

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Diseño de un sistema de manejo de desechos producidos por el
mantenimiento del sistema de alumbrado público”

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Materia Integradora

Previo a la obtención del Título de:

INGENIEROS INDUSTRIALES

Presentado por:

Angie Berenice Galarza Chacón

Luis Eduardo Espinoza Pastuizaca

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2017

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por ser mi guía en todo momento y darme la fortaleza y motivación para no desfallecer. A mis padres, Ángela y Milton, gratitud infinita, porque por su esfuerzo y apoyo incondicional esta meta de ser Ingeniera es posible, todo lo que soy es gracias a ellos. A mi enamorado Andrés por su constante motivación y apoyo en este proceso. A Angie, mi amiga incondicional. Mi agradecimiento también va dirigido a todos los docentes que contribuyeron en estos años a mi formación profesional. Finalmente quiero agradecer a nuestros tutores, M. Sc Jenny Gutiérrez e Ing. Bismark Estrada por su valioso aporte en la ejecución del presente proyecto.

Angie Galarza

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi fortaleza en la adversidad, a mis padres por su ayuda incondicional en cada momento, sus consejos oportunos y por la formación que han forjado en mí el hábito del esfuerzo y la responsabilidad. A mi familia y amigos que han sido un soporte en mi vida.

Luis Espinoza

DECLARACIÓN EXPRESA

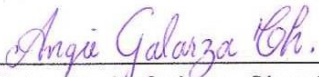
“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la Materia Integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Angie Berenice Galarza Chacón

Luis Eduardo Espinoza Pastuizaca

M.Sc. Jenny Pilar Gutiérrez López

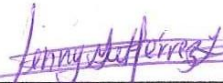
Y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.



Srta. Angie Galarza Chacón
AUTOR 1



Sr. Luis Espinoza Pastuizaca
AUTOR 2



M.Sc. Jenny Gutiérrez López
**TUTOR DE MATERIA
INTEGRADORA**

RESUMEN

La empresa donde se realiza el proyecto es una empresa de distribución y comercialización de energía eléctrica de Ecuador.

Como resultado de las evaluaciones de los procedimientos de la empresa, se considera necesario el diseño de un sistema de manipulación de desechos generados por el mantenimiento del sistema de alumbrado público, cuyo objetivo es establecer e implementar planes que cumplan con las normativas vigentes.

Para lograr los objetivos planteados se usó la metodología DMAIC, a partir de la cual se definió el problema y variables medibles con herramientas de calidad como VOC, SIPOC, 5W+H. En la fase de medición, la herramienta principal fue el *check list*, que se elaboró basado en la normativa INEN 2236:2012. Seguido a esta fase se analizaron las causas que generaban el problema y para esto se empleó el Diagrama Ishikawa, que en conjunto con la Herramienta 5 por qué's fue posible determinar las causas raíces que luego fueron diferenciadas mediante la matriz de priorización de causas. En la fase de mejora se generaron e implementaron las soluciones que reducían las causas raíces y para las soluciones desarrolladas se estableció su respectivo plan de control.

Como resultado se obtuvo que el porcentaje de cumplimiento de la normativa INEN 2632:2012 pueda incrementar de 66% a 95% con las mejoras propuestas.

Palabras claves: metodología DMAIC, lámparas de descarga, normativa INEN 2632:2012.

ABSTRACT

The company where the project is carried out is an electric power distribution and commercialization company in Ecuador.

As a result of the evaluations of the company's procedures, it is considered necessary to design a waste handling system generated by the maintenance of the public lighting system, the objective is to establish and implement plans that comply with the current standards

To achieve the proposed objectives, the DMAIC methodology was used. This methodology defines the problem and measurable variables with quality tools such as VOC, SIPOC, 5W+H. In the measurement phase, the main tool was the check list, which was developed based on the INEN 2236: 2012 standard. Following this phase, the causes that generated the problem were analyzed through the Ishikawa Diagram, which in conjunction with the Tool 5 why's, determined the root causes. These causes were differentiated through the matrix of prioritization of causes. In the improvement phase, solutions that eliminated root causes were generated and implemented and for the developed solutions, their respective control plan was established.

As a result, it was obtained that the compliance percentage of the INEN 2632: 2012 regulation could increase from 66% to 95% with the proposed improvements.

Keywords: DMAIC methodology, discharge lamps, INEN 2632:2012 standard

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Antecedentes del problema.....	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 Marco Teórico	2
1.3.1 Lean Six Sigma.....	2
1.3.2 DMAIC	3
1.3.3 SIPOC	4
1.3.4 VOC.....	4
1.3.5 Diagrama de Pareto	5
1.3.6 Value Stream Mapping.....	5
1.3.7 Diagrama de Ishikawa	5
1.3.8 Técnica de 5 porqués.....	6
1.3.9 Matriz impacto-esfuerzo	6

1.3.10 Norma técnica ecuatoriana INEN 2632:2012	6
CAPÍTULO 2	7
2. Metodología	7
2.1 Definición	8
2.1.1 Levantamiento de información	9
2.1.2 Alcance	11
2.2 Medición	14
2.3 Recolección de datos	16
2.3.1 Variable medida: cantidad de materiales obsoletos	16
2.3.2 Variable medida: cantidad de lámparas de descargas trituradas.	17
2.3.3 Variable medida: Cumplimiento de requerimientos de la Norma INEN 2632:2012	19
2.4 Análisis	20
2.4.1 Value Stream Mapping	20
2.4.2 Diagrama de Ishikawa.	21
2.4.3 Matriz de ponderación de causas.	24
2.4.4 Análisis de cinco por qué	29
2.5 Mejorar	33
2.5.1 Matriz de priorización de soluciones	36
2.5.2 Soluciones a implementar	37
2.5.3 Plan de implementación de soluciones	38
2.6 Controlar	42
CAPÍTULO 3	45
3. Resultados	45
3.1 Impacto en variable respuesta	45

3.2	Análisis de costos.....	48
3.2.1	Implementación de etiquetas en contenedores de almacenamiento	48
3.2.2	Implementación de Metodología 5S en bodega de almacenamiento de TAP	48
CAPÍTULO 4	49
4.	Discusión y Conclusiones.....	49
4.1	Conclusiones	50
4.2	Recomendaciones	50
BIBLIOGRAFÍA	52
APÉNDICES	54

ABREVIATURAS

INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
UNG	Unidad de Negocios Guayaquil
SAP	Sistema de Alumbrado Público
TAP	Taller de Alumbrado Público
DMAIC	Definir - Medir - Analizar - Mejorar - Controlar
PHVA	Planear – Hacer - Verificar - Actuar
VOC	Voice of Customer
SIPOC	Suppliers - Inputs - Process - Outputs - Customer
VSM	Value Stream Mapping
ATSDR	Agency for Toxic Substances Disease Registry
NTP	Normas Técnicas de Prevención
HSE	Health, Safety, Environment
EPP	Equipo de Protección Personal

SIMBOLOGÍA

g	Gramo
cm	Centímetro
μg	Microgramo
mg	Miligramo
ml	Mililitro
m^2	Metro cuadrado
m^3	Metro cúbico
cm^3	Centímetro cúbico
Hg	Mercurio
Hg (I)	Mercurio monovalente
Hg (II)	Mercurio divalente
Na	Sodio
V	Voltio
W	Watts
Kg	Kilogramo
$^{\circ}\text{C}$	Grados centígrados

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Herramienta 5W+H.....	9
Figura 2.2: Volumen de desechos del SAP 2016-2017	10
Figura 2.3: SIPOC	12
Figura 2.4: Cantidad de materiales obsoletos por fuente de información	16
Figura 2.5: Cantidad de fotocélulas de un mes específico.....	17
Figura 2.6: Focos triturados de acuerdo al tipo de gas	18
Figura 2.7: Total de focos triturados por año	19
Figura 2.8: Mapeo de la cadena de valor del tratamiento de desechos	20
Figura 2.9: Diagrama de Ishikawa	22
Figura 2.10: Estándar de medición de análisis de cusas	25
Figura 2.11: Matriz de priorización de causas	28
Figura 2.12: Matriz de priorización de soluciones.....	37
Figura 2.13: Planificación de soluciones.....	41
Figura 3.1: Nivel de cumplimiento de situación original	47
Figura 3.2: Nivel de cumplimiento de situación con mejoras	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Planificación del proyecto	7
Tabla 2.2: Voice of customer	13
Tabla 2.3: Plan de recolección de datos.....	15
Tabla 2.4: Lista de causas potenciales.....	23
Tabla 2.5: Escala de ocurrencia	24
Tabla 2.6: Escala de severidad	24
Tabla 2.7: Escala de impacto	25
Tabla 2.8: Esfuerzo - impacto de causas potenciales.....	26
Tabla 2.9: Causas críticas	28
Tabla 2.10: Análisis de causa raíz.....	30
Tabla 2.11: Resultados de análisis de causas.....	32
Tabla 2.12: Validación de causas raíces	33
Tabla 2.13: Posibles soluciones	34
Tabla 2.14: Escala de esfuerzo	36
Tabla 2.15: Escala de impacto	36
Tabla 2.16: Resultado del análisis de soluciones	38
Tabla 2.17: Plan de implementación de soluciones.....	39
Tabla 2.18: Plan de control de soluciones	43
Tabla 3.1: Impacto de Soluciones en el nivel de cumplimiento de los requerimientos	46
Tabla 3.2: Costo anual de implementación de etiquetas	48
Tabla 3.3: Costo de implementación 5S.....	48

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Guayaquil es la principal ciudad comercial del Ecuador, su gran industria, densidad poblacional y su actividad mercantil la convierten en la mayor usuaria de energía eléctrica, tal índice de consumo ha causado que el volumen de desechos provenientes del sistema de alumbrado público sea más significativo que otras locaciones del país y que a la vez se genere la necesidad de mejorar los procedimientos actuales, tomando como bases normativas locales.

El proyecto se realiza en una corporación de electricidad ecuatoriana. Esta corporación es una gran distribuidora y comercializadora de energía eléctrica, sus inicios se remontan en el 2008 como sociedad anónima y en la actualidad está al servicio de más de 2,3 millones de usuarios, cubriendo así el 95% de su área. En el año 2014, se integró la Unidad de Negocio Guayaquil y luego de año se instituyó la Unidad de Eficiencia Energética completando así 12 Unidades de Negocio en la compañía.

El presente trabajo está enfocado en asegurar un correcto tratamiento de los desechos del sistema de alumbrado público mediante el desarrollo de planes de mejora alineados a normativas locales y soluciones activas que mejoren la manipulación de los desechos especiales y generales presentes en las fases de recolección, transporte y almacenamiento. Con esto se espera evitar un impacto negativo en el bienestar del personal y el entorno ambiental, así también sanciones impuestas por las entidades de control ambiental.

1.1 Antecedentes del problema

Posterior a la atención de solicitudes de mantenimientos por parte de la comunidad, los materiales que son cambiados de las luminarias pasan a ser materiales obsoletos o en desuso, y es a partir de ese instante donde empieza a

presentarse el problema. Desde que los desechos son transportados hacia el taller de alumbrado público, que es el primer destino de los materiales en desuso, se presentan procedimientos inadecuados de manipulación. Luego que estos desechos son almacenados temporalmente en este taller, los materiales que no son lámparas son descargados en planta sur para ser almacenados y luego venderlo como chatarra, mientras que los focos son llevados a una bodega de almacenamiento específica para su trituración y separación del gas tóxico mercurio.

Los planes de acción están dirigidos a lo largo del proceso que se ha descrito brevemente.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Establecer e implementar planes de manejo de desechos producidos por el mantenimiento del sistema de alumbrado público para dar cumplimiento a los requisitos de la normativa técnica ecuatoriana INEN 2632:2012.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de la corporación mediante entrevistas y herramientas de calidad
- Establecer planes, manuales y equipos necesarios para el tratamiento de desechos del sistema de alumbrado público.
- Implementar soluciones activas que permitan lograr un mayor porcentaje de cumplimiento de la normativa técnica ecuatoriana INEN 2632:2012

1.3 Marco Teórico

1.3.1 Lean Six Sigma

Es la combinación de dos metodologías, *Lean* se enfoca más al aumento de la velocidad de los procesos (lucha contra los desperdicios – MUDA) mientras

6 sigma se enfoca en aumentar la calidad (lucha contra la variación). Sin embargo, unidas bajo una misma metodología, no sólo se orientan a reducir costes, sino también a maximizar la eficiencia en los procesos y, por lo tanto, a que las empresas que la implementen sean más competitivas en sus respectivos mercados. (Consultora CALETEC, 2012)

1.3.2 DMAIC

DMAIC es una herramienta de calidad estratégica para el manejo de datos, usada para mejorar procesos, es parte fundamental en proyectos donde se requiere aplicar Seis Sigma, pero también se la puede aplicar de manera independiente para la mejora continua. DMAIC es un acrónimo, que hace referencia a las cinco fases que conforman el proceso.

Definir

Es la etapa inicial que permite ver con más claridad la situación actual, se aclaran los requerimientos del cliente interno y externo y se describe el problema con datos reales usando herramientas como 5W+1H y se traza el alcance del proyecto mediante la metodología SIPOC.

Medir

Mediante datos se provee de una visión objetiva de la situación, se valida la confiabilidad de la información recolectada de las entrevistas, registros, datos históricos y demás información facilitada por la empresa en la que se realiza el proyecto de mejora, es necesario establecer un plan de recolección de datos y reconocer los procesos claves.

Analizar

Como resultado de esta etapa se obtiene un entendimiento preciso sobre las variables que realmente influyen sobre la salida del proceso.

Se analiza los datos recolectados y los procesos, para determinar la causa raíz del problema, sean estos defectos, variaciones, bajo rendimiento, etc.

Para analizar los datos es de gran ayuda utilizar herramientas como el diagrama de Pareto, Ishikawa, los cinco porqués y el diagrama de procesos.

Mejorar

Se logra mejorar el rendimiento de los procesos por medio de la eliminación de las causas raíces. Las propuestas de mejora deben ser validadas por medio de pruebas piloto, y analizar si las mismas son sustentables.

Controlar

Se establece un plan de monitoreo del proceso mejorado, con la finalidad de controlar que el proceso de los resultados esperados y perdure en el tiempo. (LACCEI, 2012)

1.3.3 SIPOC

Herramienta que permite visualizar el proceso de manera sencilla, identificando a las partes implicadas en el mismo, como lo son los proveedores, clientes, recursos y proceso como tal. Se lo utiliza antes de realizar un diagrama de flujo y se emplea tanto en el ámbito de *Six Sigma* como en la gestión por procesos en general. (AEC, 2017)

1.3.4 VOC

Es una herramienta empleada para reunir las necesidades del mercado y dar una respuesta efectiva al cliente. Las encuestas y los grupos focales pueden servir para validar lo que una organización piensa conocer acerca de las necesidades del cliente.

El procedimiento para obtener información sobre las necesidades, expectativas y percepciones de los clientes puede ser reactivo (análisis de las quejas, peticiones) o proactivo. (CALETEC, 2016)

1.3.5 Diagrama de Pareto

Esta herramienta nos permite separar los problemas más relevantes de aquellos que no tienen importancia, mediante la aplicación del principio 80-20 o principio de Pareto. Se emplea para centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos. (Aiteco, 2017)

1.3.6 Value Stream Mapping

Herramienta que permite relacionar todas las actividades que agregan valor para crear un servicio o producto, significa trabajar en toda la cadena de valor, no sólo en los procesos internos. Se sigue la producción de un producto desde el proveedor hasta que llega a las manos del cliente y luego del análisis se crea un mapa o diagrama de la condición del proceso actual detallando los pasos y sus respectivas métricas con el fin de ser un método de visualización para generar el plan futuro. (Manufactura Inteligente, 2015)

1.3.7 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es una herramienta de análisis para identificar todas las posibles causas para un determinado efecto. Es conocido también como un diagrama causa – efecto y se divide en las siguientes categorías.

- Mano de obra
- Materiales
- Métodos
- Equipos
- Medio Ambiente

Aunque otras categorías pueden ser usadas dependiendo del estudio.

El equipo realiza una lluvia de ideas de las posibles causas para el problema, cada idea es considerada por más que parezca poco importante al principio, luego son categorizadas y ubicadas en el apropiado lugar dentro del diagrama.

Las ideas que sean sub-elementos de otras son colocadas debajo de las ideas principales. (Tague N. R., 2005)

1.3.8 Técnica de 5 por qué.

Un procedimiento usualmente empleado en la etapa de planificación dentro del ciclo PHVA es el proceso de los cinco por qué. El propósito de este procedimiento es asegurar que la causa raíz no sea un síntoma superficial. Consiste en la exploración de un problema por medio de la Causa-efecto repitiendo 5 veces la sencilla pregunta ¿Por qué?

Asumiendo que las cinco respuestas son tomadas de la causa raíz del problema, una solución puede ser sugerida partiendo de la quinta respuesta, proveniente del quinto por qué. En muchas situaciones, los problemas reales y las causas raíces son ocultadas por problemas aparentes, y es allí que esta herramienta es de gran ayuda. (Nicholas, 2011, pág. 30)

1.3.9 Matriz impacto-esfuerzo

Es una herramienta cuyo fin es resumir visualmente las ventajas y desventajas de posibles soluciones al problema estudiado. También permite establecer prioridades al momento de escoger la solución más adecuada tomando en cuenta dos criterios, nivel de dificultad para implementar la solución y el nivel de impacto de beneficios al momento de resolver el problema. (Cabrera, 2016)

1.3.10 Norma técnica ecuatoriana INEN 2632:2012

“Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el manejo de lámparas de descarga en desuso”. (INEN, 2012, pág. 1)

Continuación tabla 2.1

	Actividades	oct-17				nov-17				dic-17				ene-18				feb-18	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2.4	Evaluación del cumplimiento de estándares en el taller y las bodegas en concordancia al <i>check list</i> .																		
2.5	Revisión con tutor.																		
2.6	Presentación Ejecutiva																		
3	Generación y selección de soluciones																		
3.1	Generación de soluciones en base a análisis de causas previo																		
3.2	Evaluación de soluciones																		
3.3	Establecimiento de planes de implementación																		
3.4	Revisión con el tutor																		
3.5	Presentación Ejecutiva																		
4	Pruebas prototipo y planes de implementación																		
4.1	Implementar soluciones en la unidad de negocio Guayaquil.																		
4.2	Revisión con tutor																		
4.3	Presentación Ejecutiva.																		

Fuente: Elaboración propia

2.1 Definición

En esta primera fase se obtiene una definición clara y precisa del problema, así mismo se levanta toda la información pertinente al proceso inmerso en el tratamiento de desechos de alumbrado público, se establece el equipo de trabajo más adecuado para resolver el problema y como prioridad está considerar todas las necesidades del personal involucrado en el proceso.

La información usada en esta etapa resultó de entrevistas realizadas a diferentes involucrados.

2.1.1 Levantamiento de información

a) Entrevista inicial con director de alumbrado público de UNG

Permitió definir el problema del proyecto mediante la identificación de las necesidades que presenta la corporación, conocer el personal involucrado en la problemática y lo que esperan del desarrollo del proyecto. Esta reunión inicial fue crucial para encaminar todas las herramientas que serán necesarias para alcanzar los objetivos.

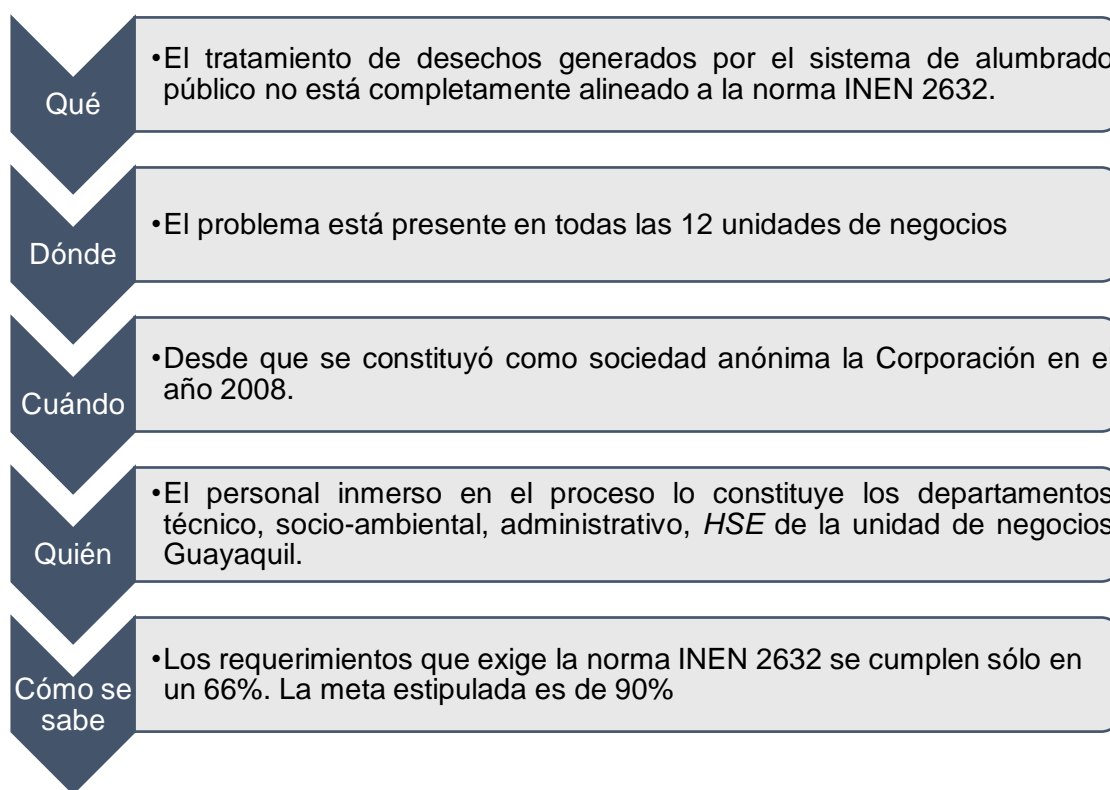


Figura 2.1: Herramienta 5W+H

Fuente: Elaboración propia

La problemática mencionada por la corporación tenía varios enfoques y se fue modelando de acuerdo con las entrevistas realizadas con los diferentes involucrados y a la información con la que cuenta la Corporación. La UNG cuenta con un departamento socio-ambiental el mismo que se rige bajo normativas técnicas locales y planes internos referentes al tratamiento de

desechos de SAP, sin embargo existen requerimientos que no se están cumpliendo a cabalidad, por tal motivo se optó por tener como base la normativa INEN 2632.

