



Guía técnica para el manejo, caracterización y potencial aprovechamiento de equipos de iluminación

ENERO 2026

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 32 + 36
53113 Bonn, Deutschland
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5
65760 Eschborn, Deutschland
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

E info@giz.de
I www.giz.de

Programa NAMA PyME, PyMEs como contribución a una economía baja en carbono.

Guía técnica para el manejo, caracterización y potencial aprovechamiento de equipos de iluminación.

Agencia de la GIZ en México Torre Hemicor, PH
Av. Insurgentes Sur No. 826 Col. Del Valle
C.P. 03100, Ciudad de México.
T +52 55 5536 2344
F + 52 55 5536 2344
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de/mexico

Versión

Enero de 2026

Texto elaborado por SustainLuum®:

Gloria Marina Godínez Ramírez
Danae Michell Neri Ortega
Berenice Hernández Rubio
Ana Karina Torres Hernández

Diseño por SustainLuum®:

Miriam Báez Cervantes

Coordinación y supervisión GIZ®:

Jorge Edurardo Atala Palacios
Ana Gabriela Herrera Alejandre

La GIZ México es responsable del contenido de la presente publicación.

Esta guía se desarrolló para el programa NAMA PyME implementado por la Cooperación Técnica Alemana (GIZ). Este programa cuenta con el apoyo técnico y financiero de Mitigation Action Facility por encargo del Ministerio Federal de Economía y Acción Climática de Alemania (BMWK), junto con la Iniciativa Internacional para el Clima (IKI), el Departamento de Seguridad Energética y Cero Neto del Reino Unido (DESNZ), el Ministerio de Clima, Energía y Servicios Públicos de Dinamarca (KEFM), el Ministerio de Asuntos Exteriores de Dinamarca (MFA), la Unión Europea y la Fundación del Fondo de Inversión para la Infancia (CIFF).

Tabla de contenido

Lista de tablas.....	3
Lista de figuras.....	3
Glosario de términos	4
Acrónimos	6
Contexto	7
Objetivo	7
Introducción.....	8
Equipos de Aire Acondicionado.....	10
Componentes	10
Tipos de equipo.....	12
Principales fallas de los equipos.....	15
Elementos de seguridad laboral para el manejo del equipo	16
Equipo de protección personal.....	16
Herramientas mecánicas para el desensamble de equipos.....	17
Prácticas de manejo	18
Desinstalación	19
Transporte	20
Requerimientos regulatorios y de buenas prácticas en unidades de transporte.....	20
Recepción del equipo	21
Almacenamiento	22
Requerimientos regulatorios y de buenas prácticas de instalaciones de almacenamiento	22
Desensamble de componentes.....	25
Inhabilitación	27
Recuperación de materiales valorizables	27
Reciclaje	28
Disposición Final	29
Sustancias Peligrosas y manejo adecuado.....	30
Identificación de las sustancias peligrosas	30
Etapas del manejo en las cuales se generan o se manipulan sustancias o residuos peligrosos.....	30

Fichas técnicas de las sustancias y materiales peligrosos	30
Oportunidades de circularidad	30
Marco regulatorio	31
Marco legal general en materia de Residuos	31
Normatividad aplicable en materia de residuos – Normas Oficiales Mexicanas (NOM).....	34
Anexos	36
Anexo 1. Check List - Criterios de recepción de equipos en GCdE	36
Anexo 2. Manifiesto entrega-recepción para equipos ineficientes/obsoletos	37
Anexo 3. Fichas técnicas de Sustancias peligrosas.....	40

Lista de tablas

Tabla 1 Componentes principales de equipos de iluminación	10
Tabla 2 Tipos de equipo de iluminación	12
Tabla 3 Equipos de iluminación con tecnología de alta densidad	14
Tabla 4 Principales fallas de los equipos de iluminación	15
Tabla 5 Equipo de Protección Personal (EPP)	16
Tabla 6 Herramientas mecánicas para el desensamble de equipos de iluminación	17
Tabla 7 Pasos para el desensamble de componentes de un equipo iluminación	25
Tabla 8 Componentes, materiales y sustancias provenientes del desensamble de equipos de iluminación	26
Tabla 9 Componentes de inhabilitación de los equipos de iluminación	27
Tabla 10 Vías potenciales de aprovechamiento mediante reciclaje de los componentes y materiales.....	29
Tabla 11 Normatividad técnica aplicable relevante	34
Tabla 12 Ficha de seguridad: Mercurio.....	40

