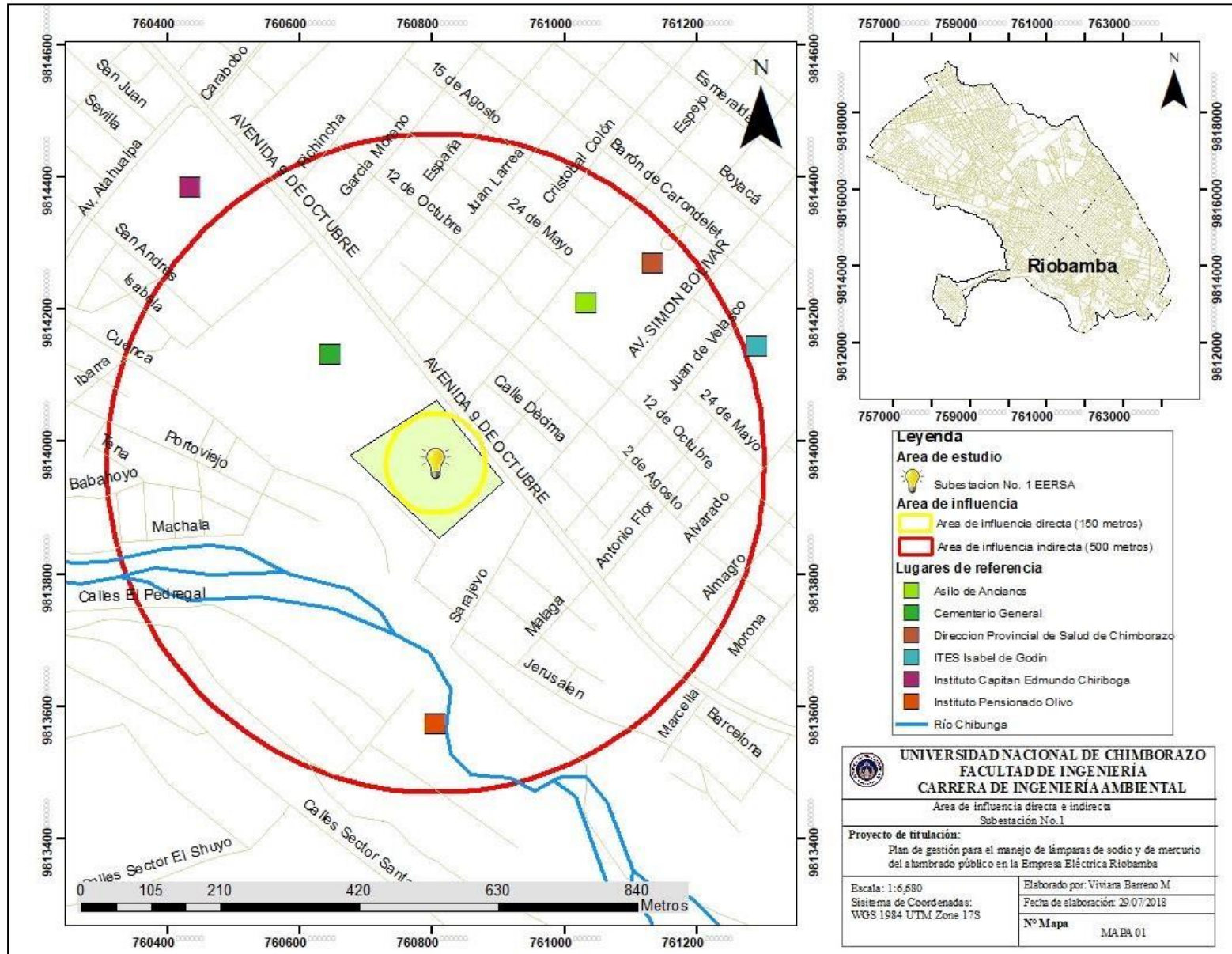


Anexo B. Plano de la Subestación No.1



Elaborado por: el autor

Anexo C. Mapa del área de influencia de la Subestación No. 1



Anexo D. Fotografías de la caracterización de la lámpara



Materiales



Balasto



Boquilla de cerámica



Arrancador



Foco nuevo y usado



Luminaria

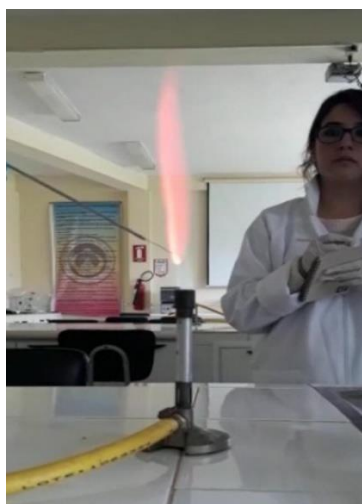
Anexo E. Fotografías del laboratorio del ensayo en llama



Llama de NaCl



Llama de CaCl₂










Llama de LiNO₃



Llama de Cu



Anexo F. Fichas internacionales de Seguridad Química

MERCURIO		ICSC: 0056 Marzo 2001	
CAS: RTECS: NU: CE Índice Anexo I: CE / EINECS:	7439-97-6 OV4550000 2809 080-001-00-0 231-106-7	Hg Masa atómica: Masa atómica: [200.6]	
TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSIÓN	Riesgo de incendio y explosión.		En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICIÓN		¡HIGIENE ESTRICTA! ¡EVITAR LA EXPOSICIÓN DE MUJERES (EMBARAZADAS)! ¡EVITAR LA EXPOSICIÓN DE ADOLESCENTES Y NIÑOS!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
Inhalación	Dolor abdominal. Tos. Diarrea. Jadeo. Vómitos. Fiebre o temperatura corporal elevada	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
Piel	¡PUEDE ABSORBERSE! Enrojecimiento.	Guantes de protección. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar la piel con agua y jabón. Proporcionar asistencia médica.
Ojos		Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión		No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	Proporcionar asistencia médica.
DERRAMES Y FUGAS		ENVASADO Y ETIQUETADO	
Evacuar la zona de peligro en caso de un derrame abundante. Consultar a un experto. Ventilar. Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos no metálicos. NO verterlo al alcantarillado. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. Traje de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración.		Material especial. No transportar con alimentos y piensos. Clasificación UE Símbolo: T, N R: 23-33-50/53 S: (1/2)-7-45-60-61 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: III	
RESPUESTA DE EMERGENCIA		ALMACENAMIENTO	
Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-80GC9-II+III		Medidas para contener el efluente de extinción de incendios. Separado de alimentos y piensos. Bien cerrado.	
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2005			
 IPCS International Programme on Chemical Safety	 WHO	 UNEP	
 MINISTERIO DE TRABAJO E INMIGRACIÓN		 INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO	