Mediante la herramienta 5W+1H el problema quedó definido de la siguiente manera:

El procedimiento ejecutado por la corporación en cuanto al tratamiento de desechos producidos por el mantenimiento del sistema de alumbrado público sólo cumple con el 66% de los requerimientos la norma técnica ecuatoriana INEN 2632:2012 en contraste con la meta deseada de 90%. El problema está presente desde el año 2008.

Existen 7 tipos de desechos principales que genera el SAP y para establecer qué elementos son los más críticos para enfocar la problemática, se realizó un diagrama de Pareto con información obtenida de reportes físicos del taller de alumbrado público. En la figura 2.2 se muestra el volumen de desechos generados en los últimos dos años, clasificados por tipo de componente.

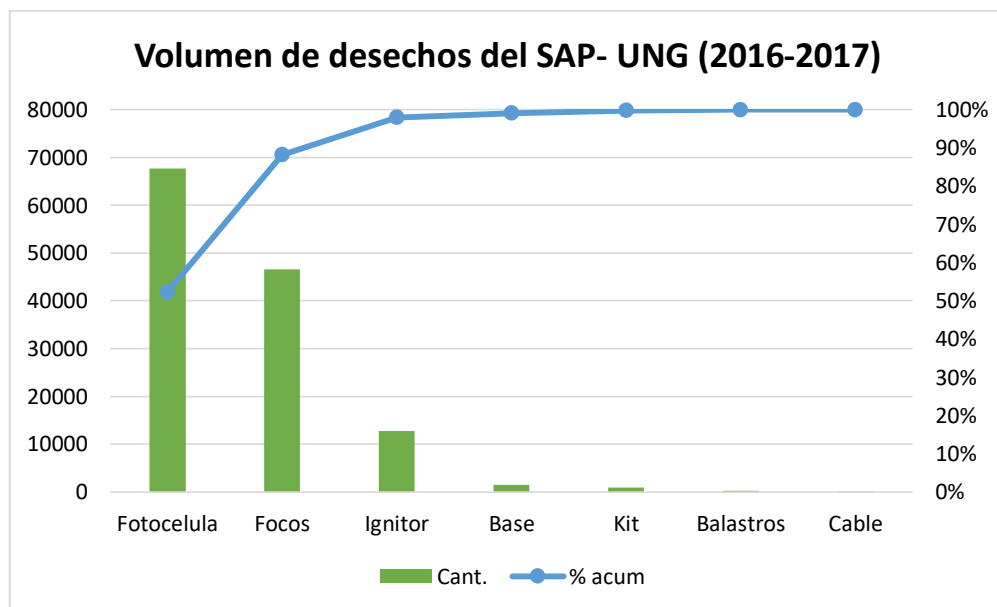


Figura 2.2: Volumen de desechos del SAP 2016-2017

Fuente: Elaboración propia

Desde el año 2016 hasta la actualidad se registra en el taller de alumbrado público un total de 67.655 fotocélulas obsoletas y 46.559 focos dados de baja. Estos dos elementos representan más del 80% del total de desechos producidos en el sistema de alumbrado público de la unidad de negocios Guayaquil.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el diagrama de Pareto los elementos más críticos según el volumen de desechos que se generan lo constituyen las fotocélulas y los focos siendo estos dos componentes los ejes principales en el desarrollo de los planes de manejo de desechos. Sin embargo debido a la toxicidad de las lámparas de descargas, el enfoque principal estará en este tipo de material obsoleto.

2.1.2 Alcance

Mediante la herramienta SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) como se muestra en la figura 2.3 se entendieron los procesos generales que tienen lugar en el manejo de desechos del SAP.

<i>SUPPLIER</i>	<i>INPUTS</i>	<i>PROCESS</i>	<i>OUTPUTS</i>	<i>CUSTOMER</i>
Call Center	Quejas de la comunidad	Escuchar quejas de usuarios ↓ Registrar datos del cliente en el sistema	Reporte de orden de trabajo	Departamento técnico
Contratistas Importadores	Kits de capacitor, ignitor y balastro Focos nuevos	Reparar alumbrado público	Incidentes laborales	Comunidad
Técnicos	Cartones Habilidades de los técnicos	Almacenar desechos en el taller ↓ Transferir desechos a las bodegas ↓ Descargar desecho no tóxico en la bodega del Astillero	Espacio de bodega utilizado Materiales desechados Incidentes laborales % de gases tóxicos emanados al ambiente	Bodegas
Personal técnico	Máquinas y equipos	Separar componentes tóxicos de los focos	Vidrio y mercurio separado	Contralor
Personal administrativo y financiero Candidatos de subasta inversa (gestores ambientales)	Desechos no clasificados	Proceso de subasta inversa de chatarra y elementos tóxicos.	Problemas administrativos % de desechos no clasificados	Compañía

Figura 2.3: SIPOC

Fuente: Elaboración propia

Para establecer prioridades y objetivos consistentes con las necesidades del cliente se hizo uso de la herramienta VOC, de esta forma se aseguró determinar las necesidades que realmente se pueden satisfacer.

Tabla 2.2: Voice of Customer

Cliente	Hallazgos	VARIABLES A MEDIR
<i>Gerencia Técnica</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Se cree que el tratamiento actual de desechos no cumple normas locales. • No existen procedimientos que el personal pueda seguir para una adecuada manipulación de materiales desechados • Existe preocupación por el nivel de exposición a elementos nocivos 	<ul style="list-style-type: none"> • % de cumplimiento de Norma INEN 2632:2012
<i>Taller de Alumbrado Público UNG</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Inadecuado almacenamiento temporal de los focos que se dan de baja. • No existe procedimientos de reciclaje estandarizados. • No se dispone de contenedores adecuados para almacenar los materiales en desuso 	<ul style="list-style-type: none"> • % de cumplimiento de Norma INEN 2632:2012
<i>Bodegas de Desecho UNG</i>	<ul style="list-style-type: none"> • El volumen de desechos generados por alumbrado público no son sometidos a un proceso de reciclaje • Antes del proceso de trituración algunas lámparas no son clasificadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de material en desuso • Cantidad de lámparas de descarga trituradas por tipo

Fuente: Elaboración propia

Estas dos últimas herramientas facilitaron el establecimiento del alcance del proyecto como se describe a continuación:

El proyecto es a beneficio de toda la compañía; sin embargo, la fase de campo será realizada únicamente en las bodegas y taller de la unidad de negocio Guayaquil, con miras a replicar las mejoras en las demás unidades de negocio de la corporación. El alcance abarca desde el proceso de almacenamiento de desechos en el taller hasta que los desechos entran a un proceso de subasta inversa.

Como resultado de esta fase se tiene más clara la variable respuesta del proyecto.

Y: % de cumplimiento de requerimientos de la norma INEN 2632

Las otras variables a medir son las siguientes:

- Cantidad de materiales obsoletos
- Cantidad de lámparas de descarga trituradas

Estas dos variables además de tener objetivos específicos de medición afectan la variable respuesta, puesto que los requerimientos de la Norma INEN 2632:2012 giran en torno a estas y facilitan la creación de planes de mejora para resolver el problema, al ofrecer un contexto de la magnitud materiales que permanecen en los diferentes centros de almacenamiento y el flujo de los mismos.

2.2 Medición

De acuerdo a las variables citadas previamente en la fase de definición se desarrolló un plan de recolección de datos con el fin de llevar un orden de ejecución.

PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
Información a recolectar	Tipo de Dato	Métodos de recolección de datos	Factores de estratificación	Métodos de Registro	Objetivo de recolección	Documento
Cantidad de materiales del SAP en desuso	Cuantitativo-Discreto	<ul style="list-style-type: none"> Entrevista con profesional del departamento de Activo Fijo Entrevista con bodeguero del Taller del SAP Revisión de datos históricos de materiales obsoletos del SAP 	<ul style="list-style-type: none"> Qué: Tipo de desecho Dónde: Taller-bodega del SAP Cuándo: mensualmente 	<ul style="list-style-type: none"> Registro en sistema CG software El bodeguero elabora un reporte físico de los materiales desechados que son entregados por los técnicos de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Determinar el material más crítico del SAP <ul style="list-style-type: none"> Determinar la necesidad de recipientes para el almacenamiento del elemento más crítico. Facilitar conteo de focos 	Reporte de materiales obsoletos bodega Ceibos
Cantidad de lámparas de descarga trituradas.	Cuantitativo-Discreto	<ul style="list-style-type: none"> Entrevista con Depto. Ambiental. Revisión de datos históricos de lámparas de descarga trituradas del SAP. 	<ul style="list-style-type: none"> Qué: Tipo de lámparas de descarga según el gas utilizado. Dónde: bodega guasmo del SAP Cuándo: anualmente 	<ul style="list-style-type: none"> Registro en sistema CG software 	<ul style="list-style-type: none"> Facilitar el proceso de trituración de lámparas de descarga. Determinar el tipo de contenedor adecuado. 	--
Cumplimiento de requerimiento de la Norma INEN 2632:2012	Cualitativo	<ul style="list-style-type: none"> Inspección de bodega y taller del SAP 		<i>Check List.</i>	<ul style="list-style-type: none"> Determinar aspectos necesarios para el cumplimiento de la Norma INEN 2632. 	Norma INEN 2632:2012

Tabla 2.3: Plan de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia

2.3 Recolección de datos

2.3.1 Variable medida: cantidad de materiales obsoletos

Los datos recolectados para esta variable se generaron de dos fuentes informativas, reportes del sistema web facilitados por un profesional de activos fijos y los reportes físicos que elabora periódicamente el bodeguero del taller de SAP (Apéndice A)

Para medir la confiabilidad y precisión de los datos se compararon estas dos fuentes, arrojando diferencias significativas entre ambas, por lo que sólo una de ellas será considerada como información confiable para sustentar los planes de mejoras a realizar.

La fuente de información verídica corresponde a los reportes otorgados por el bodeguero. En la figura 2.4 existe más detalle de las diferencias que otorgan la confiabilidad y precisión a los reportes físicos.

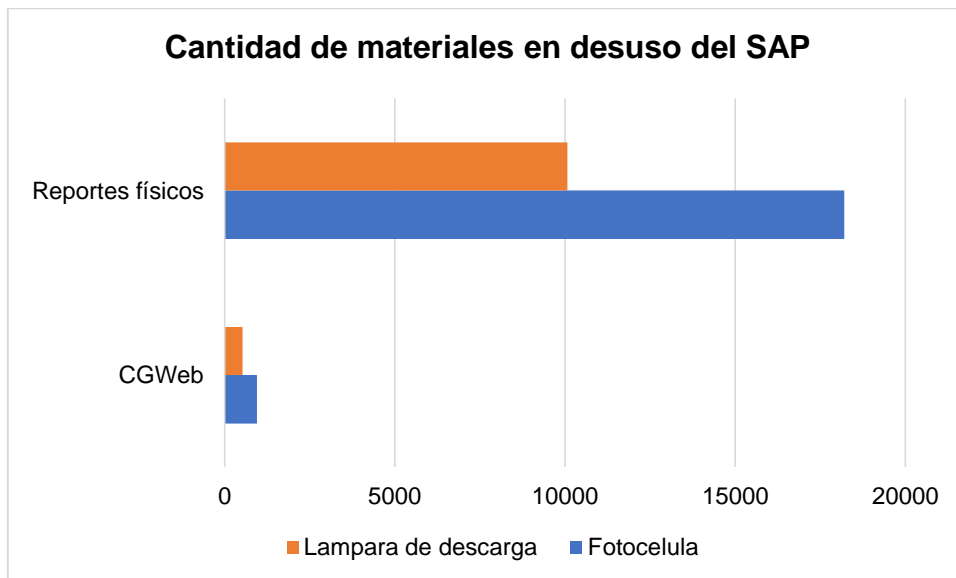


Figura 2.4: Cantidad de materiales obsoletos por fuente de información

Fuente: Elaboración propia

Los registros en el sistema web representan tan solo el 5% de los desechos que registra el bodeguero del taller antes de realizar el envío a los centros de almacenamiento.

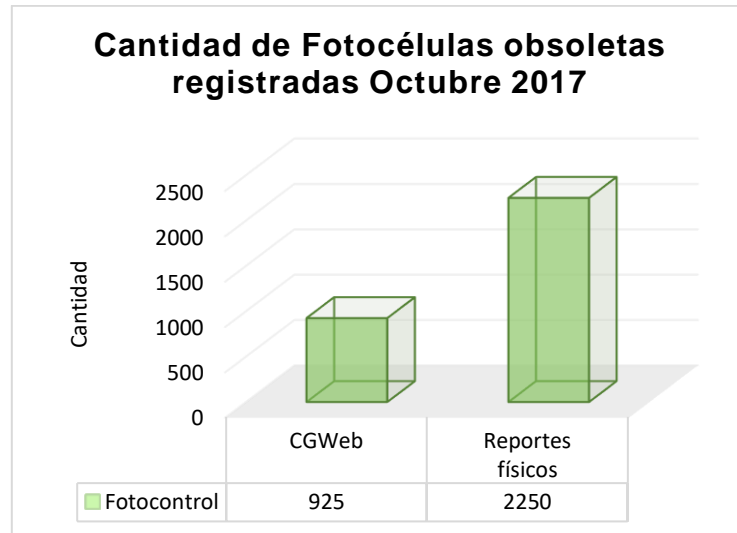


Figura 2.5: Cantidad de fotocélulas de un mes específico

Fuente: Elaboración propia

La figura 2.5 permite hacer una comparación más precisa de ambas fuentes de información, como se observa, en el mes de octubre del año 2017 fueron dadas de baja aproximadamente 2250 fotocélulas, sin embargo, apenas el 40 % de esta información fue subida al sistema informático

2.3.2 Variable medida: cantidad de lámparas de descargas trituradas.

Esta información se obtuvo de una fuente segura, como lo es el área socio-ambiental. Debido a la toxicidad del elemento, son registros que se elaboran de forma necesaria periódicamente.

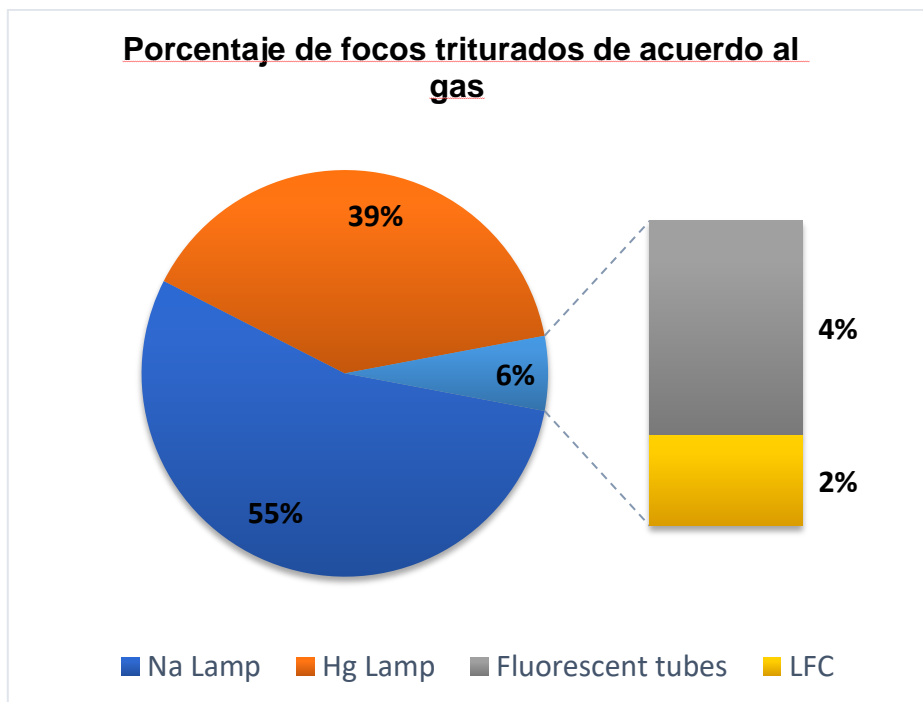


Figura 2.6: Focos triturados de acuerdo al tipo de gas

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2.6, se observa que las lámparas de sodio son aquellas que están presentes en mayor proporción seguidas de las lámparas de mercurio que poco a poco se han ido reemplazando.

En la figura 2.7, se refleja un incremento en la cantidad de focos triturados lo que indica que cada año la demanda de mantenimientos de alumbrado público es mayor.

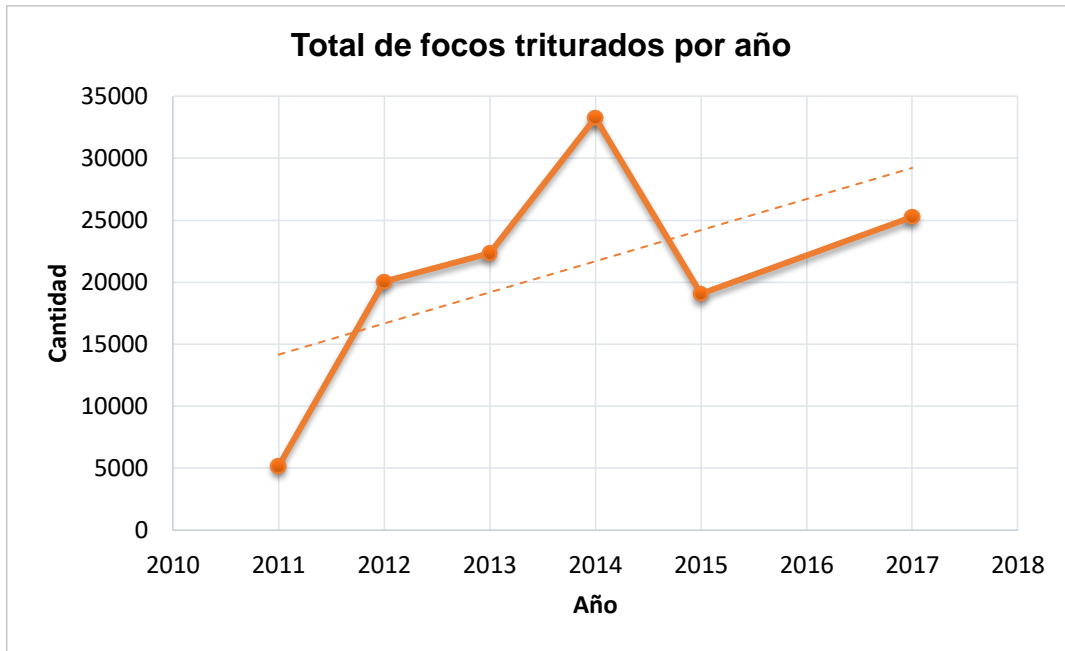


Figura 2.7: Total de focos triturados por año

Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Variable medida: Cumplimiento de requerimientos de la Norma INEN 2632:2012

Para la recolección de datos de esta variable se elaboró una lista de verificación (Apéndice B) la cual constituye una herramienta crucial en estos tipos de proyectos, puesto que mediante ésta se identifican las oportunidades de mejora que tienen lugar.

El documento fue aprobado por un profesional de alto cargo en el área de alumbrado público y durante la inspección, existió un supervisor que certifica la confiabilidad de la toma de datos (Apéndice C)

Otra la validación de los datos la constituyen las fotografías tomadas como evidencia del nivel de cumplimiento de cada requerimiento de la lista de verificación (Apéndice C)

Con la ayuda de esta herramienta, se pudo establecer un porcentaje inicial de cumplimiento de los requerimientos de la norma INEN 2632:2016 y con la implementación de las soluciones que se seleccionen se podrá comparar con el nuevo índice que se obtenga del indicador.

2.4 Análisis

Mediante la etapa de análisis fue posible determinar las causas raíces que generan el problema, esta etapa es la más importante de todo el proyecto puesto que dependiendo de los resultados obtenidos se plantean soluciones que puedan eliminar el problema.

Para asegurar un correcto análisis de causas se emplearon herramientas apropiadas como *Value Stream Mapping*, diagrama de Ishikawa, análisis de 5 por qué's y matriz de priorización de causas.