Lista de figuras

Figura 1 Contenido Guía técnica	9
Figura 2 Proceso general del manejo de equipos que salen de operación	18
Figura 3 Manejo inadecuado de lámparas fluorescentes.....	19
Figura 4 Vehículo de transporte de Centro Gestor de Equipos con lámparas ineficientes/obsoletas	20
Figura 5 Equipo de protección personal para el transporte de los equipos	21
Figura 6 Ejemplo de las condiciones de recepción en las que se encuentran las lámparas ineficientes/obsoletas que se transportan	21
Figura 7 Balastos y lámparas fluorescentes en almacén cada uno con su etiqueta de descripción correspondiente	22
Figura 8 Ejemplo del buen almacenamiento de los equipos de iluminación que contienen gases de mercurio.	23
Figura 9 Condiciones de almacenamiento adecuadas para los equipos de iluminación y otros equipos.	23
Figura 10 Almacenamiento inadecuado de los equipos de iluminación.	24
Figura 11 Desensamble de un equipo de iluminación.....	25
Figura 12 Contenedores de materiales separados provenientes de equipos de iluminación	26
Figura 13 Ejemplo de máquina trituradora de lámpara	28
Figura 14 Equipo triturador de lámparas casero.....	29
Figura 15 Recuperación del gas de mercurio para ser estabilizado	30
Figura 16 Oportunidades de circularidad	31
Figura 17 Criterios relevantes de circularidad de acuerdo con la LGEC.....	33

Glosario de términos

Componentes: Partes que constituyen un equipo, los cuales pueden ser empleadas en el reacondicionamiento o remanufactura de equipos.

Desensamble: Acción de separar o desarmar los equipos en componentes y piezas, con el objetivo de evaluar su posible reutilización.

Destino final: Última etapa de manejo de los residuos ya sea en instalaciones para su valorización o su disposición final.

Disposición final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

Employar: Envolver uno o varios equipos o componentes con una película plástica o con plástico burbuja de aire encapsulado (de polietileno) con el fin de proteger, facilitar y disminuir los riesgos en su manejo o traslado.

Equipo ineficiente/obsoleto: Son los equipos que dejan de tener un desempeño óptimo, y que con un mantenimiento y operación adecuada pueden ser reutilizados, reacondicionados o desensamblados para emplear sus componentes como refacciones.

Fundición: Refiere a la acción de fundir metales para ser empleados como materia prima en procesos subsecuentes.

Gases de Efecto Invernadero: Aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación infrarroja contribuyendo al efecto invernadero. Los gases de efecto invernadero artificiales, productos de la industria, contribuyen al aumento de temperatura (cambio climático). Los principales gases involucrados son dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y Óxidos de nitrógeno (NO_x).

Generación: Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o del desecho de equipos post-consumo.

Generador: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o el desecho de equipos post-consumo.

Gestor Circular de Equipos (residuos): Persona física o moral autorizada para realizar el manejo circular de equipos residuos (o ineficientes u obsoletos), en una o varias etapas: transporte, acopio, almacenamiento, reacondicionamiento o reciclaje.

Material: Sustancia, compuesto o mezcla de ellos, que se usa como insumo y constituye los productos de consumo, o sus envases, empaques, embalajes y los residuos que éstos generan.

Reciclaje: Proceso en el que los residuos son transformados en materia prima, a partir de un proceso de transformación física. En este caso, los equipos se “destruyen” mediante procesos de desensamble de componentes, separación y trituración.

Recolección: Acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral.

Recuperación: Forma parte de las actividades cuyo objetivo es valorar los residuos a través de la reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado, entre otras.

Residuos de Manejo Especial: Son aquellos residuos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos (cantidad igual o mayor a 10 toneladas de residuos sólidos urbanos al año).

Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como materiales envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados por estos residuos

Reutilización: El empleo de un material o residuo sin un proceso de transformación de por medio.