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

MERCURIO		ICSC: 0056
DATOS IMPORTANTES		
<p>ESTADO FÍSICO; ASPECTO Metal pesado líquido y móvil, plateado, inodoro.</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS Por calentamiento intenso se producen humos tóxicos. Reacciona violentamente con amoníaco y halógenos originando peligro de incendio y explosión. Ataca aluminio y muchos otros metales, formando amalgamas.</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV: 0.025 mg/m³ (como TWA) (piel, A4, BEI establecido) (ACGIH 2004). MAK: 0.1 mg/m³; Sh (sensibilización cutánea), Categoría de limitación de pico: II(8), Cancerígeno: categoría 3B (DFG 2003).</p>	<p>VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor y a través de la piel, ¡también como vapor!</p> <p>RIESGO DE INHALACIÓN Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La sustancia irrita la piel. La inhalación del vapor puede originar neumonitis. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central y al riñón. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA La sustancia puede afectar al sistema nervioso central y al riñón, dando lugar a irritabilidad, inestabilidad emocional, temblores, alteraciones mentales, de la memoria y del habla. Puede producir inflamación y decoloración de las encías. Peligro de efectos acumulativos. La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.</p>	
PROPIEDADES FÍSICAS		
<p>Punto de ebullición: 357°C Punto de fusión: -39°C Densidad relativa (agua = 1): 13,5 Solubilidad en agua: ninguna Presión de vapor, Pa a 20°C: 0,26 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 6,93</p>	<p>Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1,009</p>	
DATOS AMBIENTALES		
<p>La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos. Puede producirse una bioacumulación de esta sustancia en peces.</p>		
NOTAS		
<p>Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. A concentraciones tóxicas no hay alerta por el olor. NO llevar a casa la ropa de trabajo.</p>		
INFORMACIÓN ADICIONAL		
<p>Límites de exposición profesional (INSHT 2013): VLA-ED: 0,02 mg/m³</p> <p>Notas: sustancia tóxica para la reproducción humana de categoría 1B. Esta sustancia tiene prohibida su comercialización y uso fitosanitario y/o biocida. Esta sustancia tiene establecidas restricciones a la fabricación, comercialización o al uso especificadas en el Reglamento REACH.</p> <p>Agente químico que tiene establecido un valor límite indicativo por la UE; debe complementarse con una vigilancia sanitaria con control biológico de acuerdo con el artículo 6 del RD 374/2001. VLB: 30 µg/g creatinina en orina; 10 µg/L en sangre. Notas F.M.</p>		
NOTA LEGAL	<p>Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.</p>	
© IPCS, CE 2005		

Anexo G. Límites de exposición al vapor de mercurio

OSHA		ACGIH		NIOSH		UE
PEL	TLV	Límite de excursión 30	Límite de excursión	REAL	IDLH	Límite de exposición
TWA	TWA	minutos	instantánea	TWA	escape en 30	ocupacional
8	8			hasta 10	minutos	
horas	horas			horas		
mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
0,1	0,025	0,075	0,125	0,05	10	0,02
(Piel)	(Piel)	(Piel)	(Piel)	(Piel)		

Fuente: (NTE INEN 2632, 2012)

Un promedio ponderado en el tiempo (Time Weighted Average – TWA) es el promedio de la exposición a lo largo de un período, por ejemplo 8 horas o 1 año calendario.

Una notación “piel” se designa con el estándar, indicando el contacto con la piel, ojos y mucosas como una vía significativa de absorción.

OSHA

El límite permisible de exposición (Permissible Exposure Limit - PEL) de la Administración de la seguridad y salud ocupacional (Occupational Safety and Health Administration - OSHA) expresado como un TWA, es la concentración límite de una sustancia en el aire a la cual la mayoría de los trabajadores pueden exponerse sin efectos adversos a la salud promediados en un día normal de trabajo de 8 horas o una semana de trabajo de 40 horas.

ACGIH

La Conferencia Americana de Higienistas Gubernamentales e Industriales (American Conference of Governmental Industrial Hygienists - ACGIH) ha asignado al vapor de mercurio un valor umbral límite (threshold limit value - TLV) de 0,025 mg/m³ como un TWA para un día normal de trabajo de 8 horas o una semana de trabajo de 40 horas. La ACGIH establece este valor como la concentración de una sustancia a la cual la mayoría de los trabajadores pueden exponerse sin efectos adversos, y considera al vapor de mercurio como una sustancia A4 (no clasificable como un carcinógeno humano).

Los límites de excursión son límites recomendados por la ACGIH, señalando que las excursiones en los niveles de exposición de un trabajador pueden exceder 3 veces el TLV-TWA por no más de un total de 30 minutos durante el día de trabajo, y bajo ninguna circunstancia debería exceder 5 veces el TLV-TWA, siempre que no se exceda el TLV-TWA.

NIOSH

El Instituto Nacional para la Seguridad Ocupacional y Salud (National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH) ha establecido un límite de exposición recomendado (Recommended Exposure Limit -REL) para el vapor de mercurio de 0,05 mg/m³ como un TWA para un día de trabajo de hasta diez horas o una semana de trabajo de 40 horas.

El límite NIOSH está basado en el riesgo de daño del sistema nervioso central, irritación de los ojos, piel y tracto respiratorio.