Las posibles causas del problema fueron determinadas en conjunto con el director, sub- director, asistentes de bodega del taller de alumbrado público y el coordinador de eficiencia energética (Apéndice D)

2.4.1 Value Stream Mapping

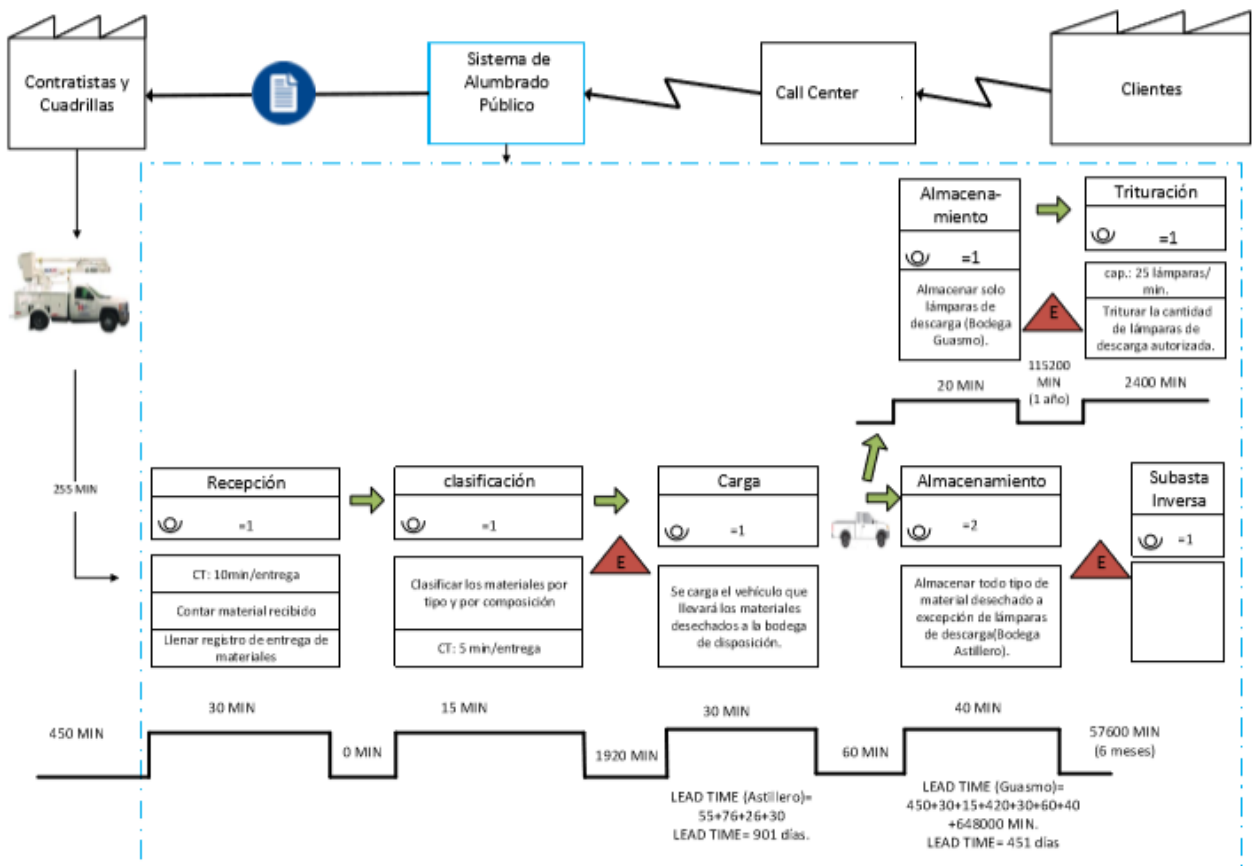


Figura 2.8: Mapeo de la cadena de valor del tratamiento de desechos

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en la figura 2.8 el proceso de tratamiento de desechos de alumbrado público desde su generación cuando las cuadrillas se encargan del respectivo mantenimiento hasta cuando estos desechos son almacenados en las bodegas correspondientes para luego ser sometidos a una subasta inversa o encargados a un gestor ambiental autorizado.

En cuanto a los tiempos, se puede observar que el tiempo más alto se da en la etapa final de almacenamiento donde los desechos esperan por ser vendidos como chatarra o, en el caso de las lámparas de descarga trituradas.

Se puede llegar a la conclusión que los tiempos de actividades que agregan valor al proceso como el mantenimiento del alumbrado, la recepción de los desechos, la clasificación en la bodega del taller de alumbrado público y la consecuente carga y descarga en las respectivas bodegas no constituyen un problema.

2.4.2 Diagrama de Ishikawa.

Para analizar las posibles causas del tratamiento inadecuado de lámparas de descarga obsoletas, se empleó una herramienta de calidad como lo es el diagrama de Ishikawa, cada causa fue generada por involucrados de la compañía mediante reuniones planificadas, de estas reuniones se logró una lluvia de ideas de todas las posibles causas, luego cada una de ella fue ubicada en una de las seis categorías establecidas.

En el diagrama se puede observar que se consideraron seis aspectos, el material que hace referencia a posibles causas relacionadas directamente a especificaciones de las lámparas; el método de trabajo usado por los operadores, sean estos de cuadrillas o bodegueros; máquinas o implementos usados en el proceso de tratamiento de lámparas obsoletas; causas relacionadas al entorno ambiental, a la mano de obra y por último algún tipo de causa relacionada a medidas.

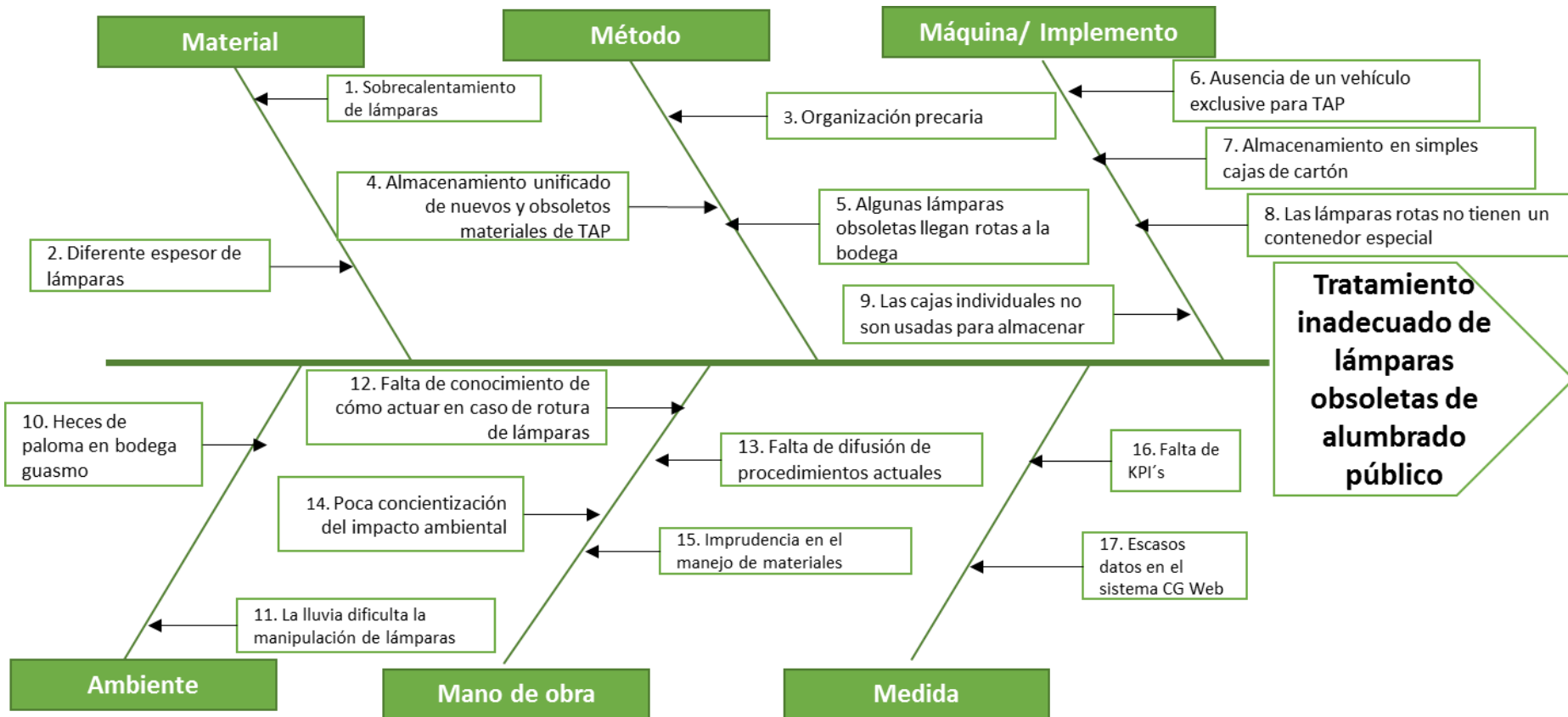


Figura 2.9: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Para facilidades de análisis se enlistaron todas las posibles causas con su respectiva numeración como se observa en la tabla 2.4.

Tabla 2.4: Lista de causas potenciales

N°	CAUSAS POTENCIALES
1	Sobrecalentamiento de lámparas
2	Diferente espesor de lámparas
3	Organización precaria de cajas de lámparas de descarga obsoletas
4	Almacenamiento unificado de materiales nuevos y obsoletos en TAP
5	Algunas lámparas obsoletas llegan rotas a la bodega
6	Ausencia de un vehículo exclusivo para TAP
7	Almacenamiento en simples cajas de cartón
8	Las lámparas rotas no tienen un contenedor especial
9	Las cajas individuales de las lámparas no son usadas en el almacenamiento
10	Heces de paloma en bodega guasmo
11	La lluvia dificulta la manipulación de lámparas
12	Desconocimiento de cómo actuar en caso de rotura de lámpara
13	Falta de difusión de procedimientos actuales
14	Poca concientización del impacto ambiental causada por los materiales
15	Imprudencia en el manejo de materiales
16	Ausencia de indicadores claves de desempeño
17	Datos escasos en el sistema CG web

Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Matriz de ponderación de causas.

Se obtuvieron en total 17 causas potenciales y con estas se procedió a definir un estándar de medición para priorizar las causas críticas haciendo uso de la matriz de priorización de causas.

El estándar de medición está dado por dos parámetros, la severidad y la ocurrencia.

La ocurrencia de cada causa fue determinada en conjunto con los involucrados con la ayuda de una escala numérica de ocurrencia como se detalla en la tabla 2.5

Tabla 2.5: Escala de ocurrencia

Escala	Efecto	Criterio
1	Remota	Causa aislada
4	Baja	Se presenta ocasionalmente
7	Moderada	Ocurre a menudo
10	Muy alta	Causa inevitable

Fuente: Elaboración propia

La severidad está relacionada con cuánto afecta negativamente al cumplimiento de la normativa INEN 2632:2012. De igual forma se estableció una escala numérica como se detalla a continuación en la tabla 2.6

Tabla 2.6: Escala de severidad

Escala	Efecto	Criterio
1	Nulo	No hay efecto
4	Moderado	Defecto menor identificado en manejo de material
7	Significativo	Incumplimiento con normativa INEN 2632. Desempeño reducido
10	Severo	Incumplimiento con normativa INEN 2632 y peligro potencial

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 2.10, el producto de estos dos parámetros genera el impacto, uno de los ejes de la matriz de priorización de causas.



Figura 2.10: Estándar de medición de análisis de causas

Fuente: Elaboración propia

Para definir si las causas son de alto o bajo impacto y poder ubicarlas en la matriz de priorización, se mapearon todos los posibles casos de impacto y se estableció que aquellas causas cuyo impacto sea inferior o igual a 16, serán consideradas de bajo impacto y, aquellas que tengan una escala superior o igual a 28, serán consideradas de alto impacto.

En la tabla 2.7 se muestra todos los productos posibles entre las valencias de severidad y ocurrencia.

Tabla 2.7: Escala de impacto

	1	4	7	10
1	1	4	7	10
4	4	16	28	40
7	7	28	49	70
10	10	40	70	100

Fuente: Elaboración propia

Los números resaltados de color verde corresponden a una escala de bajo impacto y aquellos resaltados de rojo, corresponden a una escala de alto impacto.

La puntuación de cada causa fue obtenida en conjunto con los involucrados y de esta forma se pudo determinar el impacto; en contraste, el esfuerzo

fue determinado cualitativamente con dos opciones fácil o difícil dependiendo de qué tan controlable sea cada causa.

Tabla 2.8: Esfuerzo - impacto de causas potenciales

	CAUSAS POTENCIALES	SEVERIDAD	OCURRENCIA	IMPACTO	ESFUERZO
1	Sobrecalentamiento de lámparas	4	4	16	Difícil
2	Diferente espesor de lámparas	4	10	40	Difícil
3	Organización precaria de cajas de lámparas de descarga obsoletas	7	7	49	Fácil
4	Almacenamiento unificado de materiales nuevos y obsoletos en TAP	4	10	40	Difícil
5	Algunas lámparas obsoletas llegan rotas a la bodega	7	7	49	Fácil
6	Ausencia de un vehículo exclusivo para TAP	7	4	28	Difícil
7	Almacenamiento en simples cajas de cartón	10	10	100	Fácil
8	Las lámparas rotas no tienen un contenedor especial	10	10	100	Fácil
9	Las cajas individuales de las lámparas no son usadas en el almacenamiento	4	7	28	Fácil
10	Heces de paloma en bodega guasmo	1	7	7	Difícil

Continuación tabla 2.8

	CAUSAS POTENCIALES	SEVERIDAD	OCURRENCIA	IMPACTO	ESFUERZO
11	La lluvia dificulta la manipulación de lámparas	4	4	16	Difícil
12	Desconocimiento de cómo actuar en caso de rotura de lámpara	10	7	70	Fácil
13	Falta de difusión de procedimientos actuales	4	4	16	Fácil
14	Poca concientización del impacto ambiental causada por los materiales	4	7	28	Fácil
15	Imprudencia en el manejo de materiales	4	4	16	Difícil
16	Ausencia de indicadores claves de desempeño	4	7	28	Difícil
17	Datos escasos en el sistema CG web	4	7	28	Difícil

Fuente: Elaboración propia

Con los valores finales de impacto y esfuerzo se procedió a elaborar la matriz de priorización de causas, la cual divide a las mismas en cuatro cuadrantes, en donde el cuadrante que hace referencia a causas de alto impacto y poco esfuerzo es aquel de mayor interés puesto que aquellas causas que se ubiquen en ese cuadrante son aquellas que se van a tratar.

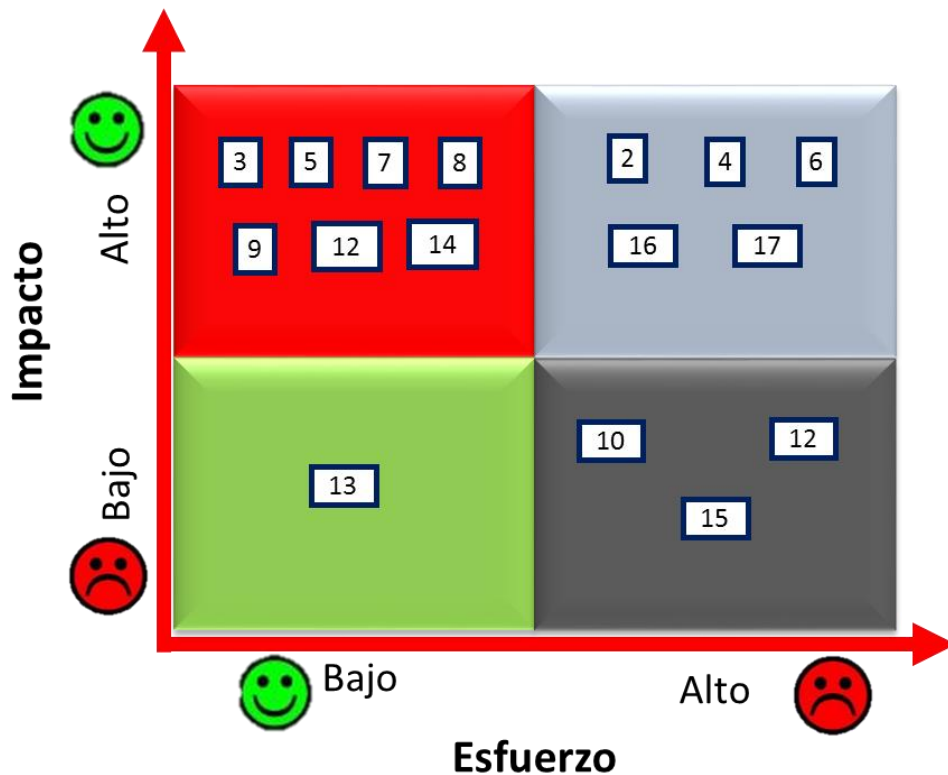


Figura 2.11: Matriz de priorización de causas

Fuente: Elaboración propia

La figura 2.11 muestra las causas que el presente proyecto tendrá en consideración para generar soluciones que eliminen el problema. De un total de 17 causas, 7 de ellas son críticas, las cuales se especifican en la tabla 2.9

Tabla 2.9: Causas críticas

N°	CAUSA CRÍTICA
3	Organización precaria de cajas de lámparas de descarga obsoletas
5	Algunas lámparas obsoletas llegan rotas a la bodega
7	Almacenamiento en simples cajas de cartón
8	Las lámparas rotas no tienen un contenedor especial
9	Las cajas individuales de las lámparas no son usadas en el almacenamiento

Continuación tabla 2.9

N°	CAUSA CRÍTICA
12	Desconocimiento de cómo actuar en caso de rotura de lámpara
14	Poca concientización del impacto ambiental causada por los materiales

Fuente: Elaboración propia

2.4.4 Análisis de cinco por qué

Con las causas críticas obtenidas se procedió a determinar la causa raíz de 4 de ellas puesto que las demás no requieren de un análisis de ese tipo.

N°	Causa crítica	1° Por qué	2° Por qué	3° Por qué	4° Por qué	5° Por qué	Causa Raíz
3	Organización precaria de cajas de lámparas de descarga obsoletas	Solo se usan marcadores para identificar las cajas	Ellos no conocen una mejor forma de organizar las cajas	----	----	----	Ellos no conocen una mejor forma de organizar las cajas
5	Algunas lámparas obsoletas llegan rotas a la bodega	Las lámparas tienen diferentes cuidados dependiendo de la fase de tratamiento	El manejo de lámparas de descarga es a discreción de cada trabajador	Los operadores trabajan de acuerdo a los recursos disponibles en su entorno	----	----	Los operadores trabajan de acuerdo a los recursos disponibles en su entorno
7	Almacenamiento en simples cajas de cartón	----	----	----	----	----	Almacenamiento en simples cajas de cartón
8	Las lámparas rotas no tienen un contenedor especial	----	----	----	----	----	Las lámparas rotas no tienen un contenedor especial
9	Las cajas individuales de las lámparas no son usadas en el almacenamiento	Las cajas individuales de las lámparas son desechadas	Los trabajadores no las consideran un material que pueda proteger las lámparas	Existe poca concientización del impacto ambiental que generan las lámparas de descarga obsoletas	----	----	Las cajas individuales de las lámparas no son usadas en el almacenamiento
12	Desconocimiento de cómo actuar en caso de rotura de lámpara	Los trabajadores no le dan importancia a las lámparas que se rompen	No existe un control sobre las lámparas que se rompen	----	----	----	No existe un control sobre las lámparas que se rompen

Tabla 2.10: Análisis de causa raíz

Continuación tabla 2.10

N°	Causa crítica	1° Por qué	2° Por qué	3° Por qué	4° Por qué	5° Por qué	Causa Raíz
14	Poca concientización del impacto ambiental causada por los materiales	-----	-----	-----	-----	-----	Poca concientización del impacto ambiental causada por los materiales

Fuente: Elaboración propia

Como resultado del análisis de causas se obtuvo una tabla resumen con la lista de causas potenciales y su causa raíz respectiva para aquellas que ameritaba un análisis de 5 por qué.

Tabla 2.11: Resultados de análisis de causas

CAUSA POTENCIAL	CAUSA RAÍZ
3. Organización precaria de cajas de lámparas de descarga obsoletas	Ellos no conocen una mejor forma de organizar las cajas
5. Algunas lámparas obsoletas llegan rotas a la bodega	Los operadores trabajan de acuerdo a los recursos disponibles en su entorno
7. Almacenamiento en simples cajas de cartón	Almacenamiento en simples cajas de cartón
8. Las lámparas rotas no tienen un contenedor especial	Las lámparas rotas no tienen un contenedor especial
9. Las cajas individuales de las lámparas no son usadas en el almacenamiento	Las cajas individuales de las lámparas no son usadas en el almacenamiento
12. Desconocimiento de cómo actuar en caso de rotura de lámpara	No existe un control sobre las lámparas que se rompen
14. Poca concientización del impacto ambiental causada por los materiales	Poca concientización del impacto ambiental causada por los materiales

Fuente: Elaboración propia

Luego de determinar las causas raíces de la problemática fue necesario validar cada una de ellas para aseverar que corresponden a causas reales como se observa en la tabla 2.12

Tabla 2.12: Validación de causas raíces

Causa raíz	Efecto	Método	Verificación con
Ellos no conocen una mejor forma de organizar las cajas	Incumplimiento de normativa INEN 2632	Entrevista- observación directa	Ing. Bismark Estrada Coordinador de eficiencia energética
Los operadores trabajan de acuerdo a los recursos disponibles en su entorno	Procedimiento de manejo de materiales ineficiente	Entrevista	Ing. Miguel Menéndez Director de taller de alumbrado público UNG
No existe un control sobre las lámparas que se rompen	Disposición inadecuada de lámparas rotas Liberación de mercurio al ambiente	Entrevista- observación directa	Ing. Miguel Menéndez Director de taller de alumbrado público UNG
Poca concientización del impacto ambiental causada por los materiales	Riesgos en la salud y contaminación inconsciente Los trabajadores no usan EPP	Entrevista	Sr. Rolando Valera Asistente de bodega

Fuente: Elaboración propia

2.5 Mejorar

Con el análisis de causas resultantes se procedió a generar posibles soluciones para resolver la problemática (Apéndice E). La metodología empleada consistió en agrupar las soluciones por tipo de causa raíz. En la tabla 2.13 se muestra todas las soluciones posibles numeradas de acuerdo a cada causa.

Tabla 2.13: Posibles soluciones

CAUSA	CAUSA RAÍZ	POSIBLES SOLUCIONES	ESFUERZO	IMPACTO
Organización precaria de cajas de lámparas de descarga obsoletas	Ellos no conocen una mejor forma de organizar las cajas	1. Diseñar etiquetas para contenedores de almacenamiento.	4	7
		2. Diseñar un plan de manejo de lámparas de descarga obsoletas (recolección, transporte y condiciones de almacenamiento).	1	10
Algunas lámparas obsoletas llegan rotas a la bodega	Los operadores trabajan de acuerdo a los recursos disponibles en su entorno	2. Diseñar de un plan de manejo de lámparas de descarga obsoletas (recolección, transporte y condiciones de almacenamiento).	1	10
		3. Crear un formato de hoja de seguridad para las lámparas de descarga.	1	4
		4. Implementar 5S en bodega ubicada en el taller de alumbrado público.	4	10
		5. Comparar los perfiles requeridos con los perfiles actuales.	4	4
Almacenamiento en simples cajas de cartón		6. Diseño de un contenedor adecuado para el almacenamiento de lámparas de descarga obsoletas.	7	10

Continuación tabla 2.13

CAUSA	CAUSA RAÍZ	POSIBLES SOLUCIONES	ESFUERZO	IMPACTO
Desconocimiento de cómo actuar en caso de rotura de lámpara	No existe un control sobre las lámparas que se rompen	7. Diseñar un formato de inspección para la rotura de lámparas de descarga.	1	7
		2. Diseñar de un plan de manejo de lámparas de descarga obsoletas (recolección, transporte y condiciones de almacenamiento).	1	10
		8. Desarrollo de una tarjeta de emergencia	1	4
Las lámparas rotas no tienen un contenedor especial		9. Diseño de un contenedor de emergencia para el almacenamiento de lámparas de descarga rotas.	7	10
Las cajas de cartón de las lámparas no son usadas para almacenar.	Poca conciencia del impacto ambiental causado por los materiales.	10. Plan de capacitación para crear conciencia en los trabajadores sobre el impacto causado por materiales obsoletos	4	10
		11. Preparación de la charla de concientización ambiental basada en estándares internacionales.	1	10
		12. Preparar un reporte de evaluación de exposición al mercurio	1	7

Fuente: Elaboración propia

2.5.1 Matriz de priorización de soluciones

Se obtuvieron en total 12 posibles soluciones y con éstas se procedió a establecer un estándar de priorización para así determinar las soluciones que deben implementarse; luego de esto se hizo uso de una matriz de priorización de soluciones.