Separación: Etapa de manejo que se realiza con el objetivo de segregar los diferentes materiales provenientes en una corriente de residuos y/o los componentes o partes que conforman alguno de los equipos ineficientes u obsoletos y categorizarlos de acuerdo con sus características físicas y químicas.

Tratamiento: Procedimiento mecánico, físico, químico, biológico o térmico, mediante el cual se cambian las características de los residuos, con la posibilidad de reducir su volumen o peligrosidad.

Valorización: Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica.

Acrónimos

BPC	Bifenilos Policlorados
CGCdE	Centro Gestor Circular de Equipos
EE	Eficiencia Energética
EPP	Equipo de Protección Personal
GCdE	Gestor Circular de Equipos Ineficientes/Obsoletos
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i> (Cooperación Técnica Alemana)
Hg	Mercurio
HID	<i>High Intensity Discharge</i> (Alta Intensidad de Descarga)
LED	<i>Light Emitting Diode</i> (Diodo Emisor de Luz)
LFCA	Lámpara Fluorescente Compacta Autobalastada
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LGPGIR	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos
LOTO	<i>lockout/tagout</i> (bloqueo/etiquetado)
NAMA	<i>Nationally Appropriate Mitigation Actions</i> (Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación)
NOM	Norma Oficial Mexicana
PET	Polietilentereftalato
PVC	Policloruro de Vinilo
PyME	Pequeña y Mediana Empresa
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RLGPGIR	Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos
RME	Residuos de Manejo Especial
RP	Residuos Peligrosos
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
STPS	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
tCO_{2e}	Toneladas de Dióxido de Carbono equivalente

Contexto

El proyecto *Pequeñas y medianas empresas (PyMEs) como contribución a una economía baja en carbono* (NAMA PyME) es una iniciativa conjunta de la Cooperación Técnica Alemana (GIZ), la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), Nacional Financiera (Nafin) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Su objetivo principal es promover el desarrollo de un mercado dinámico y robusto de eficiencia energética en México, facilitando el acceso a financiamiento para que las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) implementen proyectos de uso sustentable de la energía y contribuyan a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

El proyecto cuenta con el apoyo técnico y financiero de la *Mitigation Action Facility* (MAF), por encargo del Ministerio Federal de Economía y Acción Climática de Alemania (BMWK), así como de la Iniciativa Internacional para el Clima (IKI). Adicionalmente, recibe contribuciones del Departamento de Seguridad Energética y Cero Neto del Reino Unido (DESNZ), el Ministerio de Clima, Energía y Servicios Públicos de Dinamarca (KEFM), el Ministerio de Asuntos Exteriores de Dinamarca (MFA), la Unión Europea y la Fundación del Fondo de Inversión para la Infancia (CIFF).

En particular, el proyecto opera a través de dos componentes principales, una técnica y otra financiera, acompañadas por un eje transversal de género. Por un lado, la componente financiera busca garantizar el acceso a financiamiento a través del programa Eco Crédito Sustentable (ECS) basado en un fondo de garantía que crea un entorno atractivo para que instituciones financieras ofrezcan productos para proyectos de eficiencia energética en el segmento PyME bajo condiciones preferenciales y competitivas. Esta componente contempla incentivos orientados a la realización de diagnósticos energéticos, la implementación de protocolos de mitigación, la validación técnica de proyectos y la sustitución de equipos obsoletos mediante bonos de chatarrización.

Por otro lado, la componente técnica se centra en el fortalecimiento de la oferta y demanda de servicios técnicos vinculados al desarrollo de proyectos de eficiencia energética. En particular, aborda las brechas de información relacionadas con los beneficios de la eficiencia energética y la percepción de riesgo asociada a las tecnologías por medio de campañas de sensibilización dirigidas a PyMEs y a instituciones financieras. En ella se incluyen el desarrollo de protocolos operativos, la incorporación de nuevos enfoques estratégicos de implementación y acciones orientadas a mejorar la articulación entre actores clave del mercado.