El valor inmediatamente peligroso para la vida o la salud (Immediately dangerous to life or health - IDLH), de acuerdo al NIOSH es la máxima concentración ambiental de un contaminante del cual una persona podría escapar dentro de los 30 minutos sin ningún síntoma de desmejora en el escape o efectos irreversibles a la salud.

Anexo H. Registro de Generador de Desechos Peligrosos de la Subestación No. 1



REGISTRO DE GENERADORES DE DESECHOS PELIGROSOS Y/O ESPECIALES

Fecha:	viernes, 7 de octubre 2016
Responsable o representante de la empresa:	JOE RAFAEL RUALES PARREÑO
Cargo o puesto en la empresa:	GERENTE
Dirección:	LIZARZABURU, RIOBAMBA, CHIMBORAZO

Con fundamento en el Artículo 88 literal b) del Parágrafo I, Sección II la Gestión Integral de Desechos Peligrosos y/o Especiales, Capítulo VI del Acuerdo Ministerial No. 061, Registro Oficial No. 316 del 04 de mayo del 2015, referente a la reforma del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente, esta Cartera de Estado otorga a la empresa:

EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A

Lo siguiente:

El número de registro ambiental como generador de desechos peligrosos	SUIA-10-2016-MAE-DPACH-00025	
El registro cubre los siguientes desechos	Código de desecho	Desecho Peligroso y/o Especial
	NE-52	Suelos contaminados con materiales peligrosos
	ES-04	Neumáticos usados o partes de los mismos
	NE-03	Aceites minerales usados o gastados
	NE-07	Baterías usadas plomo-ácido
	NE-32	Filtros usados de aceite mineral
	NE-53	Cartuchos de impresión de tinta o tóner usados
	NE-40	Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio
	NE-42	Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paos, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes
	D.35.02	Aceites dieléctricos sin PCB
	D.35.01	Aceites dieléctricos con PCB o PCT >50 ppm
	Q.86.08	Fármacos caducados o fuera de especificaciones
Q.86.05	Objetos cortopunzantes que han sido utilizados	

		en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos.
	NE-30	Equipo de protección personal contaminado con materiales peligrosos
	NE-27	Envases contaminados con materiales peligrosos
	ES-06	Equipos eléctricos y electrónicos en desuso que no han sido desensamblados, separados sus componentes o elementos constitutivos.
	D.35.03	Transformadores que contienen aceites dieléctricos con PCB o PCT >50 ppm o estén contaminados con PCB o PCT
Para las instalaciones:	SUBESTACIÓN 1 - EERSA, localizado en CHIMBORAZO, RIOBAMBA, LIZARZABURU, Av. 9 de Octubre y Espejo.	

Ministerial No. 061, Registro Oficial No. 316 del 04 de mayo del 2015, referente a la reforma del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente, y demás disposiciones jurídicas aplicables, dentro de los siguientes términos:

1. Remitir a la Autoridad Ambiental Competente, el reporte de la Declaración de Gestión de Desechos Peligrosos y/o Especiales, de manera anual, en donde se establezcan los movimientos que hubiere efectuado con sus desechos peligrosos y/o especiales generados, los primeros 10 días del mes de enero de cada año, o conforme lo establezca la normativa ambiental aplicable.
2. Previo a todo movimiento efectuado con sus desechos peligrosos y/o especiales generados, deberá emitir el respectivo manifiesto único, el cual contendrá al menos: registros sobre el origen de los desechos, cantidades producidas, transporte utilizado y destino de los desechos; los mismos que deberán remitirlos debidamente llenados. Debiendo citar claramente el número de registro de generador de desechos peligrosos y/o especiales y número de licencia ambiental correspondiente.
3. Dar a los desechos peligrosos y/o especiales, el manejo previsto en el marco legal aplicable y los lineamientos establecidos por el Ministerio del Ambiente.
4. Mantener disponible el registro de los movimientos de entrada y salida de desechos peligrosos y/o especiales en su área de almacenamiento temporal (llevar una bitácora actualizada sobre la generación y almacenamiento de desechos peligrosos y/o especiales).
5. Manejar de forma separada los desechos peligrosos y/o especiales que sean incompatibles en términos de la legislación ecuatoriana o internacional.
6. Envasar los desechos peligrosos y/o especiales en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad y demás lineamientos establecidos en la normativa ambiental nacional o internacional.
7. Etiquetar los desechos peligrosos y/o especiales de acuerdo a los lineamientos establecidos por la normativa ambiental nacional o internacional.

8. Almacenar sus desechos peligrosos y/o especiales en condiciones de seguridad y en áreas que cumplan con lo dispuesto en el marco legal aplicable y los lineamientos establecidos por el Ministerio del Ambiente.
9. Almacenar por un máximo de tiempo de doce meses los desechos peligrosos y/o especiales en los centros de acopio temporal, debidamente etiquetadas en lugares que no pongan en riesgo al ambiente, para su posterior tratamiento y disposición final.
10. Transportar los desechos peligrosos y/o especiales en vehículos de empresas que cuenten con la respectiva licencia ambiental.
11. Tratar y disponer sus desechos peligrosos y/o especiales con empresas que cuenten con la licencia ambiental correspondiente y cuyo alcance incluya la gestión de los desechos entregados.
12. Dar a sus desechos peligrosos el tratamiento que corresponda de acuerdo a lo dispuesto en el marco legal aplicable y los lineamientos establecidos por el Ministerio del Ambiente.
13. Los demás previstos en el marco legal aplicable y los lineamientos establecidos por el Ministerio del Ambiente.
14. Presentar un programa de minimización de residuos en un plazo de 90 días a partir del otorgamiento de la presente autorización.
15. El representante de la empresa deberá brindar todas las facilidades y apoyos necesarios al personal facultado del Ministerio del Ambiente en la supervisión del cumplimiento a las condicionantes establecidas en el presente documento y demás disposiciones establecidas en la normativa ambiental aplicable; así mismo deberá acatar las indicaciones que en su momento se determinen.

Atentamente,

MARCELO PATRICIO PINO CACERES
DIRECTOR PROVINCIAL

Anexo I. Plan de gestión de lámparas de vapor de sodio y de mercurio en la EERSA

1. Introducción.

La EERSA presta un servicio de suma importancia a la ciudadanía de la provincia de Chimborazo, su actividad principal es el abastecimiento de energía eléctrica, entre los servicios que presta se encuentra la del alumbrado público.