La matriz de priorización de soluciones está constituida por dos ejes, esfuerzo e impacto. A continuación, en las tablas 2.14 y 2.15, se muestran las escalas de medición:

Tabla 2.14: Escala de esfuerzo

Escala de esfuerzo		
1	Bajo	No existe restricción
4	Moderado	Requiere permisos de áreas involucradas
7	Significativo	Requiere permisos a nivel gerencial
10	Alto	Completamente restrictivo, excede el presupuesto de ínfima cuantía.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.15: Escala de impacto

Escala de impacto		
1	Bajo	Poco interés en la implementación
4	Moderado	Existe interés en su implementación pero no incrementa el nivel de cumplimiento de la normativa INEN 2632
7	Significativo	Significativo interés en su implementación e incrementa el nivel de cumplimiento de la normativa INEN 2632
10	Alto	Completo interés en su implementación e incrementa el nivel de cumplimiento de la normativa INEN 2632.

Fuente: Elaboración propia

La evaluación de soluciones fue realizada en conjunto con los directivos del taller de alumbrado público considerando que las soluciones que tengan una puntuación de 7 o 10 son consideradas de alto impacto o esfuerzo respectivamente y por el contrario aquellas con una puntuación de 1 o 4 de bajo impacto o esfuerzo.

En la tabla 2.13 se muestran las puntuaciones de cada solución y con esa información se procedió a categorizarlas en la matriz de priorización de soluciones como se muestra en la figura 2.12

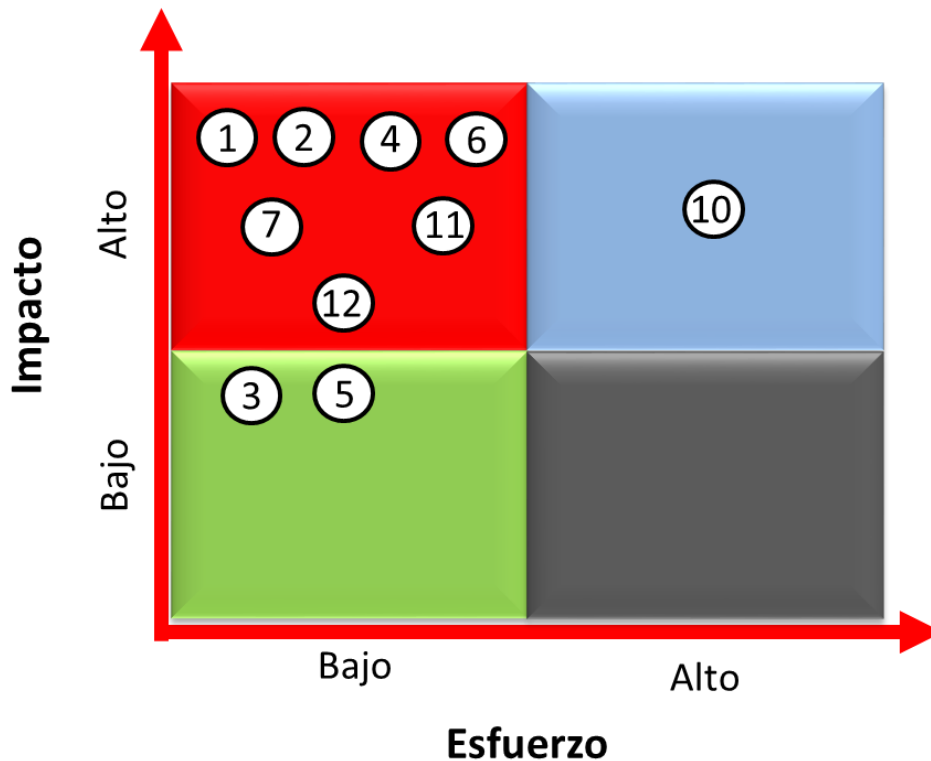


Figura 2.12: Matriz de priorización de soluciones

Fuente: Elaboración propia

2.5.2 Soluciones a implementar

De un total de 12 soluciones, 7 corresponden a soluciones de alto impacto y bajo esfuerzo, siendo éstas las seleccionadas para implementar, como se observa en la tabla 2.16. (Apéndice F)

Tabla 2.16: Resultado del análisis de soluciones

SOLUCIONES A SER IMPLEMENTADAS	CAUSA RAÍZ A ELIMINAR
1. Diseñar etiquetas para contenedores de almacenamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Ellos no conocen una mejor forma de organizar las cajas
2. Diseñar un plan de manejo de lámparas de descarga obsoletas (recolección, transporte y condiciones de almacenamiento).	<ul style="list-style-type: none"> • Ellos no conocen una mejor forma de organizar las cajas • Los operadores trabajan de acuerdo a los recursos disponibles en su entorno • No existe un control sobre las lámparas que se rompen
4. Implementar 5S en bodega ubicada en el taller de alumbrado público.	<ul style="list-style-type: none"> • Los operadores trabajan de acuerdo a los recursos disponibles en su entorno
6. Diseño de un contenedor adecuado para el almacenamiento de lámparas de descarga obsoletas.	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento en simples cajas de cartón
7. Diseñar un formato de inspección para la rotura de lámparas de descarga.	<ul style="list-style-type: none"> • No existe un control sobre las lámparas que se rompen
9. Diseño de un contenedor de emergencia para el almacenamiento de lámparas de descarga rotas.	<ul style="list-style-type: none"> • Las lámparas rotas no tienen un contenedor especial
11. Preparación de la charla de concientización ambiental basada en estándares internacionales.	<ul style="list-style-type: none"> • Poca conciencia del impacto ambiental causado por los materiales.
12. Preparar un reporte de evaluación de exposición al mercurio	<ul style="list-style-type: none"> • Poca conciencia del impacto ambiental causado por los materiales.

Fuente: Elaboración propia

2.5.3 Plan de implementación de soluciones

Con la finalidad de desarrollar las soluciones de la forma más organizada posible se estableció un plan de implementación que muestre con más detalle en qué consiste cada solución y su desarrollo, como se muestra en la tabla 2.17. (Apéndice G)

Solución	Razón de la implementación	Requerimientos afectados	Método de implementación	Lugar de implementación	Costo incurrido
1. Diseñar etiquetas para contenedores de almacenamiento.	Se requiere una fácil identificación de los tipos de desechos que los contenedores almacenan	2.1.3.2 2.1.3.3 2.1.3.4 2.1.3.5 2.1.4.10 2.1.7.6	Diseño de etiquetas con información que asegure una correcta manipulación de los contenedores y su respectiva guía de uso	Bodegas de unidad de negocios Guayaquil	\$15
2. Diseñar un plan de manejo de lámparas de descarga obsoletas (recolección, transporte y condiciones de almacenamiento).	Debido a que los operadores manipulan las lámparas de acuerdo a su experiencia y no tienen a disposición de un procedimiento a seguir.	1.8 2.1.1 2.1.8.3	Establecimiento de condiciones de recolección, transporte y almacenamiento de lámparas de descarga obsoletas. Establecimiento de acciones a tomar en caso de emergencias.	Unidad de negocios Guayaquil	\$0.00
4. Implementar 5S en bodega ubicada en el taller de alumbrado público.	El bodeguero no tiene un área de trabajo organizada que asegure un correcto almacenamiento de materiales.		Aplicación de los 5 primeros pasos de la metodología en la bodega: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke.	Bodega de almacenamiento ubicada en el taller de alumbrado público de UNG	\$21.20
6. Diseñar contenedor adecuado para el almacenamiento de lámparas de descarga obsoletas.	El actual contenedor causa que algunas lámparas se rompan	2.1.3.6 2.1.3.7 2.1.6.1 2.1.6.4 2.1.6.5 2.1.6.7	Diseño de un prototipo de contenedor basado en las características físicas y químicas de las lámparas de descarga haciendo uso del programa solidwork.	Corporación	\$0.00

Tabla 2.17: Plan de implementación de soluciones

Continuación tabla 2.17

Solución	Razón de la implementación	Requerimientos afectados	Método de implementación	Lugar de implementación	Costo incurrido
7. Diseñar un formato de inspección para la rotura de lámparas de descarga.	Se requiere dar un seguimiento de los incidentes que ocurren debido a la rotura de las lámparas de descarga que se les da de baja	2.2.2.12	Diseño de un formato y entrenamiento.	Taller de alumbrado público- Unidad de negocios Guayaquil	\$0.00
9. Diseñar contenedor de emergencia para el almacenamiento de lámparas de descarga rotas.	Debido a que una la rotura de lámparas provoca la emanación de gases nocivos, se requiere de un contenedor que lo prevenga.	2.1.3.8 2.1.3.9 2.1.6.6 2.1.7.13	Diseño de un contenedor basado en las características físicas y químicas de las lámparas de descargas mediante el uso del programa solidwork	Corporación	\$0.00
11. Preparación de la charla de concientización ambiental basada en estándares internacionales.	Los trabajadores no están conscientes del impacto ambiental de las lámparas que ellos manipulan y no toman las precauciones en su accionar	2.1.7.10	Preparación de una charla basada en la normativa colombiana NTP184 y ATSDR; exponiendo los peligros potenciales involucrados así como las consecuencias para el ser humano y el ambiental.	Taller de alumbrado público – Unidad de negocios Guayaquil	\$0.00
12. Preparar un reporte de evaluación de exposición al mercurio	Los trabajadores no han sido expuestos pruebas de laboratorio relacionadas a la exposición de mercurio.		Preparación y socialización de un reporte basado en información de organizaciones especializadas como ATSDR	Taller de alumbrado público – Unidad de negocios Guayaquil	\$0.00

Fuente: Elaboración propia

Período resaltado 1

Duración

Inicio real

% Completado

Real (fuera del plan)

% Completado (fuera del plan)

Planificación:

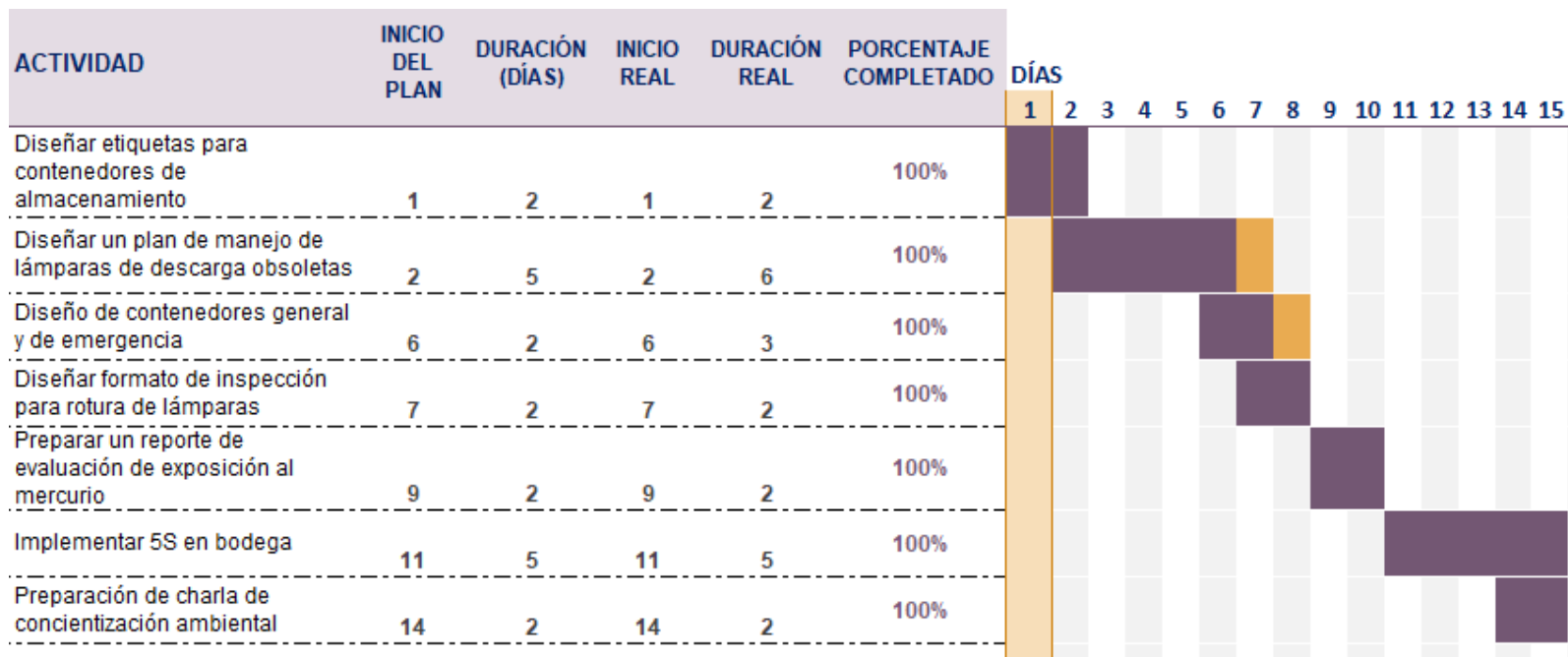


Figura 2.13: Planificación de soluciones

Fuente: Elaboración propia

Los responsables de la ejecución de cada actividad son los autores del proyecto

2.6 Controlar

Mediante la etapa de control se persigue mantener de forma estable las mejoras establecidas, al conseguirlo, se está logrando el objetivo principal del DMAIC. Si esta etapa no hubiera sido considerada, el proceso mejorado podría volver a su estado inicial

En esta etapa se establecieron los controles necesarios para asegurar que lo obtenido perdure en el tiempo, mediante el plan de control definido en la tabla 2.18.

Solución	Razón de control	Método de control	Responsable	Lugar de control	Frecuencia de control	Costo involucrado
1. Diseño de etiquetas para contenedores de almacenamiento.	Los contenedores podrían llegar sin etiqueta a la bodega de almacenamiento final por descuido en bodega anterior	Verificación visual	Subdirector de TAP	Bodega de almacenamiento	Mensual	\$0.00
2. Diseño de plan de manejo de lámparas de descarga obsoletas	Se debe asegurar que se esté realizando una correcta manipulación de materiales obsoletos y que sea socializado	Reuniones entre supervisores y operadores.	Subdirector de TAP Supervisores	TAP	Bimestral	\$0.00
4. Implementación 5S en bodega ubicada en el taller de alumbrado público.	Se debe evitar perder los cambio realizados por falta de control	Labor SEISO de 5 a 10 min diarios Verificación visual	Bodeguero	Bodega de almacenamiento	Diario	\$5.00 mensual
6. Diseño de un contenedor adecuado para el almacenamiento de lámparas de descarga obsoletas.	Las lámparas seguirán teniendo roturas si se sigue con el contenedor actual	Verificación visual	Director de SAP	Bodega de almacenamiento	Una sola vez	\$0.00

Tabla 2.18: Plan de control de soluciones

Continuación tabla 2.18

Solución	Razón de control	Método de control	Responsable	Lugar de control	Frecuencia de control	Costo
7. Diseñar un formato de inspección para la rotura de lámparas de descarga.	Se necesita mantener un registro de la cantidad de lamparas que se rompen para determinar la magnitud de emanación de vapor de mercurio	Verificación visual	Supervisor de cuadrilla	TAP	Mensual	\$0.00
9. Diseño de un contenedor de emergencia para el almacenamiento de lámparas de descarga rotas.	Se debe evitar la emanación continua de vapor de mercurio luego de ocurrida la ruptura de lámpara	Verificación visual	Director de SAP	Bodega de almacenamiento	Semanal	\$0.00
12. Reporte de evaluación de exposición al mercurio	Asegurar que los trabajadores conozcan de la concentración de mercurio en su sangre	Verificación visual	Departamento HSE	TAP	anual	\$0.00

Fuente:Elaboración propia

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Impacto en variable respuesta

Con la implementación de las soluciones fue necesario una segunda verificación del *check list* y se realizó una comparación de la variable de respuesta definida en el capítulo 2. Para esto se elaboró una tabla resumen que muestra el impacto de cada solución en el nivel de cumplimiento de la norma INEN 2632:2012.

Como se observa en la tabla 3.1 cada una de las soluciones hicieron posible que 6 requerimientos pasaran a un nivel de cumplimiento total y 16 a un nivel de cumplimiento parcial, éstos en total conforman 22 requerimientos que antes tenía un cumplimiento bajo o nulo, las mejoras hicieron posible que incremente el porcentaje de cumplimiento de la norma INEN 2632:2012

SOLUCIÓN	CUMPLIMIENTO TOTAL		CUMPLIMIENTO PARCIAL		CUMPLIMIENTO BAJO		NO SE OBSERVA CUMPLIMIENTO	
	SIN MEJORA	CON MEJORA	SIN MEJORA	CON MEJORA	SIN MEJORA	CON MEJORA	SIN MEJORA	CON MEJORA
1. Diseño de etiquetas para contenedores de almacenamiento	0	4	0	2	3	0	3	0
2. Diseño de plan de manejo de lámparas de descarga obsoletas	0	0	0	3	1	0	2	0
6. Diseño de un contenedor adecuado para el almacenamiento de lámparas de descarga obsoletas.	0	0	0	6	6	0	0	0
7. Diseñar un formato de inspección para la rotura de lámparas de descarga.	0	1	0	0	0	0	1	0
9. Diseño de un contenedor de emergencia para el almacenamiento de lámparas de descarga rotas.	0	0	0	4	0	0	4	0
11. Charla de concientización ambiental basada en estándares internacionales.	0	1	0	0	0	0	1	0
12. Reporte de evaluación de exposición al mercurio	0	0	0	1	0	0	1	0
TOTAL DE REQUERIMIENTOS	0	6	0	16	10	0	12	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.1: Impacto de Soluciones en el nivel de cumplimiento de los requerimientos

Con las mejoras se logró que la variable respuesta, *% de cumplimiento de requerimientos de la norma INEN 2632* incremente de 66% a un 95% superando así la meta establecida de 90%.

En la figura 3.1 se observa el punto de partida del proyecto, en donde la variable respuesta tenía una puntuación de 66%

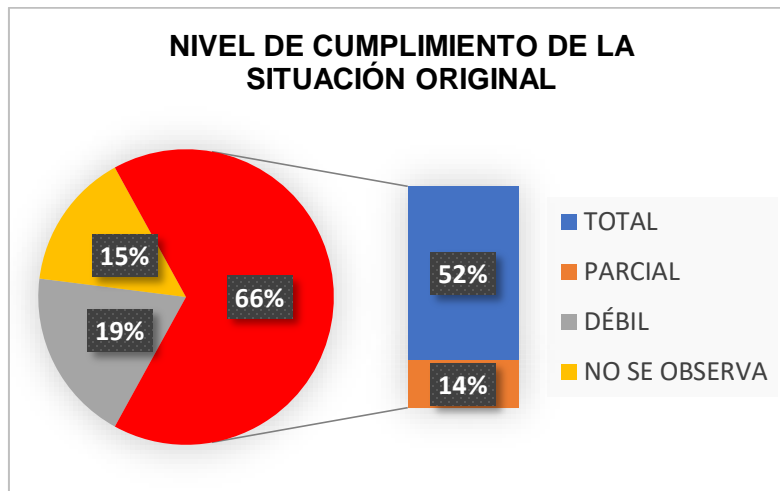


Figura 3.1: Nivel de cumplimiento de situación original

Fuente: Elaboración propia

Luego de la implementación, como se observa en la figura 3.2, el nivel de cumplimiento es del 95%, entre un nivel total y parcial.

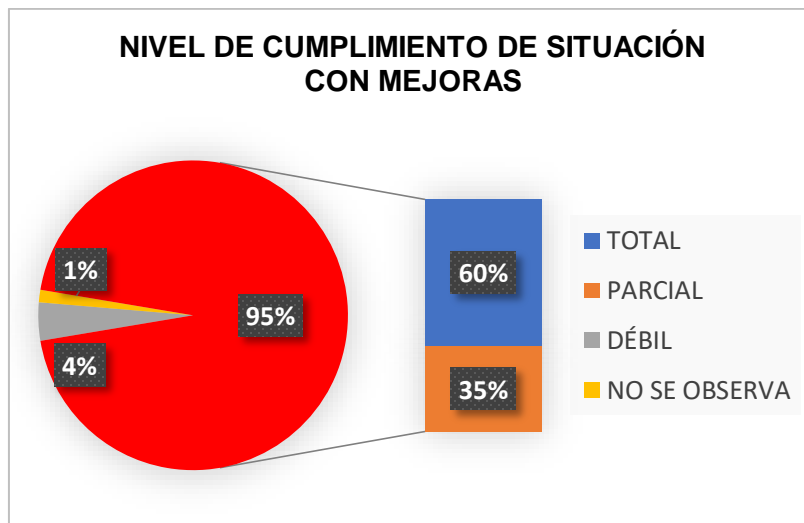


Figura 3.2: Nivel de cumplimiento de situación con mejoras

Fuente: Elaboración propia

3.2 Análisis de costos

3.2.1 Implementación de etiquetas en contenedores de almacenamiento

Los costos involucrados para el TAP en el diseño de etiquetas para contenedores de almacenamiento de lámparas de descarga obsoletas se muestran con detalle en la siguiente tabla:

Tabla 3.2: Costo anual de implementación de etiquetas

COSTO ANUAL DE ETIQUETAS	
Capacidad por recipiente (focos)	138
Entrada semanal de focos	300
Entrada mensual de focos	1200
Recipiente necesarios por mes	9
Recipiente necesarios por año	104
Número de etiquetas por recipiente	2
Etiquetas necesarias al mes	17
Etiquetas necesarias al año	209
Costo etiqueta de (13x16) cm^2	\$1,25
costo etiqueta de (10x10) cm^2	\$0,63
Costo de etiquetas requeridas al mes	\$32,61
Costo anual en etiquetas	\$391,30

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Implementación de Metodología 5S en bodega de almacenamiento de TAP

Tabla 3.3: Costo de implementación 5S

DETALLE	COSTO
Cinta de embalaje	\$ 1,3
Cartulinas fluorescentes	\$ 0,9
Separadores plásticos de carpeta	\$ 5,00
Marcadores	\$ 2,00
Implementos de limpieza	\$ 5.00
Cinta demarcatoria	\$ 7,00
TOTAL	\$21,20

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La actividad principal de una corporación muchas veces se lleva todos los esfuerzos y recursos por ser la que genera los ingresos; pero detrás de cada actividad principal existen un sinnúmero de actividades que le dan soporte y aunque no generan ingresos para la empresa; su descuido o mala ejecución podrían representar pérdidas monetarias o un impacto negativo en la salud del ser humano o el ambiente. El manejo de desechos por lo general no es rentable para una empresa; para este caso en específico el manejo de desechos producidos por el mantenimiento del sistema de alumbrado público a pesar de no ser una actividad que genere valor es muy necesaria, porque a diferencia de otras empresas que manejan elementos comunes, aquí se manejan elementos que no se pueden disponer de forma común al terminar su vida útil por el contenido de sustancias tóxicas en sus desechos.