De manera transversal, el proyecto opera a través de un Plan de Acción de Equidad de Género e Inclusión Social (GESI-AP, por sus siglas en inglés), el cual busca impulsar su involucramiento tanto como usuarias directas, tomadoras de decisiones y desarrolladoras de proyectos, con el objetivo de generar un cambio transformador que facilite la incorporación de tecnologías eficientes en el sector de las pequeñas y medianas empresas.

NAMA PyME estará vigente hasta marzo de 2026, en el marco de la cooperación entre la GIZ y las contrapartes mexicanas. Posteriormente, el programa Eco Crédito Sustentable continuará operando bajo la responsabilidad de Nafin, con el fin de dar continuidad al fortalecimiento del mercado de eficiencia energética y al acceso al financiamiento para PyMEs en el país.

Objetivo

La presente Guía Técnica se encuentra dirigida a los Gestores Circulares de Equipos, de forma que cuenten con las herramientas técnicas y recomendaciones operativas para realizar una gestión óptima de los equipos de iluminación una vez que sean recibidos por los procesos operativos del Programa Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) como contribución a una economía baja en carbono (NAMA PyME), para favorecer la recuperación circular de materiales.

Introducción

El uso eficiente de la energía integra diversos beneficios asociados, el principal vinculado al presente proyecto, la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Considerando lo anterior, es que se genera un flujo de equipos utilizados en las PyME que son ineficientes/obsoletos, por lo cual deben ser gestionados de forma adecuada para evitar que generen impactos ambientales y sociales negativos.

Entre los equipos de prioridad de este Programa se encuentran los **equipos de iluminación** de acuerdo con los estudios realizados previamente en el programa donde se identifica que son equipos de elevada generación en todos los sectores industriales y comerciales de PyME, y adicionalmente, una importante cantidad de estos equipos, utilizados hoy en día, incluyen lámparas que contienen sustancias consideradas peligrosas para la salud y el medio ambiente como mercurio.

En este instrumento encontrará como sección principal las buenas prácticas de manejo, incluyendo elementos de seguridad laboral, y recomendaciones en las actividades de manejo del equipo, incluyendo en su transporte, almacenamiento, recuperación de materiales valorizables y disposición final, acompañado del manejo adecuado que deben tener las sustancias y residuos peligrosos que contienen los equipos para su funcionamiento. Se incluye la descripción general de la tecnología, diferenciando entre los potenciales diferentes equipos, como lo son las lámparas fluorescentes, incandescentes, luz mixta, alta intensidad de descarga, entre otras.

A través de la gestión circular de los equipos ineficientes/obsoletos que salen de operación de las PyME, se puede lograr la mitigación de gases de efecto invernadero que propician al cambio climático al reciclar materias primas con lo que se evita la extracción y procesamiento de nuevos materiales como acero, aluminio o cobre. Asimismo, se logrará el tratamiento y disposición adecuada de sustancias peligrosas contenidas en los equipos para evitar generar impactos ambientales y de forma prioritaria fomentará la generación de nuevos empleos y desarrollo de capacidades en la ejecución de prácticas circulares sustentables.

El contenido de la guía técnica se detalla en la siguiente figura:

Figura 1 Contenido Guía técnica



Equipos de Aire Acondicionado

Se considera a los equipos de iluminación con elevada prioridad para ser sustituido dentro de las PyME debido a que una importante cantidad de estos equipos, utilizados hoy en día, incluyen lámparas que contienen sustancias consideradas peligrosas para la salud y el medio ambiente como mercurio.

Componentes

Los equipos de iluminación de forma general tienen como componentes la ampolla o bulbo, el balastro, casquillo y en algunos casos, carcasas para instalaciones auxiliares. En la siguiente tabla se identifican los materiales de los cuales generalmente están fabricados cada uno de los componentes, así como descripciones generales de cada uno de ellos