Este plan de gestión tiene como fin dar pautas para las luminarias en desuso es importante destacar el valor de mantener una buena gestión de los desechos, ya que se garantiza la responsabilidad de la empresa con el ambiente, siguiendo la normativa vigente COA la cual hace referencia en el artículo 238 que la EERSA siendo este generador de desechos peligrosos es responsable del manejo ambiental de los mismos, desde su generación hasta su eliminación o disposición final, los resultados obtenidos en el diagnóstico a la EERSA, se resumen a continuación; en el periodo 2010 al 2017 fueron adquiridos **39033** focos, en el periodo 2011 al 2017 fueron adquiridas **16868** luminarias, hasta diciembre del 2017 la cantidad de luminarias instaladas era de **52606**, en promedio en el mismo año aumentan cada mes 388 luminarias, al momento de realizar la recopilación de datos la cantidad de luminarias almacenadas usadas era de **1863**, los focos almacenados usados es de **2855** de los cuales 408 se encuentran con roturas, en este último dato se halla la problemática que se presenta en el área de estudio siendo un posible peligro para la salud de los trabajadores al exponerse a estos focos rotos cabe mencionar que según el Instituto Nacional de Santé Publique Du Québec en caso de rotura, entre el 20 y el 30% del mercurio total contenido en una lámpara puede volatizarse en el plazo de una semana, se debe tomar en cuenta la cantidad de focos que por varias razones puedan presentar roturas diariamente, este plan de gestión busca por tal razón, el correcto manejo de los focos y las luminarias de alumbrado público que sí bien las ultimas no son un desecho peligroso representan una posibilidad para la EERSA de cumplir con su responsabilidad con el ambiente proponiendo estrategias para permitir un adecuado tratamiento y reciclaje.

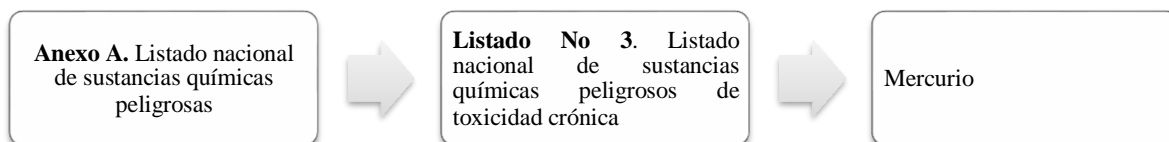
2. Marco jurídico.

- ✓ **Convenio de Minamata:** El presente convenio tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropógenas de mercurio y compuestos de mercurio, contiene metas y mecanismos internacionales para facilitar las acciones de los países suscritos. Ecuador es uno de los 128 países que ha suscrito el Convenio de Minamata dado por Decreto Ejecutivo No. 988, publicado en Registro Oficial Suplemento 742 de 27 de abril del 2016, el convenio prevé la reducción gradual de productos y procesos, o componentes de un producto al que se haya añadido mercurio o un compuesto de mercurio, estos productos de mercurio añadido se agrupan en acumuladores y baterías; relés e

interruptores; lámparas y bombillas de iluminación, entre otros. El estado debe elaborar estrategias adecuadas para identificar y evaluar los sitios contaminados, incorporando una evaluación de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente, debe proveer de recursos financieros mediante políticas, estrategias de desarrollo y presupuestos nacionales, se menciona también la capacidad institucional para prevenir, diagnosticar, tratar y vigilar los riesgos para la salud relacionados con la exposición al mercurio y los compuestos del mercurio.

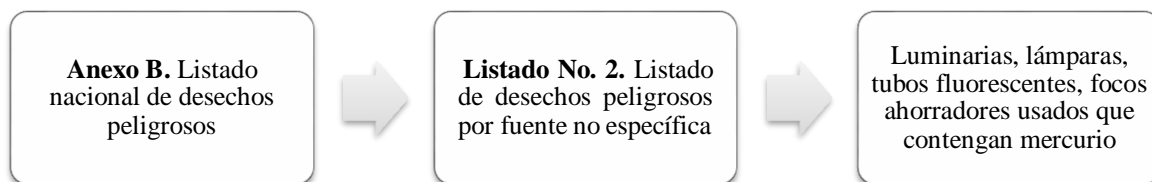
- ✓ ***Código Orgánico del Ambiente Registro (COA) Oficial N° 983, 12 de abril del 2017:*** El COA es la nueva ley ambiental que se rige en el Ecuador, en la cual se encuentra el Título V Gestión Integral de Residuos y Desechos, Capítulo III Gestión Integral de Residuos y Desechos Peligrosos y Especiales, en el que se hace referencia que las fases de gestión integral de los desechos especiales serán definidas por la Autoridad Ambiental Nacional, se debe contar con la autorización administrativa de generador de desechos peligrosos teniendo como responsabilidad el manejo ambiental de los mismos desde su generación hasta su disposición final.
- ✓ ***Reglamento de prevención y control de la contaminación por desechos peligrosos contenido en el Título V, Libro VI, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, publicado en la Edición Especial No. 2 del Registro Oficial del 31 de marzo del 2003:*** Este reglamento regula las fases de gestión y los mecanismos de prevención y control de los desechos peligrosos, siendo sujetos a las disposiciones del reglamento toda persona, natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera, que dentro del territorio del Ecuador participe en cualquiera de las fases y actividades de gestión de los desechos peligrosos, se menciona que todo generador de desechos peligrosos es responsable de los mismos hasta su disposición final, en cuanto al transporte podrán hacerlo las personas que obtengan la licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente (MAE), en lo referente al tratamiento de los desechos se debe seguir la norma técnica pertinente, en el reciclaje la separación deberá realizarse en la fuente generadora o en la planta de tratamiento y a la disposición final se hace referencia a los métodos permitidos como relleno de seguridad o confinamiento controlado, quienes desarrollen con esta etapa deben solicitar y obtener la licencia ambiental.
- ✓ ***Listado de materiales peligrosos Registro Oficial No. 856, 21 de diciembre del 2012:***