En busca del ahorro energético y eficiencia en sistemas de alumbrado público se ha optado por el uso de lámparas de vapor de sodio que a pesar que su gas principal no es el mercurio, aún tienen una concentración menor del mismo. Pero una vez terminada la vida útil de la lámpara, ésta no se puede desechar normalmente, su correcta disposición final es una actividad que aunque no genera valor es necesaria, porque de no ser así se generan consecuencias negativas en el personal y el ambiente. Sumado a estas consecuencias están las sanciones que disponen el Código Orgánico Ambiental y los requerimientos de cumplimiento obligatorio de normativas locales como el Acuerdo Ministerial 061. Pero aún más importante y de mayor peso está la responsabilidad ambiental corporativa que debe mantener cada empresa.

Todo esto le da relevancia a proyectos de este tipo que buscan mejorar los procesos actuales y disminuir la huella ecológica en nuestro entorno. Como se ha podido notar,

muchas veces no es necesario invertir una gran cantidad de dinero en soluciones, hay mejoras que con una pequeña inversión generar un gran impacto.

Actualmente temas de esta índole están adquiriendo interés, como evidencia está la reciente convención mundial de mercurio desarrollada en Minimata que busca disminuir los efectos negativos por el abuso o mal manejo de este elemento

4.1 Conclusiones

- Mediante la recolección de datos se determinó que las lámparas de descarga constituyen el desecho más crítico en el sistema de alumbrado público, enfocando así todos los esfuerzos a este elemento.
- Las entrevistas y visitas in situ a las diferentes áreas involucradas permitió evidenciar la problemática e identificar todos los procesos inmersos.
- Se pudo identificar las causas raíces que generan el problema gracias a la participación del personal de alumbrado público, las mismas que permitieron la generación de soluciones para erradicarlas.
- Se superó la meta estipulada en cuanto al nivel de cumplimiento de la normativa INEN 2632:2012 con las mejoras propuestas, pudiendo tener un nivel de cumplimiento de 95 % una vez implementadas todas las soluciones.
- Se logró concientizar al personal de TAP con respecto a las posibles consecuencias de un mal manejo de desechos y la importancia de tener un área de trabajo ordenada.

4.2 Recomendaciones

- Mejorar el sistema de registro informático en el sistema (CG Web), si es posible llevar un registro diario de los materiales inservibles recolectados por el personal técnico, con la finalidad de tener un control exacto de los materiales utilizados al mes. Esto permitiría que el proceso de compras del nuevo material de alumbrado público sea más exacto y de acuerdo a un historial mensual de componentes.

- Mejorar la comunicación entre las diferentes áreas del sistema de alumbrado público mediante reuniones presenciales de forma periódicas para tratar temas actuales de interés común.
- Realizar la implementación de las soluciones en las demás unidades de negocio haciendo uso del material y manuales elaborados.
- Considerar las soluciones que demandan un presupuesto, como los contenedores propuestos, en la proyección presupuestaria anual.
- Durante el desarrollo del proyecto surgió la idea de desarrollar un proyecto encaminado a la disposición final de los focos de consumo doméstico puesto que gran parte de la población los desechan junto a la basura común, provocando emanación de gases nocivos por su posible ruptura.
- Gestionar los controles establecidos para el mantenimiento de las soluciones implantadas.
- Crear una cultura de orden y limpieza en cada área de la compañía y reconocer al área más organizada.

BIBLIOGRAFÍA

- AEC. (2017). *Diagrama SIPOC*. Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diagrama-sipoc>
- Aiteco. (2017). *Diagrama de Pareto*. Obtenido de Aiteco Consultores : <https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>
- Cabrera, C. (20 de Mayo de 2016). *Matriz de impacto y esfuerzo*. Obtenido de Mentory: <https://mentory.online/2016/05/matriz-de-impacto-y-esfuerzo.html>
- CALETEC. (21 de Junio de 2016). *La Voz del Cliente* . Obtenido de 6 Sigma, Lean y Kaizen : <http://www.caletec.com/blog/6sigma/la-voz-del-cliente-voc-voice-of-customer/>
- Centro Nacional de Información de la Calidad . (2009). *AEC*. Obtenido de https://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=0c51f4b2-9a18-46e1-8294-f2f6d1d3b9c7&groupId=10128
- Consultora CALETEC. (16 de Enero de 2012). *6 Sigma. Lean y Kaizen* . Obtenido de <http://www.caletec.com/blog/lean/¿que-es-lean-six-sigma/>
- INEN. (02 de Julio de 2012). *DISPOSICIÓN DE PRODUCTOS. LÁMPARAS DE DESCARGA EN DESUSO. REQUISITOS. NTE INEN 2632:2012 , Primera , 1*. Quito, Ecuador. Recuperado el 2017
- LACCEI. (Julio de 2012). *Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la*. Obtenido de <http://laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP147.pdf>
- Manufactura Inteligente. (2015). Obtenido de *VALUE STREAM MAPPING- CÓMO REALIZAR UN VSM CON TU EQUIPO*: <http://www.manufacturainteligente.com/value-stream-mapping-como-realizar-un-vsm-con-tu-equipo/>

Nicholas, J. (2011). *Lean production for competitive advantage*. New York, United States: CRC Press.

Tague, N. R. (2005). *The Quality Toolbox* (Segunda ed.). Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press. Recuperado el 2017, de Learn about Quality: <http://asq.org/learn-about-quality/cause-analysis-tools/overview/fishbone.html>

APÉNDICES

APÉNDICE A:

Reporte de materiales obsoletos proporcionado por TAP

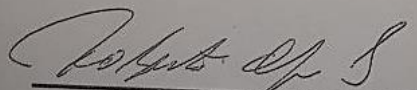
Fecha: 02/06/2017

De: Roberto Onofre
Bodega Ceibos

Para: Vicente Benavides
Bodega Planta Sur

Asunto: Listado de materiales obsoletos despachados a la Planta Sur.

No.	Descripción	Cantidad
1	Fotocelulas (unidades)	3940
2	Ignitores (unidades)	616
3	Base fotocelula	153
4	Kit 250 - 400	126
5	Kit 100 - 150	101


Roberto Onofre Iturralde
Bodega Origen Ceibos

Sr. Vicente Benavides Galvez

9 JUN 2017



Vicente Benavides
Bodega Destino

Victor Carroja Silva
02 JUN 2017

		CHECK LIST INSPECCIÓN				Tipo de documento: Registro
		"Disposición de productos. Lámparas de descarga en desuso. Requisitos"				
Reglamento técnico ecuatoriano:		INEN 2632:2012				
Aprobado por:		ING. SEBASTIÁN BENAVIDES				
Supervisor:		ING VICTOR PALACIOS				
Inspeccionado por:		ANGIE GALARZA- LUIS ESPINOZA				
Lugar de Inspección:		TALLER DE ALUMBRADO PÚBLICO				
Fecha de Inspección:						
		CUMPLIMIENTO				EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
		Total	Parcial	Bajo	No se observa	
1	Disposiciones Generales					
1.1	Las lámparas en desuso son arrojadas en lugares diferentes al suelo, cuerpos de agua, alcantarillado, desechos domiciliarios, comerciales o industriales.	1				
1.2	Para el manejo de las lámparas de descarga en desuso se desarrollan programas de gestión respectivos.	1				
1.3	Existen medidas de prevención para evitar que se produzcan accidentes y daños que pudieran ocurrir en la manipulación.	1				
1.4	El personal recibe capacitación inicial y actualización periódica.		1			
1.5	La capacitaciones incluyen obligaciones legales, de planificación, dirección, manejo, empaque, etiquetado, carga/descarga, sujeción, fijación de rótulos, manifiesto o formularios de consignación, seguridad ocupacional, reconocimiento del peligro, mitigación de riesgos, 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.	1				

		CUMPLIMIENTO			EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
		Total	Parcial	Bajo	
1.6	Se tiene un plan de contingencia para las actividades de manejo de lámparas de descarga en desuso.				
1.7	El equipamiento y materiales necesarios para la limpieza en caso de la rotura de lámparas de descarga, los implementos de primeros auxilios y las áreas de lavado son de fácil acceso para el personal en las áreas de recepción, inspección, y cerca(no dentro) del área de almacenamiento.		1		
1.8	Se exhiben copias del plan de emergencia, además de los equipos y materiales que deben utilizarse en caso de la rotura de lámparas de descarga.			1	
1.9	El acceso a la bodega de lámparas de descarga en desuso es restringido.	1			
1.10	Se realiza una inspección mensual de las instalaciones que manejan lámparas de descarga en desuso.				N/A
1.11	Durante la inspección se verifica si hay fugas, recipientes corroídos o quebrados, métodos inadecuados de almacenamiento, ventilación, condiciones del equipamiento y materiales básicos para la limpieza en caso de la rotura de lámparas de descarga y registros actualizados.		1		
2	Requisitos				
2.1	Requisitos específicos				
2.1.1	En los puntos de recepción se establecen, implementan y mantienen uno o varios procedimientos para la recepción, clasificación, identificación, almacenamiento y protección de las lámparas de descarga en desuso.			1	
2.1.2	Las fichas técnicas y de seguridad concernientes a las lámparas de descarga están disponibles para todos los trabajadores y se difunden las sesiones de capacitación.		1		
2.1.3	<u>Puntos de recepción de lámparas de descarga</u>				
	Los recipientes donde se colocan las lámparas en desuso :				
2.1.3.1	Son utilizados únicamente para este fin.	1			
2.1.3.2	Son etiquetados con el símbolo indicativo de la necesaria recolección selectiva.			1	

		CUMPLIMIENTO				EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
		Total	Parcial	Bajo	No se observa	
2.1.3.3	Son etiquetados de manera que se puedan diferenciar de los demás desechos sólidos.				1	
2.1.3.4	Los símbolos son estampados de manera visible, legible e indeleble.				1	
2.1.3.5	El etiquetado incorpora simbología que indique la correcta manipulación de los recipientes. (Por ejemplo contiene material frágil, debe colocarse en posición vertical u horizontal, material apto para reciclaje, entre otros).			1		
2.1.3.6	Se garantiza que el contenido se mantenga en condiciones seguras para la manipulación de las lámparas de descarga en desuso.			1		
2.1.3.7	El recipiente evita roturas debido a la fragilidad del material.			1		
2.1.3.8	En los puntos de recepción se disponen de contenedores de emergencia destinados a almacenar lámparas de descarga rotas, fisuradas y los desechos de limpieza de emergencia.				1	
2.1.3.9	Los contenedores de emergencia son herméticos, de material resistente y con una apertura amplia para recoger los vidrios rotos contaminados con mercurio.				1	
2.1.4	<u>Bodega de almacenamiento/centro de transferencia</u>					
2.1.4.1	Las Bodegas de almacenamiento/centro de transferencia cuentan con licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente o por las AAAR.	1				
2.1.4.2	No se come, bebe o fuma a los alrededores del espacio de almacenamiento.	1				
2.1.4.3	El espacio de almacenamiento se mantiene fresco y seco.	1				
2.1.4.4	Existen equipos de medición de los niveles de vapor de mercurio en el ambiente, en las bodegas/centros de transferencia.		1			
2.1.4.5	El equipo de supervisión es capaz de detectar mercurio en el aire en mg/m^3 al menos con tres decimales o en partes por mil millones, con un decimal.	1				
2.1.4.6	La bodega de almacenamiento/centro de transferencia tiene supervisión continua o periódica de los niveles de mercurio en el aire ambiente utilizando los monitores de vapor de mercurio.		1			

		CUMPLIMIENTO				EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
		Total	Parcial	Bajo	No se observa	
2.1.4.7	La supervisión periódica toma muestras de los niveles de mercurio, por lo menos diariamente.					N/A
2.1.4.8	Las lámparas en desuso se entregan a gestores autorizados por el Ministerio del Ambiente o por las AAAR para su tratamiento o disposición final.		1			
2.1.4.9	Con antelación a la entrega de lámparas al gestor autorizado de transporte y/o tratamiento de desechos peligrosos, se procede al envasado y etiquetado de los mismos.	1				
2.1.4.10	Las etiquetas de los envases contienen la información indispensable para guiar claramente la seguridad personal y ambiental de su gestión, de acuerdo a la NTE INEN 2266 y demás normativas aplicables.			1		
2.1.5	<u>Instalaciones</u>					
	El lugar destinado para servir de bodega de almacenamiento/ centro de transferencia:					
2.1.5.1	Dispone de áreas de recepción, inspección y almacenamiento separadas de las demás áreas de trabajo, en caso de existir.	1				
2.1.5.2	Cuenta con pasillos que faciliten el traslado de los materiales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en caso de emergencia.	1				
2.1.5.3	Cuenta con sistemas de detección y extinción de incendios.	1				
2.1.5.4	Dispone de una señalización apropiada con letreros alusivos a su peligrosidad y capacidad de almacenamiento, señalización de evacuación, en lugares y formas visibles, de conformidad con las normas NTE INEN 439 y NTE INEN 2266, y demás normativas vigentes.		1			
2.1.5.5	Dispone de áreas de lavado de emergencia ubicadas cerca (pero no dentro) del espacio de almacenamiento para fácil acceso por parte del personal autorizado.	1				
2.1.6	<u>Envases/recipientes y contenedores</u>					
2.1.6.1	Cuando se almacena lámparas intactas (sin fisuras ni roturas), el almacenaje incluye principalmente envases/recipientes que eviten roturas.				1	

		CUMPLIMIENTO				EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
		Total	Parcial	Bajo	No se observa	
	Los envases o recipientes empleados en las bodegas de almacenamiento/centros de transferencia:					
2.1.6.2	Se utilizan únicamente para este fin.	1				
2.1.6.3	Son fáciles de manipular.	1				
2.1.6.4	Son contruidos de material resistente.			1		
2.1.6.5	Garantiza que el contenido se mantenga en condiciones seguras para la manipulación de las lámparas de descarga en desuso.			1		
2.1.6.6	Incorporan un sistema que impida la liberación de vapor (fundas o forros de plástico -aluminio).				1	
2.1.6.7	Se los coloca en contenedores cerrados, identificados y etiquetados de acuerdo a la INEN 2266 y demás normativas aplicables.			1		
2.1.7	<u>Manipulación y Almacenamiento</u>					
2.1.7.1	Las lámparas de descarga en desuso son envasadas, almacenadas y etiquetadas, en forma tal que no afecten la salud de los trabajadores y al ambiente.	1				
2.1.7.2	Los envases /recipientes y contenedores de lámparas de descarga son manipulados por personal autorizado y capacitado para esta actividad.	1				
2.1.7.3	Los recipientes que contienen las lámparas están alejados de materiales oxidantes y corrosivos o cualquier otro material que puedan deteriorar los recipientes.	1				
2.1.7.4	Las lámparas de descarga en desuso se almacenan en envases/recipientes sobre plataformas, paletas, u otros mecanismos que faciliten su posterior transporte	1				
2.1.7.5	Los envases o contenedores carecen de filtraciones o daños que puedan favorecer a una rotura del contenido bajo las condiciones normales de manipulación posterior	1				
2.1.7.6	Todo envase contiene los materiales clasificados conforme a los tipos de lámparas contenidas y llevan su correspondiente identificación con marcas de tipo indeleble, legible y de un material resistente a la intemperie.			1		
2.1.7.7	Los envases se apilan de tal forma que no se dañan unos con otros.			1		

		CUMPLIMIENTO				EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
		Total	Parcial	Bajo	No se observa	
2.1.7.8	Los envases no exceden la capacidad de apilamiento establecida para el tipo de recipiente empleado de acuerdo a sus características.					N/A
2.1.7.9	Los anaqueles están claramente identificados y a una distancia de 1 metro entre bloque de anaqueles, así como de anaqueles a la pared.					N/A
2.1.7.1 ⁰	El personal que labora en las bodegas de almacenamiento/centros de transferencia está bien informado sobre la toxicidad y el peligro potencial del producto manejado, así como de las acciones a tomar en caso de emergencia.			1		
2.1.7.1 ¹	Se almacenan las lámparas de descarga en desuso en cantidades permitidas de acuerdo a la capacidad instalada de almacenamiento.	1				
2.1.7.1 ²	Al recibir los desechos, se pasa una inspección visual preliminar para determinar rápidamente el estado de empaque y recipientes sin necesidad de abrirlos.	1				
2.1.7.1 ³	En caso de que se sospeche de alguna fuga o rotura del envase, se lleva los desechos inmediatamente hacia los contenedores de emergencia estratégicamente ubicados para apoyar la atención de emergencia.			1		
2.1.7.1 ⁴	En caso de requerirse una reclasificación, se lleva los desechos a un área específica para una inspección más detallada, en que se asegure el control de las posibles emisiones y minimización de exposición a vapores de mercurio por parte de operadores, bajo una campana extractora o mediante el monitoreo de vapor de mercurio.					N/A
2.1.7.1 ⁵	La bodega de almacenamiento/centro de transferencia tiene clara las directrices sobre el re empaque y contención adicional si el empaque exterior es inadecuado o si están rotos.	1				
2.1.8	<u>Transporte</u>					
2.1.8.1	El transporte de lámparas de descarga se lo hace en vehículos cerrados con sistemas adecuados para asegurar la carga durante el transporte.	1				
2.1.8.2	El transporte tiene una valla entre la cabina del conductor y la carrocería del vehículo que esté diseñada para retener la carga en caso de que el vehículo se vea involucrado en una colisión.	1				

		CUMPLIMIENTO				EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
		Total	Parcial	Bajo	No se observa	
2.1.8.3	El transportista tiene un plan de transporte, plan de emergencia y teléfonos de notificaciones de emergencia antes de realizar el transporte			1		
2.1.8.4	El equipo de transporte cuenta con equipo de primeros auxilios, extintor de fuego, el equipamiento y materiales básicos para la limpieza en caso de la rotura de lámparas de descarga.			1		
2.1.8.5	Se apilan los recipientes evitando que los artículos se aplasten.	1				
2.1.8.6	La carga del vehículo se asegura con llave cuando está cargado.	1				
2.1.8.7	El transporte del punto de recepción hasta las bodegas de almacenamiento se lo realiza con un transportista con licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente o por las AAAR.					N/A
2.1.9	<u>Tratamiento</u>					
2.1.9.1	Previo a su disposición final, las lámparas de descarga en desuso reciben el tratamiento técnico correspondiente.	1				
2.1.9.2	Las lámparas de descarga en desuso no pasan más de seis meses en la bodega de tratamiento.			1		
2.1.10	<u>Reciclaje</u>					
2.1.10.1	Las instalaciones para reciclaje disponen de todas las facilidades, con la finalidad de que se garantice un manejo ambiental racional de los materiales.					N/A
2.1.10.2	El reciclaje de lámparas en desuso se lo hace con tecnologías que garantizan un manejo racional de los materiales e impiden la dispersión de los mismos.					N/A
2.1.10.3	El vidrio de lámparas de descarga es llevado a plantas de reciclaje específicas para estos materiales o a industrias que puedan incorporar estos materiales a sus procesos productivos (cumpliendo con la normativa nacional vigente)					N/A
2.1.10.4	El método de separación del mercurio en la planta de reciclaje asegura que la liberación del mercurio en el aire no exceda los límites permisibles.					N/A

		CUMPLIMIENTO				EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
		Total	Parcial	Bajo	No se observa	
2.1.11	<u>Disposición Final</u>					
2.1.11.1	La disposición final de los desechos se realiza a través de un gestor con licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente o por las AAAR.	1				
2.2	Requisitos Complementarios					
2.2.1	<u>Registros</u>					
2.2.1.1	Se elabora un registro del origen, fechas iniciales de almacenamiento, cantidades, características, movimientos de entrada, salida y destino de las lámparas de descarga en desuso.		1			
2.2.1.2	En la cuantificación, la declaración de la cantidad de desechos de mercurio se expresa en kilogramos o en toneladas.					NO SE VERIFICÓ
2.2.1.3	Los registros deben permanecer legibles, identificables y trazables.	1				
2.2.1.4	En la administración y mantenimiento de registros se conservan copias de las fichas técnicas y de seguridad y están disponibles para el personal.			1		
2.2.2	<u>Procedimientos a aplicar en caso de accidentes</u>					
2.2.2.1	Los recipientes para realizar la limpieza son rígidos y cerrados.	1				
2.2.2.2	Se consideran precauciones comunes para la recolección de vidrio roto, como el uso de guantes resistentes a cortes y el no uso de artículos que contienen metal.		1			
2.2.2.3	Las lámparas de descarga desechadas se mantienen separadas de los desechos ordinarios y otros tipos de desecho.	1				
2.2.2.4	Se toma en cuenta los límites de exposición al vapor de mercurio.	1				
2.2.2.5	Luego de una rotura de lámpara de descarga se determina si el ambiente se encuentra dentro del límite de exposición permisible.		1			
2.2.2.6	El equipo de protección personal es desechado junto a los desechos de mercurio o descontaminados.	1				
2.2.2.7	La ropa que es expuesta a un ambiente contaminado es desechada si su concentración excede los límites establecidos.	1				
2.2.2.8	Los contenedores de lámparas de descarga rotas tienen prioridad de envío al gestor.					N/A

		CUMPLIMIENTO				EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
		Total	Parcial	Bajo	No se observa	
1	Disposiciones Generales					
2.2.2.1 0	Los desechos de mercurio están separados de los desechos ordinarios y otros tipos de desecho.	1				
2.2.2.1 1	Las personas que han sido expuestas y las que laboran en áreas de riesgo, se realizan pruebas postocupacionales anuales.				1	
2.2.2.1 2	Se elaboran informes inmediatamente luego de un incidente incluyendo causas, efectos, acciones tomadas y acciones preventivas a tomar				1	

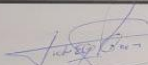
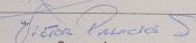
APÉNDICE C: Confiabilidad de datos

2.2.2.5	Luego de una rotura de lámpara de descarga se determina si el ambiente se encuentra dentro del límite de exposición permisible.				
2.2.2.6	El equipo de protección personal es desechado junto a los desechos de mercurio o descontaminados.				
2.2.2.7	La ropa que es expuesta a un ambiente contaminado es desechada si su concentración excede los límites establecidos.				
2.2.2.8	Los contenedores de lámparas de descarga rotas tienen prioridad de envío al gestor.				
2.2.2.9	Los contenedores de lámparas de descarga rotas son embalados y etiquetados.				
2.2.2.10	Los desechos de mercurio están separados de los desechos ordinarios y otros tipos de desecho.				
2.2.2.11	Las personas que han sido expuestas y las que laboran en áreas de riesgo, se realizan pruebas postocupacionales anuales.				
2.2.2.12	Se elaboran informes inmediatamente luego de un incidente incluyendo causas, efectos, acciones tomadas y acciones preventivas a tomar				

<p style="text-align: center;"> _____ Ing. Sebastián Benavides Director de Alumbrado Público</p>	<p style="text-align: center;">_____ Supervisor</p>
<p style="text-align: center;">_____ Inspeccionado por: Srta. Angie Galarza</p>	<p style="text-align: center;">_____ Inspeccionado por: Sr. Luis Espinoza</p>

Aprobación del formato de *Check List*

		CUMPLIMIENTO				EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
		Total	Parcial	Débil	No se observa	
2.2.2.5	Luego de una rotura de lámpara de descarga se determina si el ambiente se encuentra dentro del límite de exposición permisible.					No hay equipo en taller.
2.2.2.6	El equipo de protección personal es desechado junto a los desechos de mercurio o descontaminados.				✓	Solo los sacude.
2.2.2.7	La ropa que es expuesta a un ambiente contaminado es desechada si su concentración excede los límites establecidos.				✓	
2.2.2.8	Los contenedores de lámparas de descarga rotas tienen prioridad de envío al gestor.					-
2.2.2.9	Los contenedores de lámparas de descarga rotas son embalados y etiquetados.				✓	
2.2.2.10	Los desechos de mercurio están separados de los desechos ordinarios y otros tipos de desecho.					
2.2.2.11	Las personas que han sido expuestas y las que laboran en áreas de riesgo, se realizan pruebas postocupacionales anuales.				✓	Solo Pruebas Rutinarias.
2.2.2.12	Se elaboran informes inmediatamente luego de un incidente incluyendo causas, efectos, acciones tomadas y acciones preventivas a tomar				✓	

<p style="text-align: center;"> _____ Ing. Sebastián Benavides Director de Alumbrado Público</p>	<p style="text-align: center;"> _____ Supervisor</p>	<p style="text-align: center;">_____ Supervisor</p>
---	---	---

Firmas de aprobación de documento



Evidencia de almacenamiento de lámparas



Evidencia de cumplimiento de norma INEN 2632



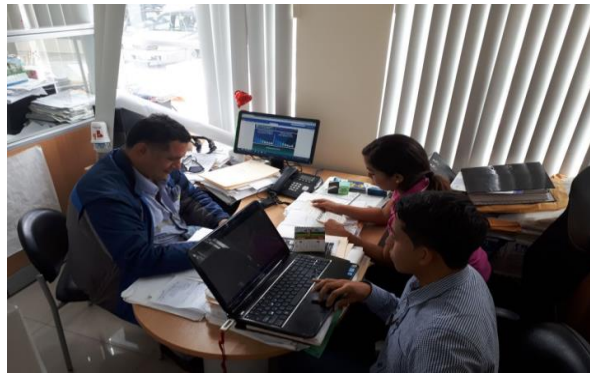
Recolección de datos

APÉNDICE D: Análisis de causas

Equipo de trabajo:



Ing. Mario Brevi
Director de TAP



Ing. Miguel Menéndez
Sub-director de TAP



Asistente de bodega

APÉNDICE E

Generación de soluciones



Evaluación de soluciones con tutor de proyecto



Priorización de soluciones con Subdirector de TAP

APÉNDICE F

Implementación de soluciones

Etiquetado de contenedores de almacenamiento



Etiquetado de lámparas de vapor de sodio de alta presión

Implementación de metodología 5S



Charla introductoria de los beneficios de la metodología



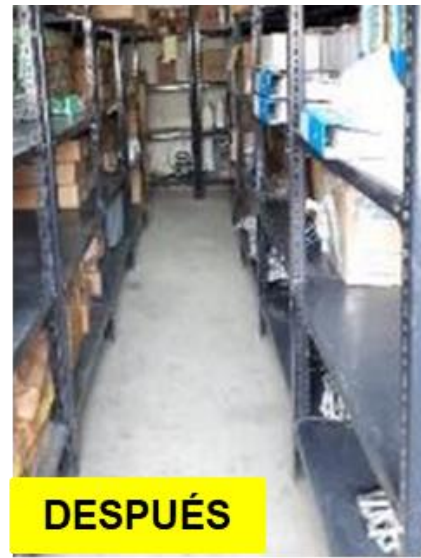
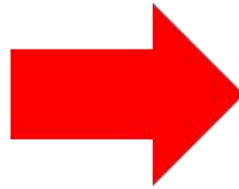
Aplicación de tarjeta roja a ítems de bodega



Designación de espacios a cada ítem



ANTES

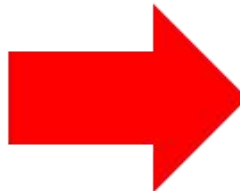


DESPUÉS

Resultado de implementación de 5S



ANTES



DESPUÉS

Resultado de implementación de 5S

Charla de concientización ambiental



Asistentes de la charla



Preguntas sobre efectos del mercurio a largo plazo

APÉNDICE G:
DESARROLLO DE SOLUCIONES

APÉNDICE G 1

Diseño de etiquetas para contenedores de almacenamiento.

DISEÑO DE ETIQUETAS PARA CONTENEDORES DE ALMACENAMIENTO DE LÁMPARAS DE DESCARGA OBSOLETAS

Con la finalidad de facilitar el proceso de almacenamiento de lámparas de descarga se establecieron 2 etiquetas necesarias.

De acuerdo a la norma técnica INEN 2632:2012 dentro de la categoría de requisitos específicos los recipientes donde se colocan las lámparas en desuso deben ser etiquetados de manera que se puedan diferenciar de los demás desechos sólidos con símbolos visibles, legibles e indelebles y el etiquetado debe asegurar una correcta manipulación de los recipientes y ser de un material resistente a la intemperie.

Las etiquetas de los envases deben contener la información indispensable para guiar claramente la seguridad personal y ambiental de su gestión, de acuerdo a la NTE INEN 2266.

La norma técnica ecuatoriana INEN 2266 proporciona especificaciones concernientes al etiquetado en el literal 6.1.5.1. Teniendo en cuenta estas consideraciones la etiqueta empleada (Anexo A) posee las siguientes características:

- Es de un material resistente a la manipulación e intemperie
- Adherible
- La dimensión de la etiqueta es de 100mm x100mm
- La etiqueta es de uso para contenedores de lámparas de descarga en desuso, identificadas según la norma INEN 2266 como un material de clase 9 de acuerdo al peligro.

Según esta norma son aquellos que pueden constituir un riesgo al ser transportados o almacenados en una determinada manera o cantidad, pero no se pueden incluir en ninguna de las otras clases. En este mismo grupo están también las sustancias ambientalmente peligrosas y los residuos peligrosos. INEN 2013

Con la finalidad de mejorar el proceso de almacenamiento de lámparas de descarga se estableció una segunda etiqueta (Anexo B) que permitiera identificar las lámparas de descarga del resto de desechos del SAP y facilitar el conteo de las mismas sin necesidad de abrir el contenedor sino simplemente por inspección visual de la etiqueta la cual contiene los siguientes campos

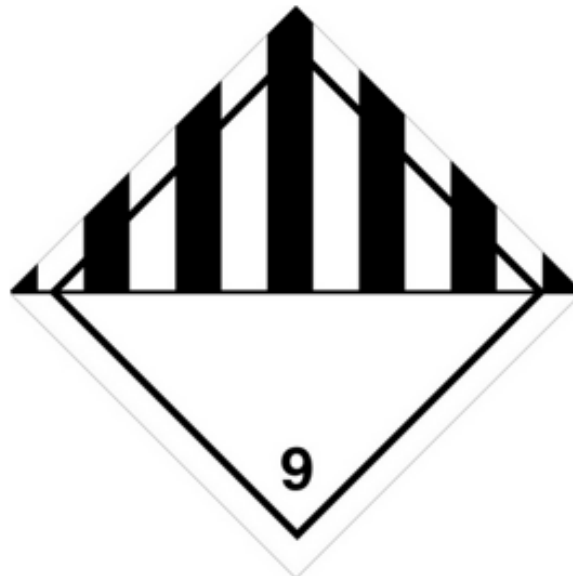
- **Fecha inicial de almacenamiento:** Corresponde a la fecha que ingresa la lámpara de descarga a la bodega de almacenamiento temporal. Para facilidad se anota la fecha de ingreso de la última lámpara de descarga que llenó el contenedor.

- **Bodega origen:** Dependiendo de la unidad de negocios, corresponde a la primera bodega donde se almacena la lámpara de descarga. En caso de existir solo una bodega de almacenamiento este campo se omite.
- **Bodega destino:** Dependiendo de la unidad de negocios, corresponde a la última bodega en donde se almacenará la lámpara de descarga
- **Cantidad:** En este campo se escribe la cantidad de lámparas de descarga que almacena el contenedor.
- **Tipo:** Se especifica el tipo de lámpara de acuerdo a su composición.
- **Potencia:** Se indica la potencia que tienen las lámparas almacenadas en el contenedor

Voltaje: Se indica el voltaje que tienen las lámparas almacenadas en el contenedor

ANEXO A

Etiqueta indicativa de elementos clase 9



ANEXO B
Etiqueta informativa

UNIDAD DE NEGOCIOS GUAYAQUIL

FECHA INICIAL DE ALMACENAMIENTO

DÍA	MES	AÑO
-----	-----	-----

BODEGA ORIGEN: _____ BODEGA DESTINO: _____

CANTIDAD:

TIPO: Na LFC VOLTAJE: 55V 100V

POTENCIA: 100W 150W 250W 400W 1000W

APÉNDICE G 2

Plan de gestión integral de lámparas de descarga en desuso

PLAN DE MANEJO DE LÁMPARAS DE DESCARGA EN DESUSO

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: Plan manejo de lámparas de descarga en desuso

2. ANTECEDENTES

El sistema de alumbrado público de Guayaquil, ha trabajado siempre con el compromiso de mejorar continuamente su servicio de una manera ambientalmente responsable mediante una continua evaluación interna de sus procedimientos de recolección, almacenamiento y disposición final de las lámparas de descargas obsoletas provenientes del mantenimiento de las luminarias. Resultado de las evaluaciones internas se considera necesario la elaboración de un plan específico para el manejo de lámparas de descarga

Las etapas del plan de gestión integral de lámparas de descarga en desuso deben ser tratadas y gestionadas

2.1 Objetivos y metas.

Objetivo

Mejorar los procedimientos de manejo de lámparas de descarga en desuso para prevenir y controlar los efectos del vapor de mercurio en las personas y en el ambiente

Metas

- Rediseñar los procedimientos que se llevan a cabo en las fases de recolección, transporte y almacenamiento
- Rediseñar el procedimiento en caso de ruptura de lámparas de descarga.
- Establecer formatos de levantamiento de información que registre el número de lámparas de descarga que se rompen y las causas de rompimiento durante la fase de recolección y manipulación.

2.2 Identificación del origen de importación.

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER)

2.3 Clasificación, identificación y cuantificación de las lámparas de descarga importadas o fabricadas.

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado, la presión a la que se encuentre (alta o baja presión), la potencia y el voltaje. Los tipos de lámparas utilizados existentes en el lugar son:

- Lámparas de vapor de mercurio de alta presión.
- Lámparas de sodio de alta presión.
- Lámparas de halogenuros metálicos.

Las dimensiones, potencia y voltaje de las lámparas de descarga se detallan en la siguiente tabla:

Dimensiones por tipo de lámpara de descarga (cm)		Potencia (W)	Voltios (V)
A	B (diámetro)		
26	4,6	250	100
29,2	4,6	400	100
21,1	4,8	100	55
21,1	4,8	150	55

Donde A representa la longitud de la lámpara de descarga y B el diámetro del bulbo.

2.4 Alternativas de prevención y minimización.

Se considera como alternativas de prevención y minimización las que optimicen la potencia instalada, promuevan el uso racional de la iluminación del sistema, planifiquen los mantenimientos y mejoren la eficiencia de las lámparas de descarga.

La eficiencia puede ser medida en ($m^2 * lux/W$), entre mejor sea este indicador mejor será la eficiencia de la lámpara elegida. También se podrá considerar factores como el uso de una energía más limpia.

Otra alternativa de minimización es la adquisición de lámparas con menor contenido de mercurio o mayor vida útil.

3. GESTIÓN DE RECOLECCIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LÁMPARAS DE MERCURIO, SODIO Y HALOGENUROS METÁLICOS.

La estructura de las lámparas hace que su transporte, recolección y almacenamiento sean procesos que requieren cuidado. Por lo que se tiene que tener en cuenta los siguientes aspectos físicos: fragilidad, contenido, relación peso-volumen, forma

3.1 Equipos de seguridad para realizar mantenimiento de luminaria



Se requiere que los operarios y contratistas usen el equipo de protección adecuado, que consta de gafas de protección, guantes, casco, zapatos punta de acero, cinturones de seguridad o arnés en caso de que los operadores realicen trabajo en altura.

Antes de realizar las actividades de mantenimiento de luminarias, el personal deberá revisar que las condiciones de su equipo de protección personal sean las adecuadas.

Cada dos meses se impartirá charlas de concientización a los operadores, cuadrillas, jefes de cuadrillas y contratistas acerca de los efectos del mercurio y prevención de riesgos al manipular lámparas de descarga.

3.2 Mantenimiento

Los trabajadores utilizarán un cinturón con dos porta lámparas de descarga a los lados donde colocarán la lámpara nueva, y luego de realizar el mantenimiento colocarán la lámpara obsoleta dentro de la caja individual de la lámpara nueva, de esta manera se tendrá un mejor cuidado de las lámparas en desuso y se reducirá el riesgo que se rompa.



3.3 Almacenamiento temporal

3.3.1 Características generales

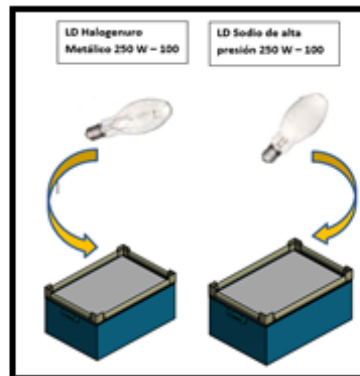
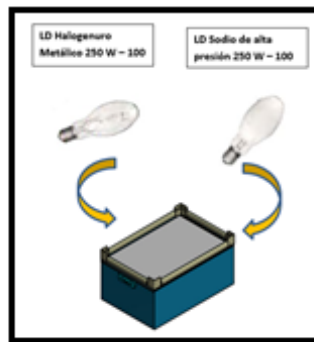
Las lámparas de descarga obsoletas de mercurio y de sodio se almacenarán en lugares separados del sitio designado para otros insumos, en especial de alimentos.

El área donde se almacenen las lámparas deberá estar bajo techo, piso de concreto y buena ventilación.

3.3.2 Clasificación

La clasificación se realizará en la bodega de almacenamiento temporal donde se separarán las lámparas por tipo de contenido (sodio, halogenuros metálicos y mercurio), además por la potencia y el voltaje de las mismas.

Cada tipo de lámpara irá en un contenedor general diferente y en cada contenedor se colocará una etiqueta informativa.



3.3.3 Levantamiento de información

En caso de ruptura de una lámpara de descarga, la persona involucrada directamente en el incidente llenará un formato de inspección. Este formato será entregado al jefe de la bodega de almacenamiento temporal y al jefe de seguridad industrial para su posterior estadística y toma de decisiones.

3.3.4 Contenedores de lámparas de descarga

Se dispondrá de dos tipos de contenedores, uno contenedor general para almacenar las lámparas de descarga obsoletas entregadas por las cuadrillas y los contratistas después del mantenimiento, y un contenedor de emergencia donde se dispondrá los vidrios recogidos en caso de la ruptura de una lámpara de descarga.

Las características que deberán tener los contenedores de emergencia se detallan en el proyecto.

3.4 Transporte

El vehículo designado para el transporte de los materiales obsoletos desde la bodega de almacenamiento temporal hasta la bodega de almacenamiento final tendrá que cumplir con los siguientes requerimientos.

3.4.1 Vehículo

El vehículo tendrá equipos de primeros auxilios, extintores de fuego y los materiales necesarios para la limpieza en caso de rupturas de lámparas. Además de una valla entre la cabina del conductor y la carrocería del vehículo, que cumplirá la función de retener la carga en caso de colisión.

3.4.2 Conductor

El conductor o contratista responsable de transportar las lámparas desechadas deberá contar con una licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente o por las AAAR

El conductor encargado de llevar las lámparas de descarga desde el punto de mantenimiento hasta la bodega de almacenamiento temporal y luego hasta la bodega de almacenamiento final, deberá operar con cautela para evitar la ruptura de las mismas.

4. PLAN DE EMERGENCIA

4.1 Derrames

En caso de ruptura de una lámpara de descarga, siga las siguientes instrucciones:

Antes de limpiar

1. En caso de suceder dentro de la Bodega, asegurarse de que todas las personas salgan del área evitando pisar los vidrios dispersos. En caso de suceder en los lugares de mantenimiento usar conos o señales que eviten el paso de las personas por los vidrios dispersos.
2. Dejar pasar 5 o 10 minutos, abriendo puertas y ventanas para permitir el flujo de aire.
3. Apagar los sistemas de aire acondicionado, en caso de haber uno.
4. Conseguir los materiales necesarios para limpiar un pequeño derrame de mercurio. Necesitará los siguientes elementos:
 - 4 o 5 bolsas de plástico con cierre o zipper.
 - bolsas de basura de 1 a 6 mm de grosor.
 - guantes de goma, o látex.
 - papel rígido o cartón.
 - cinta adhesiva ancha.
 - gotero
 - toallas de papel húmedas o toallitas húmedas desechables (para superficies duras).
 - linterna
 - azufre en polvo (optativo).



Durante la limpieza

5. Usar los guantes.
6. Tener cuidado al recoger vidrios rotos y polvo visible. Recoja fragmentos de vidrio y polvo usando papel rígido o cartón y colóquelos en una toalla de papel. Colóquelas en la bolsa y ciérrelas bien.
7. Limpiar las gotas de mercurio: Use un cartón para escurrir los restos del mercurio hasta colocarlos sobre una hoja de papel. Otra opción es usar una cuenta gotas para absorber las gotas de mercurio. Por último, apretar suavemente el gotero y dejar caer el mercurio sobre la toalla de papel húmeda, colocando la toalla de papel y cualquier material que haya tenido contacto con el mercurio en una bolsa de plástico con cierre (zipper).



8. Usar una cinta adhesiva ancha, como medio para recoger los fragmentos de vidrio y polvo restantes. Coloque la cinta usada en una bolsa de plástico con cierre (zipper).
9. Opcional: usar azufre en polvo de uso comercial para absorber las gotas que son demasiado pequeñas para ver.
Nota: Evite respirar cerca del polvo de azufre porque este puede ser medianamente tóxico.
10. Apagar las luces del lugar y con la linterna cerca del suelo buscar las partículas brillantes de mercurio que puedan haber quedado pegadas o atrapadas en grietas.
11. Colocar en una bolsa de basura todos los materiales como alfombras, ropa, zapatos, etc., que hayan entrado en contacto con el mercurio



Después de la limpieza

12. Colocar inmediatamente todos los restos de la bombilla y los materiales de limpieza en la funda de basura y luego en un contenedor especial para lámparas hasta que los materiales puedan desecharse.
13. En caso de ocurrir en las zonas donde se realiza el mantenimiento, la limpieza final consistirá en colocar inmediatamente todos los restos de la bombilla y los materiales de limpieza en una funda resistente con zipper o que se pueda sellar hasta entregar los desechos a la bodega, donde se pondrá los residuos recolectados en un contenedor especial para lámparas rotas.



5. GESTIÓN DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

5.1 Mecanismos de tratamiento y disposición final.

La disposición final de lámparas de vapor de mercurio de alta presión, lámparas de sodio de alta presión, lámparas de halogenuros metálicos y lámparas fluorescentes por tener el mismo proceso de trituración y disposición final que los focos obsoletos, será llevada a cabo como lo indica el "Plan de manejo ambiental y plan de acción: focos en desuso del sistema de alumbrado público y LFC"



6. CONTROL DEL PLAN

6.1 Control

- El jefe de la bodega temporal y operarios que trabajan frecuentemente con lámparas de descarga y trituración deberán realizarse anualmente los exámenes recomendados en el reporte de evaluación que se encuentra detallado en el proyecto, como forma de prevención de enfermedades relacionadas con la inhalación o contacto con el mercurio elemental.
- Cada seis meses el jefe de seguridad realizará una estadística basándose en los registros del formato de inspección en caso de ruptura de lámparas de descarga, que le ayudará a tomar medidas de prevención de ser el caso.