Figura 13. Listado nacional de sustancias químicas peligrosas



Fuente (Listado de materiales peligrosos, 2012)
Elaborado por: el autor

Figura 14. Listado nacional de desechos peligrosos



Fuente (Listado de materiales peligrosos, 2012)

Elaborado por: el autor

- ✓ **Norma técnica ecuatoriana 2632; Disposición de productos, lámparas de descarga en desuso, requisitos:** Se indica en la norma técnica que debe existir un programa de gestión respectivo en el caso de manejar lámparas en desuso, entre varios aspectos que se señalan en la misma, lo más destacado se menciona en la capacitación que deben tener los trabajadores para poder manipular las lámparas en desuso, por ejemplo, obligaciones legales, planificación, manejo, empaque, etiquetado, entre otros. Haciendo énfasis en que la capacitación debe ser actualizada periódicamente, se debe contar con un plan de contingencia en caso de que exista alguna rotura, el mismo debe estar en un lugar accesible en caso de ser necesario. Realizar visitas cada mes en el lugar de almacenamiento para llevar un registro, si existiera un accidente y de manera inmediata limpiar el lugar, se debe exigir a los proveedores de las lámparas se entregue fichas técnicas para conocer el manejo que corresponden recibir las mismas, en la bodega de almacenamiento debe existir contenedores debidamente etiquetados siguiendo la NTE INEN 2266, se debe contar con un contenedor de emergencia el cual se aconseja sea de vidrio ya que es un buen absorbente de vapor de mercurio, un aspecto de suma importancia que se nombra en la norma es que, se debe incluir equipos necesarios para la medición de los niveles de vapor de mercurio en el ambiente y con esto detectar fugas en los recipientes, se nombra ejemplos como sondas de detección, tubos detectores, las lámparas en desuso, pueden permanecer almacenadas alrededor de 12 meses, la bodega de almacenamiento debe estar a 150 metros de distancia de zonas pobladas, en cuanto al transporte se indica que el transportista requiere permiso del MAE, la norma incluye también pautas para el tratamiento, reciclaje y la disposición final, es necesario mencionar que los últimos tres procesos no se dan lugar en la EERSA, pero se los va a incluir en el plan de gestión como posible implementación, ya que es de suma importancia que la empresa pueda ser pionera en gestión sus propios desechos.

3. Generación

Actualmente en la bodega de la EERSA existen **1863** luminarias y **2855** focos, las luminarias se encuentran almacenadas en la bodega general para poder ser enviadas con un gestor de chatarra, los focos se los puede encontrar en la bodega de desechos peligrosos que de igual manera se los envía con un gestor calificado, el último dato que se presenta de las luminarias instaladas en diciembre del 2017 son de **52606**, otro dato que

representa la generación es el promedio de cuantas luminarias y focos se adquiere anualmente siendo un número total de **5489** focos y **3374** luminarias. Como se ha hecho mención las lámparas de sodio y de mercurio son perjudiciales tanto para la salud humana como para el ambiente, por lo que es necesario reducir su generación paulatinamente, por lo tanto, se propone una tecnología más eficiente como son las luminarias LED, que se basan en la emisión de luz por medio de diodos. Las cuales representan un importante ahorro energético (cerca del 80%), pueden llegar a durar hasta 20 años, lo que equivale a una vida útil de más de 175.000 horas, a diferencia de las lámparas que se usan en la actualidad con una vida útil de 25.000 horas.

Según Flores (2016) las ventajas más importantes de las luminarias LED son:

- ✓ Gran eficacia energética
- ✓ Larga vida útil
- ✓ Gran calidad de la luz
- ✓ Encendido instantáneo al 100% de intensidad y de forma habitual.
- ✓ Ausencia de parpadeos
- ✓ Bajos costos de mantenimiento
- ✓ No generan radiación ultravioleta, ni radiación infrarroja
- ✓ Bajos costos de mantenimiento.

Además de las ventajas señaladas en la luminaria LED, es necesario citar que las propiedades que más resaltan para este tipo de luminarias son: alto índice de rendimiento de color, resistencia a los encendidos y apagados continuos, arranque instantáneo. Garantizan la eficiencia energética, además, las lámparas LED son amigables con el ambiente, pues no contienen ni plomo ni mercurio, así que no contaminan con residuos tóxicos. Por ende, éste tipo de luminarias están llamadas a reemplazar a las tradicionales luminarias de vapor de sodio que actualmente se usan (Flores, 2016).

Condiciones de recolección, transporte y almacenamiento de las lámparas de sodio y de mercurio

Fragilidad: están constituidas en su mayoría por vidrio de pocos milímetros de espesor, por lo tanto, se trata de un producto frágil, lo que afecta considerablemente las condiciones de transporte y almacenamiento.

Contenido: los constituyentes son de carácter nocivo, por lo tanto, es necesario tomar precauciones durante su manipulación. Una rotura del recipiente provoca la fuga de los materiales truncando cualquier acción posterior sobre la lámpara.

Relación peso/volumen: son elementos de poco peso en comparación con su volumen, lo que dificulta su transporte y almacenamiento.

4. Recolección

La recolección de las lámparas es un proceso de sumo cuidado puesto que al retirar los focos de las luminarias puede existir accidentes al no mantener una buena gestión.

Por lo que se sugiere que se cumpla con las siguientes especificaciones:

- ✓ Antes de iniciar esta actividad debe señalizarse el área de trabajo para evitar accidentes, colocando conos fluorescentes.
- ✓ No realizar esta actividad en horas nocturnas o en presencia de lluvia y/o tormenta eléctrica
- ✓ Los electricistas deben de contar con todo el equipo de protección para realizar las tareas de mantenimiento.
- ✓ Los focos deben separarse del resto de materiales para evitar roturas.
- ✓ En caso de que un foco se quiebre en el suelo, se deben recoger todos los materiales y empacarse en papel periódico y asegurarlo con cinta adhesiva y depositarlo en una caja plástica (**Anexo J**).
- ✓ Se debe recolectar únicamente lo que se trasladará ese día.
- ✓ Al realizar esta actividad el personal no debe de ingerir alimentos.
- ✓ No se debe fumar mientras se realiza ésta actividad.
- ✓ Se debe realizar un listado con la cantidad, estado de los materiales recolectados y la fecha en la que ejecuta la recolección.
- ✓ Realizar una base de datos con las fechas en la que se realizó cambios en los focos de las lámparas, para conocer el fin de su vida útil y con ello estar al tanto cada que tiempo se genera desechos.