Referencias

- Agency for toxic substances and disease Registry. (2012). *Datos básicos sobre el mercurio - como limpiar un derrame de mercurio*. Obtenido de <https://www.atsdr.odc.gov/dontmesswithmercury/es/pdfs/11-229617-Dspan-508.pdf>
- Agency for toxic substances and disease registry. (Febrero de 2009). *Mercury Quick Facts - Cleaning up Mercury Spills in Your House*. Obtenido de https://www.atsdr.odc.gov/mercury/docs/residential_hg_spill_cleanup.pdf
- Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. (Septiembre de 2005). Lámparas de descarga. *Lámparas de descarga*.
- Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil. (2014). Plan de manejo ambiental y plan de acción: focos en desuso del sistema de alumbrado público y LFC. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (INSHT). (2012). *NTP 684 : Seguridad en trabajos verticales (III): técnicas operativas*. Obtenido de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/801a700/ntp_684.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. (15 de Enero de 2012). *NTP 682: Seguridad en trabajos verticales (I)*. Obtenido de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/801a700/ntp_682.pdf
- Ministerio de Planificación General, Inversión Pública y Servicios. (2007). *Instructivo para la disposición final de residuos peligrosos provenientes del recambio de luminarias de alumbrado público*. Obtenido de https://www.minem.gob.ar/archivos/Reorganizacion/sistemas_para_empresas/lamparas/instructivo_municipios/instructivo%20-%20municipios_v2.pdf
- Paredes, F. P. (Julio de 2012). *Modelo de gestión de pasivos ambientales de lámparas de sodio y mercurio en la empresa eléctrica Quito (EEQ) y focos ahorradores*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4802>
- SYLVANIA . (2018). *Lámparas/ alta intensidad de descarga*. Recuperado el jueves de Febrero de 2018, de Sylvania Ecuador : <http://www.sylvania.com.ec/categoria-producto/lamparas/lamparas-alta-intensidad-de-descarga/>

APÉNDICE G 3:

Manual de implementación de Metodología 5 S

24 DE ENERO DE 2018

MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANEJO DE DESECHOS PRODUCIDOS POR EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

ESPOL

ÍNDICE GENERAL

ANTECEDENTES.....	2
IMPORTANCIA	2
¿EN QUÉ CONSISTE LA METODOLOGÍA 5S?	2
SEIRI: SELECCIÓN – CLASIFICACIÓN	3
Resultados esperados:.....	3
Cuestiones a realizarse:.....	3
Pasos de implementación SEIRI.....	3
SEITON: ORDEN.....	5
Resultados esperados:.....	5
Cuestiones a realizarse:.....	5
Pasos de implementación SEITON.....	5
SEISO: LIMPIEZA- MANTENIMIENTO	6
Resultados esperados:.....	6
Cuestiones a realizarse	6
Pasos de implementación SEISO	6
SEIKETSU: SEGURIDAD E HIGIENE.....	7
Resultados esperados:.....	7
Cuestiones a realizarse:.....	7
Pasos de implementación SEIKETSU.....	8
SHITSUKE: DISCIPLINA Y SEGUIMIENTO.....	8
Resultados esperados:.....	8
Principios de disciplina.....	8
Pasos de implementación SHITSUKE	8
EJEMPLOS DE RESULTADOS DE IMPLEMENTACIONES	9

ANTECEDENTES

Es una metodología desarrollada en los 70 por la empresa japonesa Toyota para conseguir mejoras duraderas en el nivel de organización, orden y limpieza.

Está basada en el kaizen, cuya traducción del japonés significa **cambie** (kai) para llegar a ser **bueno**.

IMPORTANCIA

Puede parecer trivial referirse a organizar, ordenar y limpiar en las empresas; de hecho, se le suele dar poca importancia, pensando que entra más en el ámbito doméstico. Cuando se infravaloran dichas acciones, se desaprovechan oportunidades de mejora en la productividad, siempre se pueden eliminar ineficiencias, evitar desplazamientos y despilfarros de tiempo y espacio; y con esta metodología es posible lograrlo. Además conservar materiales innecesarios, ocupa espacios y genera costes inútiles

Los beneficios del orden y limpieza son obvios y múltiples:

- El trabajo se simplifica y es más agradable.
- Reduce el riesgo sanitario o accidentes de trabajo.
- Aumenta el espacio disponible.
- Se ahorra tiempo y materiales.
- Mejora la imagen de la empresa.

No importa el tamaño de la empresa o su línea de negocio, al implementar el programa de calidad 5S a los métodos de gestión, la empresa tendrá grandes ganancias en la calidad, organización y optimización

Su rango de aplicación abarca desde el escritorio de un asistente hasta un puesto ubicado en una línea de montaje de automóviles.

¿EN QUÉ CONSISTE LA METODOLOGÍA 5S?

Es una filosofía japonesa basada en establecer espacios y lugares vitales para seres humanos con condiciones óptimas donde tenga cabida la productividad, la creatividad y la motivación.

La metodología 5S, toma su nombre de cinco palabras japonesas que empiezan con s: seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke.

A continuación se detalla un poco más el propósito de cada una

S	Significado	Descripción
Seiri	Selección / Clasificación	Distinguir lo que es necesario de lo que no es. Manteniendo las cosas necesarias en un lugar conveniente y en un lugar adecuado.
Seiton	Orden	Es una cuestión de cuán rápido uno puede conseguir lo que necesita, y cuán rápido puede devolverla a su sitio nuevamente.
Seiso	Limpieza	El propósito de SEISO, es establecer métodos para mantener en óptimas y agradables, condiciones el lugar de trabajo...
Seiketsu	Seguridad e higiene	El propósito de SEIKETSU, es mantener la limpieza física y mental de cada operario Promover actividades de restauración de elementos inseguros que puedan causar accidentes o enfermedades.
Shitsuke	Disciplina	El propósito de SHITSUKE, es establecer reglas para mantener el orden comprometerse con las mejoras hechas y cumplir rigurosamente con patrones éticos, técnicos y de mejoramiento continuo.

SEIRI: SELECCIÓN – CLASIFICACIÓN

Distinguir lo que es necesario de lo que no es

Resultados esperados:

- Reducción de requerimientos de espacio, stock y almacenamiento
- Se evita que los materiales se deterioren
- Aumento de productividad de trabajadores involucrados
- Menor cansancio físico y mayor facilidad de operación

Cuestiones a realizarse:

1. ¿Qué se debe descartar?
2. ¿Qué puede ser útil para otra área?
3. ¿Qué se debe reparar?
4. ¿Qué se puede vender?

Pasos de implementación SEIRI

1. Identificar el área crítica a ser mejorada
2. Elaborar una lista de elementos, equipos, herramientas y materiales innecesarios para luego reubicarlos
3. Establecer criterios para descartar elementos innecesarios.
4. Descartar los elementos innecesarios de acuerdo al criterio previamente definido.

5. Agrupar temporalmente (en el patio de la empresa), los elementos innecesarios que se han desechado del área crítica.
6. Fotografiar elementos desechados para luego exhibirlos en panel de resultados de 5 S.
7. Aplicar **tarjeta roja** en caso de que existan elementos que existan dudas de su utilidad. En esta etapa del proceso, se propone como estrategia complementaria "La regla de las 48 horas", la cual postula que todo lo que no se usa en cuarenta y ocho (48) horas en un área de trabajo, no pertenece a ella.

Tarjeta roja: Es una herramienta de control visual empleada para evidenciar a simple vista, elementos sobre cuya utilización se tiene duda y que deberían ser descartados o reubicados para mejorar las diferentes áreas de la organización

Aplicación de tarjeta roja:

- a. El encargado del área decide a qué elementos aplicar tarjeta roja.
- b. Aplicar tarjeta roja a elementos, herramientas o materiales sobre cuya utilización se tiene duda
- c. Solicitar la intervención de la instancia responsable o autorizada para decidir el destino de los elementos con tarjeta roja.
- d. El inventario en exceso también puede aplicársele tarjeta roja

Modelo de tarjeta roja

TARJETA ROJA

Fecha: ____/____/____

Área: _____

Item: _____

Cantidad: _____

ACCIÓN SUGERIDA

Agrupar

Eliminar

Reubicar

Reciclar

Comentario: _____

Fecha para concluir acción
____/____/____

Pasos de implementación SEITON

1. Considerar la frecuencia y secuencia de uso como criterios principales para organizar documentos, equipos, herramientas y materiales necesarios en el lugar de trabajo.
2. Considerar como criterio secundario el "Principio de las 3 F": fácil de ver , fácil accesibilidad y fácil de retornar a la ubicación original
3. Luego de definir un lugar en base a los criterios, organizar los materiales usando el método FIFO de tal forma, que el primero en entrar, sea el primero en salir.
4. De manera simultánea a la organización ejecutar un operativo preliminar de limpieza, se limpian lugares sucios y espacios de los cuales fueron removidos artículos innecesarios.
5. Dejar en claro el nombre de cada cosa y su lugar fijo (rotulado).
6. Definir nombre, código o color para cada clase de artículo.
7. El área del piso debe ser señalizada en caso de considerarse necesario
8. Colocar en forma sistemática, herramientas, materiales, y equipos necesarios, de tal manera que el flujo de trabajo sea constante y estable.
9. En equipos que requieran frecuentes set-up, las herramientas necesarias se deben colocar próximas a éstos, en lugar de una localización centralizada (tool-room).
10. Usar paneles de herramientas para mostrarlas en forma visual y reducir los tiempos de búsqueda.

SEISO: LIMPIEZA- MANTENIMIENTO

La idea no es limpiar y limpiar, la idea es dejar de hacer basura.

Resultados esperados:

- Mayor productividad al evitar hacer dos veces una actividad.
- Se evita que existan pérdidas y daños materiales
- Mejora la imagen interna de la empresa
- Se afianza el compromiso de limpieza en cada trabajador, haciéndose responsable de su puesto de trabajo.

Cuestiones a realizarse

- ¿Cree que realmente puede considerarse limpio?
- ¿Cómo podría mantenerse limpio siempre?
- ¿Qué recursos y cuánto tiempo es necesario?

Pasos de implementación SEISO

1. Decidir qué se va a limpiar
2. Decidir el método de limpieza a usar.
3. Determinar los equipos y herramientas de limpieza a usar.

4. Hacer un listado de todas las actividades de limpieza, antes de preparar el programa de ésta.
5. Asignar los roles de limpieza de máquinas y equipos a sus respectivos operarios.
6. En el caso de equipos de gran tamaño o líneas complejas, es conveniente dividirlos y asignar responsabilidades por zona a cada trabajador y elaborar un mapa de las áreas y señalando en éstas los respectivos responsables de su limpieza y organización. (MAPA 5 S)
7. Establecer un sistema de turnos para mantenimiento de cada área.
8. Colocar el mapa y programa de limpieza en lugar visible.

Una vez que se ha logrado tener limpia el área hay que enfocarse en que la limpieza se haga un hábito. Para esto se debe tener en cuenta siguientes puntos:

- Todos deben limpiar utensilios y herramientas al terminar de usarlos y antes de guardarlos.
- Las mesas, armarios y muebles deben estar limpios y en condiciones de uso.
- No debe tirarse nada al suelo.
- No existe ninguna excepción cuando se trata de limpieza. El objetivo es tener el ambiente ideal para trabajar a gusto y obtener la Calidad Total
- Las actividades de limpieza deben incluir una inspección antes, durante y después de los turnos
- Eliminar causas de suciedad para hacer sostenible la limpieza
- Ejecutar labor de Seiso de 5 a 10 minutos diarios.
- Organizar "El día de la gran limpieza". En el mismo, se promoverán los siguientes efectos:
 - Reafirmar el compromiso de la alta gerencia.
 - Involucrar todos los niveles de la organización.
 - Eliminar muchas cosas innecesarias.
 - Crear un espacio que promueva el crecimiento y desarrollo de líderes prácticos.
 - Concluir con una actividad de reconocimiento al gran esfuerzo

SEIKETSU: SEGURIDAD E HIGIENE

Mantener la limpieza física y mental en cada colaborador

Resultados esperados:

- Facilita la seguridad y desempeño de los trabajadores
- Evita daños de salud del trabajador
- Mejora la imagen interna y externa de la empresa
- Eleva el nivel de satisfacción y motivación del personal hacia el trabajo.

Cuestiones a realizarse:

Es recomendable analizar por un momento el lugar de trabajo y responder lo siguiente:

1. ¿Qué tipo de carteles, avisos, advertencias, procedimientos cree que faltan?

2. ¿Los que ya existen son adecuados? ¿Proporcionan seguridad e higiene?
3. En general ¿Calificaría su entorno de trabajo como motivador y confortable?
4. En caso negativo ¿Cómo podría colaborar para que si lo fuera?

Pasos de implementación SEIKETSU

En esta etapa se deben emprender acciones de estandarización de las tres (3) primeras S, con la finalidad de conservar y mejorar los resultados ya logrados. Para esto se sugieren las siguientes actividades:

1. Auditorías de 5 S por parte del equipo designado para tal propósito; eventualmente participarán integrantes de la alta gerencia.
2. Reuniones breves para discutir aspectos relacionados con el proceso.
3. Competencias inter-departamentales e inter-empresariales de 5 S.
4. Premiaciones por desempeño sobresaliente.
5. Asignar un responsable a cada máquina.
6. Ejecutar labor de Seiso de 5 a 10 minutos diarios.
7. Agendar por lo menos dos jornadas de limpieza exhaustivas por año.
8. Si la empresa tiene algún boletín, colocar en éste los aspectos más relevantes del proceso y publicar reconocimientos, instrucciones e informaciones en general.

SHITSUKE: DISCIPLINA Y SEGUIMIENTO

Establecimiento de reglas para mantener el orden

Resultados esperados:

- Autodisciplina y autosatisfacción.
- Que las 4 S anteriores se conviertan en una cultura

Principios de disciplina

1. Los estándares y normas constituyen la base de sustentación de la disciplina.
2. Se debe fomentar la autodisciplina, es decir, el hábito de operar con apego a procedimientos estándares y controles previamente establecidos
3. El control visual ayuda a mejorar la disciplina y el trabajo en equipo.
4. Procurar que las buenas prácticas de 5 S se conviertan en rutinas o actos reflejos.
5. Shitsuke = disciplina = respeto a normas y acuerdos.

Pasos de implementación SHITSUKE

1. Declarar y publicar el decálogo 5S
2. Publicar fotografías de antes y después de la implementación de las 4 S anteriores
3. Evaluar resultados y el logro de objetivos
4. Elaborar y publicar indicadores 5S
5. Otorgar reconocimientos

EJEMPLOS DE RESULTADOS DE IMPLEMENTACIONES Antes y Después



Organización 5S



Ejemplo:



ANTES



DESPUES

Fuente: material de estudio

APÉNDICE G 4:

Diseño de contenedor general para el almacenamiento de lámparas de descarga obsoletas

DISEÑO DE CONTENEDORES DE ALMACENAMIENTO PARA LAMPARAS DE DESCARGA OBSOLETAS

Objetivo: Diseñar un contenedor que permita un seguro almacenamiento de lámparas de descarga obsoletas.


CONSIDERACIONES:

Entre los aspectos físicos y químicos a considerar de las lámparas de descargas para el diseño del contenedor están:

Fragilidad: su composición de vidrio afecta considerablemente las condiciones de transporte y almacenamiento.

Contenido: los componentes son de carácter nocivo, por tal motivo es necesario tomar precauciones durante su manipulación.

Los materiales que componen las lámparas de descarga varían entre los diferentes fabricantes, en la siguiente tabla se presenta un resumen de los distintos tipos de lámparas, sus características y las concentraciones de los elementos que contienen.

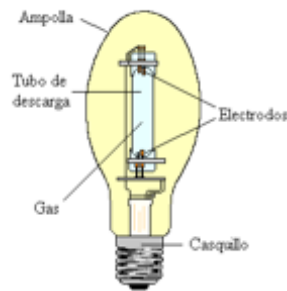
TIPO DE LAMPARA	DISEÑO	Material	Gramos/unidad
Lámparas de sodio de alta presión (peso medio 300g)		Mercurio	0.06
		Plomo	0.6
		Itrio	0.012
		Tierras raras	0.003
		Antimonio	
		Bario	0.126
Estroncio	0.09		

El mercurio por tener algunas propiedades físicas y químicas requiere de precauciones técnicas especiales de manipulación.

Forma: Presentan múltiples formas y tamaños por lo que el contenedor de almacenamiento debe permitir la mayor cantidad de almacenamiento de lámparas por tipo

Partes de una lámpara de descarga

Aunque la forma de las lámparas de descarga varía según la clase presentan ciertos elementos en común:



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

DISEÑO DE CONTENEDOR PARA EL ALMACENAMIENTO DE LAMPARAS DE DESCARGA DE SODIO OBSOLETAS SIN FISURAS.

MATERIAL:

Polipropileno alveolar

Polipropileno común

Características:

- Resistente, rígido y ligero: puede soportar una carga de hasta 30 kg gracias a su estructura de polipropileno alveolar
- Por su material presenta alta resistencia a la tensión y a la compresión
- Resistencia a la mayoría de los ácidos y álcalis
- Bajo coeficiente de absorción de humedad
- Resistente al agua, a las grasas y a los agentes químicos así como a las variaciones de temperatura de -20°C a $+70^{\circ}\text{C}$.
- Permite ahorro de espacio en el almacenaje y
- Montaje rápido: las caras del contenedor vienen en planchas preformadas
- Equipada con asas reforzadas que facilita la manipulación y transporte.
- Apilable y reforzado
- Se pueden reciclar múltiples veces, aportando con el medio ambiente.

TAMAÑO

Alto: 30cm

Ancho: 40cm

Largo: 60cm

Volumen: 72000 cm^3

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	caja	Polipropileno alveolar
2	4	codos	Polipropileno normal
3	2	agarradera	Polipropileno normal
4	1	tapa	Polipropileno normal

Nombres: Luis Espinoza - Angie Galarza		Fecha: 05/02/2018	Empresa: XX
Escala: 1:5	Contenedor general - Materiales		Hoja 2/2

Vista Frontal
 5 cm
 5,7 cm
 4 cm
 12 cm
 40 cm

Vista Lateral
 30 cm
 60 cm

Vista Superior
 50 cm

Vista Isométrico

Nombres: Luis Espinoza - Angie Galarza		Fecha: 05/02/2018	Empresa: XX
Escala: 1:10	Contenedor general - Dimensiones		Hoja 1/2

APÉNDICE G 5:


Diseño de formato de inspección para la rotura de lámparas de descarga


FORMATO DE INSPECCIÓN EN CASO DE RUPTURA DE LÁMPARAS DE DESCARGA


Fecha: ____ (Día) ____ (Mes) ____ (Año)

Cantidad de focos rotos:

1. Lámpara de vapor de mercurio de alta presión.
2. Lámpara de sodio de alta presión.
3. Lámpara de Halogenuros metálicos.

1. 

2. 

3. 

Potencia: ____ (W) Voltaje: ____ (V)

Razón de ruptura (poner ✓ de ser necesario)

Sobrecalentamiento de lámpara	<input type="checkbox"/>	Otra/ especifique razón :
No se usó EPP	<input type="checkbox"/>	
No se usó un envase adecuado para el depósito de la lámpara	<input type="checkbox"/>	

Acción Ejecutada (poner ✓ de ser necesario)

Recolección de vidrios y disposición en fundas con zipper.	<input type="checkbox"/>	Otra / especifique acción:
Recolección de vidrios y disposición en un envase seguro	<input type="checkbox"/>	
No se recolectó vidrio disperso	<input type="checkbox"/>	

Acción preventiva (poner ✓ de ser necesario)

Usar guantes	<input type="checkbox"/>	Otra acción preventiva:
Usar contenedor seguro para depositar lámparas rotas	<input type="checkbox"/>	

Efecto Inmediato (poner ✓ de ser necesario)

Corte	<input type="checkbox"/>	Otro efecto observado:
Inhalación de vapor de mercurio	<input type="checkbox"/>	

APÉNDICE G 6:

Diseño de contenedor de emergencia para el almacenamiento de lámparas de descarga rotas

DISEÑO DE CONTENEDOR DE EMERGENCIA PARA EL ALMACENAMIENTO DE LAMPARAS DE DESCARGA DE SODIO OBSOLETAS

Este contenedor es de uso de lámparas de descarga que se han roto y por ende se deben almacenar de manera tal que se impida la liberación de mercurio al medio ambiente

MATERIAL:

Polipropileno alveolar

Polipropileno común

CARACTERÍSTICAS

- Contenedor de polipropileno hermético con una abertura superior por la que se introducen las lámparas de descargas rotas con facilidad.
- Para evitar su rotura, en la parte interior, el contenedor posee 2 escalones flexibles por los que las luminarias rotas se pueden deslizar suavemente hasta llegar el fondo evitando que su rotura se agudice.
- Resistente, rígido y ligero: puede soportar una carga de hasta 30 kg gracias a su estructura de polipropileno alveolar
- Por su material presenta alta resistencia a la tensión y a la compresión
- Resistencia a la mayoría de los ácidos y álcalis
- Bajo coeficiente de absorción de humedad
- Permite ahorro de espacio en el almacenaje y
- Montaje rápido: las caras del contenedor vienen en planchas preformadas
- Equipada con asas reforzadas que facilita la manipulación y transporte.
- Apilable y reforzado

TAMAÑO

Alto: 30cm

Ancho: 40cm

Largo: 60cm

Volumen: 72000 cm^3

FABRICANTES:

- Delta Plastic C.A.
- SoloStocks
- iPackaging

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	contenedor	Polipropileno alveolar
2	2	agarradera	Polipropileno normal
3	1	tapa	Polipropileno normal
4	4	codo	Polipropileno normal

Nombres: Luis Espinoza - Angie Galarza		Fecha: 05/02/2018	Empresa: XX
Escala: 1:5	Contenedor de emergencia - Materiales		Hoja 2/2

Vista Frontal

5 cm
5,7 cm
4 cm
12 cm
40 cm

Vista Lateral

30 cm
60 cm

Vista Superior

50 cm

Vista Isométrico

Nombres: Luis Espinoza - Angie Galarza		Fecha: 05/02/2018	Empresa: XX
Escala: 1:10	Contenedor de emergencia - Dimensiones		Hoja 1/2

APÉNDICE G 7:

Material de charla de concientización ambiental respecto a los efectos de la exposición al mercurio

CHARLA DE CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL RESPECTO A LOS EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN AL MERCURIO

OBJETIVO: Concientizar a los operarios de los efectos que ocasionan una indebida manipulación de lámparas de descarga con contenido de mercurio mediante la presentación de los efectos nocivos a corto y largo plazo de la inhalación de vapor de mercurio.