5. Envases, recipientes y contenedores

Para los envases, recipientes y contenedores a usar durante el almacenamiento se sugiere:

- ✓ Se lo realice en el envase original que se envió el foco, logrando que sea más fácil el apilamiento de los mismos.
- ✓ Los envases en los que se almacene los focos usados deben ser resistentes y ser usados específicamente para este fin.
- ✓ Es necesario incorporar un sistema que impida la liberación de vapor de mercurio, que sea en fundas/forros de plástico-aluminio.
- ✓ Los contenedores deben ser etiquetados siguiendo la Norma Técnica 2266 en la cual hace mención que las etiquetas deben ser de materiales resistentes a la manipulación y la intemperie he indicado específicamente el contenido bajo pictogramas (**Anexo L**).
- ✓ Se debe contar con contenedores de emergencia: los cuales son destinados a contener foco rotos o fisurados y los desechos de limpieza de emergencias, deben ser herméticos, de material resistente, con

una apertura amplia para recoger los vidrios rotos contaminados con mercurio; el mismo debe ser de vidrio porque es el mejor material para la contención de vapor de mercurio, con tapa rosca metálica y sello.

6. Almacenamiento

El almacenamiento de los focos de sodio y de mercurio debe seguir los siguientes procedimientos:

- ✓ Los focos deben ser envasados, almacenados y etiquetados, en forma tal que no afecte la salud de los trabajadores y al ambiente, deben estar colocados sobre plataformas, paletas, u otros mecanismos que faciliten su posterior transporte.
- ✓ Los envases deben apilarse de manera que no se dañen unos con otros, sin exceder la capacidad de apilamiento establecida por los proveedores, de acuerdo a sus características.
- ✓ El personal que labora en los lugares destinados para servir de bodega de almacenamiento debe estar bien informado sobre la toxicidad y el peligro potencial del producto manejado, así como sobre las acciones a tomar en caso de emergencia.
- ✓ Los desechos de la descontaminación deben ser enviados al gesto calificado, de modo que no pongan en peligro a personas, animales domésticos, fauna, flora, cuerpos de agua, suelo y el ambiente en general.
- ✓ Es necesario evitar la reapertura de las cajas. En caso de requerirse una reclasificación de los focos, de acuerdo a su forma u otro criterio, después de la inspección preliminar, se debe llevar los desechos a un área específica para una inspección más detallada, en que se asegure el control de las posibles emisiones y la minimización de la exposición a vapores de mercurio por parte de los operadores. Lo cual se logra bajo una campana extractora de emisiones (sistema de ventilación local) o su vez mediante monitores de vapor de mercurio, que se sugiere deben ser instalados siguiendo las recomendaciones señaladas.

Se busca que, en el área de la bodega de desechos peligrosos se minimice el riesgo al trabajador de ser expuesto al mercurio, por un mal manejo los focos con roturas, garantizar el cumplimiento de la normativa creando espacios de capacitación al personal los cuales se verán más adelante.

7. Transporte

De igual manera en el transporte se sugiere las siguientes recomendaciones:

- ✓ El vehículo debe ser cerrado y disponer de un sistema adecuado que permita asegurar la carga durante el transporte.

- ✓ Debe haber una valla entre la cabina del conductor y la carrocería del vehículo, que esté diseñada para retener la carga si el vehículo se ve involucrado en una colisión.
- ✓ El transportista debe tener un plan de transporte en el cual se indique la ruta a seguir y un plan de emergencias detallando el procedimiento a seguir en caso de que exista roturas en los focos (**Anexo J**), al igual que teléfonos de notificación de emergencia antes de efectuar el transporte.
- ✓ En el medio de transporte debe encontrarse disponible el equipo de primeros auxilios, extintor de fuego y el equipamiento y materiales básicos para la limpieza en caso de la rotura de lámparas de descarga.
- ✓ El transporte desde los puntos de recepción de lámparas de descarga en desuso hacia la bodega de almacenamiento, debe realizarse a través de un transportista con la licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente, éste último ítem está contemplado en el *Reglamento de prevención y control de contaminación por desechos peligrosos artículo 168*.

8. Tratamiento

Este proceso se basa en el reciclado que consiste en revalorizar las lámparas al fin de su vida útil, para que retornen al mercado a través de los componentes recuperados. Estos componentes recuperados pueden ser: vidrio, cabezales de aluminio, fósforo y mercurio que puede regresar al ciclo de vida del producto o como materia prima de otros procesos productivos. La Asociación para el Reciclado de Lámparas de España (2010) utiliza un equipo que separa los componentes de las lámparas: vidrio, cabezales de aluminio, fósforo y mercurio. El equipo consta de un triturador, un separador, un sistema de filtración de partículas y vapor, así como de cintas para el transporte de los elementos. Los diferentes materiales no recuperados son derivados a un tratamiento posterior, reciclaje o disposición final. Durante el proceso un soplador industrial mantiene la presión negativa. El polvo pasa a través de un sistema de filtros, siendo el último de carbón activado, antes de ser liberado a la atmósfera (Martinez, Ayala, & Zurbriggen, 2010). En el caso de implementarse el tratamiento de las lámparas en la bodega de desechos peligrosos se debe disponer una zona de almacenamiento, en la que las lámparas de descarga en desuso pueden permanecer durante un tiempo que no debe exceder a seis meses permitidos, solo si se demuestra que es necesario acumular cierta cantidad, para facilitar su tratamiento o disposición apropiados; durante este período, las lámparas de descarga deben permanecer en contenedores cerrados y en buenas condiciones, de tal manera que se impida su rotura.

9. Disposición final

Como última alternativa en el plan de gestión se encuentra la disposición final que consiste en la acción de estabilizarlos y localizarlos en los lugares correspondientes, es decir, en rellenos de seguridad. En caso de ser ejecutada esta etapa es necesario que la disposición final se realice de forma correcta, por lo que se recomienda:

- ✓ En caso probado de no disponer de mecanismos ambientalmente adecuados para el tratamiento de lámparas de descarga en desuso, se debe realizar la disposición final de los desechos a través de un gestor con licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente.
- ✓ En la operación del relleno de seguridad se minimizará el ingreso de líquidos, tanto procedentes de las aguas lluvias como de desechos que contengan líquidos libres con el fin minimizar la producción del percolado, para tal efecto se debe realizar un envasado previo al confinamiento.
- ✓ Los desechos del tratamiento de las lámparas de descarga en desuso deben ser confinados en envases contruidos de un material resistente, inerte y capaz de proveer de hermeticidad a su contenido.
- ✓ Una vez envasadas para su confinamiento, las lámparas de descarga en desuso deben ser selladas, de tal manera que se impida cualquier tipo de flujo elemental con el ambiente.

10. Programa de capacitación

Para garantizar la eficacia del Plan de Gestión es imprescindible la implementación de un programa de capacitación destinado al personal de los sectores responsables actualmente de la gestión de los desechos peligrosos. Principalmente la capacitación debe contar con material teórico que incluya una introducción adecuada y concisa a modo informativo sobre la composición química y las características estructurales de los residuos y la importancia y beneficios de una adecuada gestión de los mismos.

La EERSA tiene la obligación de asegurarse que su personal reciba capacitación inicial y actualización periódica. Se sugiere que la capacitación incluya obligaciones legales, de planificación, dirección, manejo, empaque, etiquetado, carga/descarga, fijación de rótulos, manifiesto o formularios de consignación, seguridad ocupacional, reconocimiento del peligro, mitigación de riesgos (incluyendo formas de minimizar posibilidades y consecuencias de accidentes y enfermedades ocupacionales), uso del equipamiento y materiales básicos para la limpieza en caso de la rotura de lámparas de descarga, planeación de respuesta, procedimientos de emergencia y notificación de accidentes.

11. Costos de implementación del plan de gestión

Tabla 1. Costos del plan de gestión

Actividad	Costo Unitario (USD)	Costo total (USD)
Capacitación (4 horas)	120.00/hora	480.00
Cambio luminarias instaladas (52606)	450.00/luminaria LED	23 672 700.00
Recolección (100 lámparas/mes)	7.00/lámpara	700.00
Transporte (desplazamiento 100km)	0.15/km	15.00
Tratamiento (separación de los materiales 100 lámparas)	0.50/lámpara	50.00
Contenedores (10)	85.00/contenedor	850.00
TOTAL		23 674 795.00

Elaborado por: El autor

Anexo J. Equipamiento y materiales básicos para la limpieza en caso de la rotura de lámparas de descarga

1. Equipo de protección personal (EPP):

1.1. Guantes impermeables resistentes a cortes.

1.2. Pantalla facial o protección ocular.

1.3. Protección respiratoria: Máscara o mascarilla facial para vapores, debidamente ajustada, respiradora - purificadora de aire, provista de cartuchos específicos para mercurio. Las máscaras comunes NO protegen contra el vapor de mercurio. Aparato autónomo de respiración (SCBA, por sus siglas en inglés) para derrames grandes, máscara con yoduro de azufre impregnada con carbón activado, máscara hecha de telilla impregnada de carbón activado a ambos lados, u otra máscara diseñada específicamente para el mercurio.

1.4. Overol desechable para evitar la contaminación cutánea. En el caso de derrames grandes, utilizar trajes de protección de caucho para todo el cuerpo.

1.5. Cobertores desechables para zapatos.

1.6. Protección del cabello; cascos.

1.7. Sistemas, equipos o dispositivos de medición de los niveles de vapor de mercurio.

2. Recipientes:

2.1. Bolsas plásticas con sello hermético (grosor mínimo: 50 a 150 micras o 2 a 6 milésimas de pulgada).

2.2. Contenedor de emergencia: hermético, de material resistente, con una apertura amplia para recoger los vidrios rotos contaminados con mercurio: un contenedor de vidrio (mejor material para la contención de vapor de mercurio) con tapa rosca metálica y sello (goma u otro), o recipientes plásticos rígidos, herméticos, preferentemente polietileno de alta densidad, con cierre tipo rosca o de presión.

3. Herramientas para la limpieza del área afectada:

3.1. Cartón, cartulina o papel rígido grueso para recolectar los pedazos de vidrio roto.

3.2. Cinta adhesiva para los pedazos más pequeños de vidrio.

3.3. Cepillo o escoba.

3.4. Trapo o toallas humedecidas para recoger partículas finas de vidrio.

3.5. Etiquetas y marcadores para identificar los recipientes de desechos.

4. Agentes de supresión de vapor:

4.1. Almohadillas absorbentes comerciales o supresores de vapor.

5. Materiales para la descontaminación:

5.1. Descontaminante comercial, pudiendo contener tiosulfato de sodio, sulfato de cobre, cloruro de calcio y yoduro de potasio; soluciones de glicol de propileno de tiosulfato de sodio y sulfato de cobre; mezcla de tiosulfato de sodio y EDTA (ácido etilen-diamino-tetra acético); mezclas de yodo, sulfato de cobre, cloruro ferroso, cloruro de amonio, isopropanol y glicol de propileno.

5.2. Jabón.

5.3. Toallas de papel.

NOTA: No utilizar chorros de agua, ni aspiradoras para la limpieza. Utilizar otro medio que evite la dispersión de polvo y vapor de mercurio.