CONTENIDO:

En la reciente Convención Mundial del Mercurio, en la ciudad japonesa de Minamata, los primeros 140 países, entre ellos Alemania, firmaron un acuerdo histórico en favor del medio ambiente y la salud de trabajadores y consumidores: a partir de 2020 será prohibida una serie de productos que contienen mercurio, como pilas e interruptores y otros sólo podrán circular con limitaciones.

DATOS GENERALES DEL MERCURIO:

El mercurio se genera naturalmente en el medio ambiente y se da en una gran variedad de formas. Al igual que el plomo y el cadmio, el mercurio es un elemento constitutivo de la tierra, un metal pesado. En su forma pura se le conoce como mercurio "elemental" o "metálico"

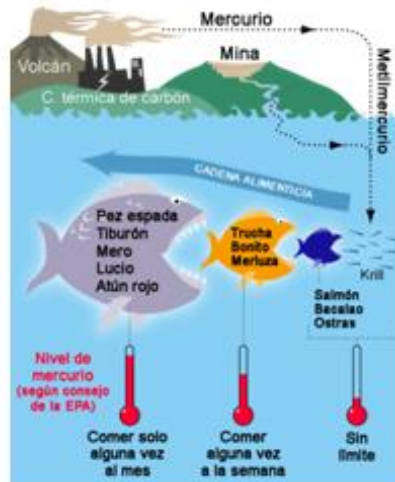
El mercurio puede enlazarse con otros compuestos como mercurio monovalente o divalente (representado como Hg (I) y Hg (II) o Hg²⁺, respectivamente). A partir del Hg (II) se pueden formar muchos compuestos orgánicos e inorgánicos de mercurio.

El mercurio elemental es un metal blanco plateado brillante, en estado líquido a temperatura ambiente, que normalmente se utiliza en termómetros y en algunos interruptores eléctricos. A temperatura ambiente, y si no está encapsulado, el mercurio metálico se evapora parcialmente, formando vapores de mercurio. Los vapores de mercurio son incoloros e inodoros. Cuanta más alta sea la temperatura, más vapores emanarán del mercurio metálico líquido. Algunas personas que han inhalado vapores de mercurio indican haber percibido un sabor metálico en la boca.

El gran problema del mercurio está en sus vapores, pasa a gas a temperatura ambiente. Tiene una volatilidad importante y una vez que se volatiliza pasa a la atmósfera y ya es contaminante.



El mercurio es un importante contaminante marino, muy tóxico para los organismos acuáticos, debido a su bioacumulación y biomagnificación (Falnogaet al., 2002). El riesgo de exposición solo puede ser minimizado mediante el control estricto del movimiento del elemento en el ambiente, evitando su derivación hacia fuentes de agua en donde se transforma en su forma más tóxica (Damin, 2007).



NECESIDAD DE CAMBIO

La necesidad de adoptar de programas hacia un alumbrado público más eficiente, así como la búsqueda de eficientes sistemas de iluminación a nivel industrial, comercial y doméstico, han llevado a un aumento significativo en el uso de lámparas de descarga y tubos fluorescentes. Entre las opciones disponibles en el mercado se encuentran las lámparas de descarga de alta presión de vapor de sodio, que tienen una menor concentración de mercurio y las de halogenuros metálicos, además de los tubos fluorescentes.

Las lámparas de descarga son una potencial fuente de liberación antropogénica de mercurio al medio ambiente. La cantidad de mercurio por lámpara es pequeño, pero con la implementación masiva de estas pueden aumentar, consecuentemente, las fuentes de emisión.

¿CÓMO PUEDO EXPONERME AL MERCURIO ELEMENTAL?

La exposición puede ocurrir cuando se libera el mercurio elemental que está dentro de algunos elementos. La inhalación de vapores de mercurio es el modo más habitual de exposición al mercurio elemental y también el más dañino para su salud. Si se ingiere mercurio elemental, la mayor parte es procesada por el cuerpo y una parte muy pequeña es absorbida. En cambio, si se toca mercurio elemental por un periodo breve, una pequeña cantidad puede penetrar la piel, pero no en cantidad suficiente como para hacerle daño.

¿DE FORMA NATURAL, LOS SERES HUMANOS TENEMOS MERCURIO EN EL CUERPO?

No, el mercurio no es un metal que habitualmente esté en nuestro organismo. Está porque nos alimentamos, lo respiramos, pero no es un bioelemento. Todos lo tenemos porque seguramente tendremos una amalgama en los dientes.

¿CUÁNTO MERCURIO SE TIENE QUE DERRAMAR PARA QUE EL AIRE DE UN ENTORNO SE TORNE INSEGURO?

Toda cantidad de mercurio vertida en un espacio cerrado puede resultar peligrosa. Cuanto más mercurio se vierta, más vapor se acumulará en el aire y por ende mayor peligro. Inclusive el mercurio que se vierte al romperse un termómetro, si el área tiene la

temperatura lo suficientemente alta y se permanece en ella bastante tiempo es muy perjudicial.

Al ser el vapor de mercurio más pesado que el aire tiende a permanecer cerca del suelo o zona del derrame. El vapor de mercurio puede acumularse en áreas bajas o poco ventiladas

¿CÓMO PUEDE PERJUDICAR MI SALUD EL MERCURIO?

Los efectos de la inhalación de mercurio para la salud dependen de la cantidad de vapor de mercurio que se haya inhalado y el tiempo de exposición. Los problemas de salud pueden derivarse de una exposición al mercurio durante un periodo breve o más prolongado

También los tubos fluorescentes y las bombillas ahorradoras de energía están llenas de mercurio puro, un estado que lo hace especialmente peligroso porque este metal pesado se evapora a una temperatura de 20°. Los pulmones lo aspiran fácilmente y debido a su alta disolución en grasas, el organismo humano lo asimila en la sangre que lo lleva hasta el cerebro.

EFECTOS SOBRE LA SALUD POR EXPOSICIÓN A VAPOR DE MERCURIO

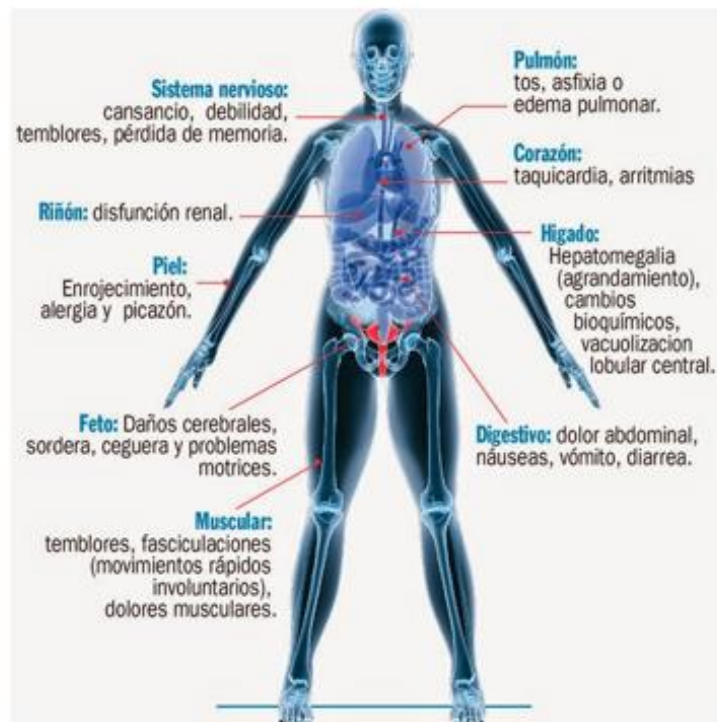
Exposición prolongada	Exposición por período breve
<ul style="list-style-type: none">• Angustia• Timidez excesiva• Anorexia• Problemas de apetito• Insomnio• Irritabilidad• Fatiga• Mala memoria• Temblores• Problemas para ver• Problemas para oír	<ul style="list-style-type: none">• Tos, irritación de garganta• Dificultad para respirar• Dolor en el pecho• Náuseas, vómitos, diarrea• Aumento de la tensión arterial o la frecuencia cardíaca• Sabor metálico en la boca• Irritación de los ojos y problemas de la vista• Dolor de cabeza

Un envenenamiento de los nervios se presenta con trastornos del sueño, intranquilidad y parálisis. Thomas Gebel, toxicólogo de la Agencia Federal de Protección del Trabajador, de Dortmund, advierte sobre otras consecuencias graves:

"Como el eretismo Mercurialis por el que los pacientes no pueden escribir correctamente en una sola línea".

Los síntomas de intoxicación pueden perdurar por semanas, e inclusive causar infertilidad.

Es importante considerar que el mercurio no se comporta como el agua al evaporarse, cuyo vapor se desvanece rápidamente sino que se mantiene generando tóxicos que, al ser inhalados, se quedan en el cuerpo por largo tiempo.



Hay que considerar que el metabolismo de cada uno es distinto y una persona puede identificar esta contaminación antes que otra puesto que el mercurio es acumulativo y un

operario que ha podido estar afectado por él antes de un incidente puede no haberlo sabido en su momento. Cae el primero porque lo venía acumulando de antes.

¿QUIÉN TIENE MAYOR PROBABILIDAD DE SUFRIR PROBLEMAS DE SALUD POR INHALACIÓN DE VAPOR DE MERCURIO?

Los siguientes grupos son especialmente sensibles a los efectos del mercurio:

- Mujeres embarazadas: el mercurio puede pasar del cuerpo de la madre al feto en desarrollo.
- Niños en edad de lactancia: el mercurio también puede pasar a los lactantes por medio de la leche materna.
- Niños pequeños: suelen jugar en el suelo donde puede haberse vertido mercurio y tienen mayor probabilidad de respirar los vapores de mercurio que un adulto porque respiran más rápido y sus pulmones son más pequeños.

LÍMITE DE EXPOSICIÓN:

Para una jornada laboral promedio de 8 horas diarias y 40 horas semanales de duración, el límite ambiental de concentración de mercurio elemental para un puesto de trabajo corresponde a $0,1 \text{ mg/m}^3$ de acuerdo a la norma OSHA

RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO Y LOS EFECTOS

Concentración de mercurio en la orina ($\mu\text{g/l}$)	Signos y síntomas
<20	Ninguno
20 a 100	<ul style="list-style-type: none">• Disminución de la reacción en las pruebas de conducción nerviosa, actividad de las ondas cerebrales y destrezas orales• Indicación temprana de temblor en las pruebas
100 a 500	<ul style="list-style-type: none">• Irritabilidad, depresión, pérdida de memoria, pequeños temblores, otros trastornos del sistema nervioso• Signos tempranos de trastorno de la función renal
500 a 1000	<ul style="list-style-type: none">• Inflamación renal• Hinchazón de las encías

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• Temblor y trastornos del sistema nervioso importantes |
|--|---|

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), el límite de mercurio en la sangre es 15 microgramos en función de estudios anteriores que es el nivel de tolerancia del organismo humano. A 15 microgramos nuestro organismo podría eliminarlo sin dejar efectos en el cuerpo. Sin embargo la sensibilidad de cada uno es distinta; hay quien cuando se entera de su intoxicación ya no puede moverse, mientras que otros empeoran mucho más pronto, eso depende de la fisiología

CONCLUSIONES

- Esta amplia presencia del mercurio, unida a sus especiales propiedades físicas y su elevada toxicidad hacen que la prevención laboral de riesgo por mercurio adquiera mucha relevancia.
- El riesgo de exposición solo puede ser minimizado mediante el control estricto del movimiento del elemento en el ambiente, evitando su derivación hacia fuentes de agua en donde se transforma en su forma más tóxica (Damin, 2007).
- La prevención y la información es más económica y productiva.

FRASES USADAS DURANTE LA CHARLA

- Quien quiere hacer algo encuentra un medio, quien no quiere hacer nada, encuentra una excusa. (Proverbio árabe)
- Tú debes ser el cambio que deseas ver en el mundo (Mahatma Gandhi)
- Sólo cuando el último árbol esté muerto, el último río envenenado y el último pez atrapado. Te darás cuenta que no puedes comer dinero. (Sabiduría indoamericana)
- Cambiamos de conducta o cambiamos de planeta
- La Tierra ama nuestras pisadas y teme nuestras manos

Efectos de la exposición al mercurio

En la reciente Convención Mundial del Mercurio realizada en Minamata, los primeros 140 países, entre ellos Alemania, firmaron un acuerdo histórico en favor del medio ambiente y la salud de trabajadores y consumidores: a partir de 2020 será prohibida una serie de productos que contienen mercurio, como pilas e interruptores y otros sólo podrán circular con limitaciones.

¿Qué es el mercurio?

Es un metal pesado que se genera naturalmente en el ambiente. En su forma pura se lo conoce como mercurio metálico. A temperatura ambiente, el mercurio metálico se evapora parcialmente, formando vapores de mercurio; los vapores de mercurio son incoloros e inodoros y cuanto más alta sea la temperatura, más vapores emanarán del mercurio metálico líquido.

¿Cómo puedo exponerme al mercurio?

- La inhalación de vapor de mercurio es el modo más habitual y más dañino.
- Si se ingiere, la mayor parte es procesada por el cuerpo y el resto es absorbida
- Si se toca por un período breve sólo una pequeña cantidad penetra la piel
- El mercurio está en los humanos porque nos alimentamos, lo respiramos, pero no es un bicelemento.
- Toda cantidad de mercurio vertida en un espacio cerrado puede resultar peligrosa.

El gran problema del mercurio está en sus vapores, pasa a gas a temperatura ambiente



LA TIERRA AMA
NUESTRAS PISADAS,
Y TEME
NUESTRAS MANOS

JOAQUÍN ARAÚJO

¿Cómo perjudica mi salud?

Los efectos dependen de la cantidad de vapor de mercurio y el tiempo de exposición. Los problemas de salud pueden derivarse de una exposición al mercurio durante un período breve o prolongado. Los pulmones lo aspiran fácilmente y debido a su alta disolución en grasas, el organismo humano lo asimila en la sangre que lo lleva hasta el cerebro.

El mercurio es acumulativo y quién esté afectado pudo no saberlo el momento del incidente pero los síntomas se reflejarán cuando haya acumulado una concentración considerable

Efectos de acuerdo al tiempo de exposición

Exposición prolongada	Exposición por período breve
<ul style="list-style-type: none"> • Angustia • Timidez excesiva • Anorexia • Problemas de apetito • Insomnio • Irritabilidad • Fatiga • Mala memoria • Temblores • Problemas para ver • Problemas para oír 	<ul style="list-style-type: none"> • Tos, irritación de garganta • Dificultad para respirar • Dolor en el pecho • Náuseas, vómitos, diarrea • Aumento de la tensión arterial o la frecuencia cardíaca • Sabor metálico en la boca • Irritación de los ojos y problemas de la vista • Dolor de cabeza



APÉNDICE G 8:

Reporte de evaluación de exposición al mercurio

REPORTE DE EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL MERCURIO

Esta hoja de datos se ha elaborado para concientizar a operadores, linieros, cuadrillas y jefes de cuadrillas de la empresa en estudio sobre los efectos de la exposición al mercurio elemental (metal) ambiental y para contribuir a la evaluación médica en pacientes que se hayan expuestos al mercurio elemental.

MERCURIO ELEMENTAL

El mercurio es un líquido pesado de color gris plateado que se evapora con lentitud a temperatura ambiente. El mercurio elemental presenta un riesgo de toxicidad grave tras una dosis de ingestión única, además de una fácil y rápida absorción de sus vapores al ser inhalado por el ser humano.

La exposición al mercurio por un tiempo prolongado causa efectos irreparables en el sistema nervioso central y en los riñones.



Fuentes de exposición posibles

Limpieza incorrecta de artículos que contengan mercurio (focos fluorescentes, lámparas de descarga, conmutadores eléctricos).

Traslado a una instalación/departamento contaminado con mercurio por el ocupante anterior.

Disposición incorrecta de los vidrios de los focos y lámparas de descarga rotas, algo peligroso si los vidrios con contenido de mercurio se guarda en un envase abierto.

personas al exponerse al mercurio elemental varían según su concentración, tiempo de exposición y vía (inhalación, digestión, contacto con la piel).

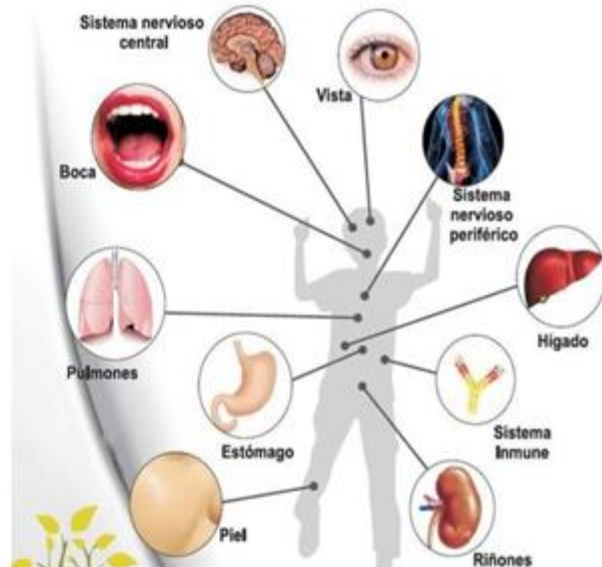
Inhalación aguda (dosis elevada)

La inhalación de altas dosis de vapor de mercurio puede causar con rapidez náusea, vómitos, dolor de estómago, diarrea, fiebre y sabor metálico en la boca, tos, disnea y dolor torácico. Más tarde pueden aparecer neumonitis intersticial, bronquiolitis necrosante y edema pulmonar.

Ingestión aguda

El mercurio elemental líquido ingerido se absorbe mal y, por lo tanto, sólo constituye un riesgo de toxicidad limitado. Las personas con anomalías gastrointestinales (como fístula o perforación de estómago) pueden acumular el mercurio y absorberlo después.

El mercurio puede afectar varios órganos y sistemas como:



Contacto directo agudo

El contacto con mercurio líquido causa picazón, hinchazón y enrojecimiento de la piel, caracterizada por la aparición de una inflamación conocida como eritema papular.

central. Los efectos sobre el sistema nervioso ante una exposición crónica al vapor de mercurio son: temblores en los dedos, párpados y labios, insomnio, variabilidad emocional, timidez excesiva y gingivitis. Además de efectos psicológicos como cefalea, pérdida de la memoria a corto plazo y anorexia.

Otros efectos en el sistema nervioso periférico incluyen pérdida de sensibilidad y demoras en la conducción nerviosa motora y sensorial. Los niños expuestos a los vapores de mercurio pueden sufrir hormigueo en las extremidades, un aumento de la sensibilidad en las palmas de las manos y los pies, crisis dolorosas y trastornos cardiovasculares.

PRUEBAS DE LABORATORIO

Para confirmar si una persona se ha expuesto excesivamente al mercurio se le puede realizar un análisis de orina o de sangre, un análisis de orina es preferible para medir el mercurio elemental, la muestra debe ser cogida durante un periodo de 24 horas y por una sola vez de preferencia en la mañana después de despertarse (por la cantidad de creatinina presente).

El mercurio tiene una duración corta en la sangre (3 días), por lo que los análisis de sangre deben realizarse dentro de los tres días siguientes a la exposición aguda a altas concentraciones.

El análisis capilar mide principal y únicamente la exposición orgánica al metilmercurio y no resulta útil para la evaluación de las exposiciones recientes. Una mejor relación entre la concentración de mercurio en la orina y los efectos se muestra en la tabla 1.

RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO EN ORINA Y LOS EFECTOS	
Concentración de mercurio en la orina (µg/l)	Signos y síntomas
< 20	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno
20 a 100	<ul style="list-style-type: none"> Disminución de la reacción en las pruebas de conducción nerviosa, actividad de las ondas cerebrales y destrezas orales. Indicación temprana de temblor en las pruebas.
100 a 500	<ul style="list-style-type: none"> Irritabilidad, depresión, pérdida de memoria, pequeños temblores, otros trastornos del sistema nervioso. Signos tempranos de trastorno de la función renal.
500 a 1000	<ul style="list-style-type: none"> Inflamación renal Hinchazón de las encías Temblor y trastornos del sistema nervioso

Tabla 1: Relación entre la concentración de mercurio en orina y los efectos - ATSDR.

VALORES LÍMITES BIOLÓGICOS

Los organismos internacionales y pocos países han establecido índices biológicos para evaluar el grado de exposición al mercurio.

VALORES NORMALES

En la tabla 3 se presentan los valores de concentración de mercurio normales en la sangre y orina

	Sangre	Orina
	(µg Hg/100 ml sangre)	(µg Hg/1 l orina)
EE.UU. (ACGIH) BEL,1986/7	En estudio	En estudio
R.F.A. BAT- WERTE,1996	5 (Mercurio metálico y compuestos inorgánicos) 10 (Compuestos orgánicos)	200 (Mercurio metálico y compuestos inorgánicos)
O.M.S.,1980	---	50 µg /g creatinina
Baselt, 1980	3	50 a 100
Lauwerys,1982	3	50 µg /g creatinina
Gothe, 1985	Establece 3 niveles: 3: Impregnación 3 a 6: Control Activo 6: Separación puesto de trabajo.

Tabla 2: Valores límites biológicos- NTP 184

Los valores límites hacen referencia a la concentración de mercurio en la orina y en sangre que sirven como alerta cuando las concentraciones sobrepasan las cantidades indicadas en la tabla, en este caso se deberá tomar medidas de prevención y control para evitar efectos irreparables en la salud.

	Sangre	Orina
	µg Hg/100 ml	µg Hg/1 litro
Baselt, 1980(3)	2	< 10
Lauwerys,1982 (10)	<2	< 5 µg/g creatinina
Gothe, 1985 (14)	< 1,4
Merian, 1987 (18)	< 0,02 - 0,19	0,2- 2

Tabla 3: Valores límites normales- NTP 184

Referencias:

Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2009)

(NTP | Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 1987)