Anexo K. Información relativa a los instrumentos que contienen mercurio

Los desechos de mercurio de los centros de salud pueden separarse de acuerdo a las siguientes categorías de riesgo, basándose en las cantidades de mercurio disponible:

- ✓ **Nivel de Riesgo 1 (mayor riesgo).** Mercurio elemental, esfigmomanómetros intactos y equipos médicos que contienen grandes cantidades de mercurio.
- ✓ **Nivel de Riesgo 2.** Termómetros de mercurio intactos, interruptores de mercurio pequeños y reguladores pequeños de equipos eléctricos.
- ✓ **Nivel de Riesgo 3.** Vidrios rotos contaminados con mercurio, limpieza de desechos de mercurio.
- ✓ **Nivel de Riesgo 4.** Lámparas fluorescentes, bombillas compactas fluorescentes, amalgamas dentales.

Anexo L. Etiqueta y rótulo

Etiquetas y rótulos de peligro para embalajes/envases y transporte, clase 9. Sustancias y objetos peligrosos varios. NTE INEN 2266



Anexo M. Certificado de tratamiento y disposición final de residuos



CERTIFICADO DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL RESIDUOS

CERTIFICADO No: 12523-A-0317-HZ

MANIFIESTO Nro. 0011456

FECHA DE EMISIÓN: 13 de marzo del 2017

GENERADOR:

Razón Social	Número de Registro de Generador de Desechos	Responsable Técnico	Dirección y Teléfono
EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A. (SUBESTACION 1-BODEGA DE DESECHOS PELIGROSOS)	En Trámite	Lorena Peñaherrera	Chimborazo / Av. 09 de Octubre y Espejo

TRANSPORTE:

Razón Social	Licencia Ambiental	Conductor	Dirección y Teléfono
Centro de Remedación Ambiental	Resolución N°008-2014	Nelson Quishpe	Iago Agro. Km 8 Vía al Coca. Telf. 062 835 555

TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN FINAL:

Razón Social	Licencia Ambiental	Responsable Técnico	Dirección y Teléfono
Hazwat Cia. Ltda.	67	Ing. Jaime Muñoz	Km 37 ½ Vía Quíbo- Cayambe Telf. 3610262/3610248

DATOS OPERATIVOS

Hazwat Cia. Ltda., y su Centro de Remedación Ambiental, como Gestor autorizado de desechos no Peligrosos, Peligrosos y Especiales, declara que:

- Se recibieron del generador los residuos detallados en los documentos de cargos manifiestos que se describen en el recuadro superior derecho.
- Los desechos fueron sometidos a proceso de tratamiento y/o disposición final, por tipo de residuo, en función de procedimientos operativos internos que cumplen con lo indicado en la normativa ambiental vigente.
- Se cuenta con la Licencia Ambiental No. 007 otorgada el 22 de diciembre de 2003, para realizar actividades de Tratamiento y Disposición Final para los desechos listados en la tabla inferior.
- Se cuenta con la Licencia Ambiental No. 008 otorgada el 11 de julio de 2014 para realizar actividades de Transporte de Materiales Peligrosos para los desechos listados en la tabla inferior.
- Los textos (información, conceptos, datos y elementos gráficos) que constituyen el presente Certificado de Tratamiento y Disposición Final, así como su estructura, presentación de la información son de exclusividad de Gestor y Generador, quedando prohibida su reproducción parcial o total del contenido del presente documento, sin que se cue este con autorización expresa de la parte.

FECHA DE RECEPCIÓN	DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	CÓDIGO DE DESECHO	CANTIDAD		TRATAMIENTO APLICADO
			PESO	UNIDAD	
22-02-2017	Envases y contenedores vacíos de materiales tóxicos sin previo tratamiento	NE-29	985,00	Kg	Tratamiento Térmico. Incineración
	Equipo de protección personal contaminado con materiales peligrosos	NE-30	4,00	Kg	Tratamiento Térmico. Incineración
	Filtros usados de aceite mineral	NE-32	227,00	Kg	Tratamiento Térmico. Incineración
	Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio	NE-40	888,00	Kg	Tratamiento Físico. Trituración - Extracción + Encapsulamiento
	Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: wispes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes	NE-42	10,00	Kg	Tratamiento Térmico. Incineración
	Cartuchos de impresión de tinta o toner usados	NE-53	135,00	Kg	Tratamiento Térmico. Incineración
	Equipos eléctricos y electrónicos en desuso que no han sido desensamblados, separados sus componentes o elementos constitutivos	ES-06	170,00	Kg	Tratamiento físico: Ruptura, desmontaje + incineración de partes plásticas y metálicas; recuperación de materiales



ING. JAIME MUÑOZ
GERENTE GENERAL

Anexo N. Carta de Auspicio EERSA



Empresa Eléctrica Riobamba S.A.



3540-GER-2017

Riobamba, 22 de noviembre del 2017

SEÑORES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION DE LA CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL
Presente.-

De mi consideración:

En calidad de Gerente de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A, con el presente me permito poner en su conocimiento la aceptación y el respaldo para el desarrollo del Trabajo de Titulación del Proyecto de Investigación bajo el tema "PLAN DE GESTION PARA EL MANEJO DE LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO Y DE MERCURIO DEL ALUMBRADO PUBLICO DE LA EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A" propuesto por la Srta. Viviana Barreno con número de cédula 0604080150 estudiante de la carrera INGENIERIA AMBIENTAL estudiante de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) y en nombre de la institución a la cual represento, me comprometo a facilitar toda la información requerida por los estudiantes.

- *Recopilación de Información*

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Cordialmente,

Ing. Joe Ruales Parreño
GERENTE EMPRESA
ELECTRICA RIOBAMBA S.A



Trabajamos para iluminar tu vida

Juan Larrea 2260 y Primera Constituyente.

Casilla 670. Telfs.: 2 962 939 / 2 960 283 / 2 961 966 / 2 964 622 / Fax: 2 968 216

WEB Site: www.eersa.com.ec / e-mail: e-mail@eersa.com.ec

Anexo O. Fotografías



Luminarias en desuso



Luminaria nueva



Almacén de luminarias



Bodega de desechos peligrosos



Tipos de focos usados



Almacén de focos usados



Estado de focos usados



Bodega con ventilación



Focos de Na rotos



Focos usados en su contenedor



Foco de Hg rotos