Tabla 1 Componentes principales de equipos de iluminación





Componente	Descripción y función	Materiales comunes de composición
Ampolla, bombilla o bulbo	Envoltura de vidrio utilizada para contener los filamentos de la lámpara, los gases inertes de estabilización del filamento y para mantener una atmósfera sin oxígeno dentro de la lámpara.	Vidrio
Balastro o dispositivo auxiliar	Equipo auxiliar para algunos tipos de lámparas utilizado para limitar la corriente que pasa a través de ella y proporcionar la tensión necesaria para su funcionamiento. 	Plástico, acero al silicio, cobre, circuitos electrónicos, chapopote, aislamientos minerales, fierro y cableado de cobre o aluminio
Casquillo o base de conexión	El casquillo cierra herméticamente la ampolla o bulbo y se utiliza a la vez para conectar la lámpara con la alimentación eléctrica. 	Fierro, cobre, aluminio
Gabinete o luminaria para contener las lámparas y dispositivos auxiliares	Estructura utilizada para contener y dar soporte a instalaciones auxiliares y la ampolla o bulbo. 	Fierro, aluminio de alta reflectancia
Conectores	Componentes auxiliares utilizados para conectar de forma segura y eficaz los sistemas de iluminación a la red principal.	Cobre, aluminio y recubrimiento plástico





		
<p>Difusores</p>	<p>Paneles utilizados para favorecer una mejor distribución de la luz en las áreas de trabajo y evitar el deslumbramiento.</p> 	<p>Plástico, acrílico</p>


Tipos de equipo

Existe una amplia diversidad de equipos de iluminación que se localizan en diferentes tipos de PyME, dependiendo el tipo de servicio o actividad que se desarrolle en sus instalaciones. En la siguiente tabla se muestra un listado de los equipos más comunes que normalmente se pueden encontrar en el interior y exterior de las empresas o inmuebles:

Tabla 2 Tipos de equipo de iluminación

Tipo de equipo	Descripción	Uso común	Componentes principales	Composición de materiales	Imagen
Gabinete	El gabinete es el cuerpo que puede contener en su interior ya sea lámparas, incandescentes, lineales, de descarga, etc. y pueden ser de tipo empotrados o de sobreponer.	En áreas de trabajo amplias como salas de producción, pasillos o bodegas pequeñas.	Carcasa metálica, portalámparas, cableado interno, difusor plástico o acrílico	70% metal, 20% plástico/acrílico, 10% componentes eléctricos	 
Foco solo	Se refiere a focos individuales que se encuentren instalados en cualquier área.	En entradas, baños, cuartos de limpieza o espacios donde solo se necesita un punto de luz.	Casquillo, aislante, contactos eléctricos	40% metal, 40% cerámica/plástico, 20% cobre/latón	 

<p>Foco incandescente con filamento</p>	<p>Es importante aclarar que los focos incandescentes se reconocen por el filamento que tienen en su interior. En las figuras se representan focos, dicroicas, tipo spot de halógeno, aunque existen otros tipos.</p>	<p>En negocios pequeños que aún usan instalaciones antiguas, como tiendas de barrio o áreas de almacenamiento poco usadas.</p>	<p>Bulbo de vidrio, filamento de tungsteno, casquillo metálico</p>	<p>60% vidrio, 20% metal, 20% tungsteno y otros</p>	
<p>Ahorrador fluorescente</p>	<p>Existen diversas formas de este tipo de focos también llamados lámparas fluorescentes compactas (tipo globo, espiral, tubo recto; pueden tener el balastro integrado o separado).</p>	<p>En oficinas pequeñas, recepción o áreas administrativas que migraron de incandescente pero no a LED.</p>	<p>Tubo de vidrio, balastro electrónico, casquillo, gases y fósforo</p>	<p>50% vidrio, 25% metal, 20% plástico/electrónica, 5% fósforo y gases</p>	
<p>Ahorrador LED tipo foco</p>	<p>Funciona con componentes electrónicos y son de muy bajo consumo de energía. A diferencia del foco incandescente no genera tanto calor y son de muy larga vida útil.</p>	<p>En escritorios, salas de juntas o áreas donde se busca buena iluminación con menor consumo.</p>	<p>Cuerpo de aluminio/plástico, diodos LED, driver electrónico, difusor</p>	<p>40% plástico, 30% metal, 25% electrónica, 5% otros</p>	
<p>Tubo fluorescente (Tipo T-12, T-8 o T-5)</p>	<p>Son lámparas lineales tipo T-12, T-8 o T-5. La "T" indica que el foco es de tipo tubo y los números se refieren al diámetro del tubo en octavos de pulgada (12/8", 8/8", 5/8"). A menor diámetro las lámparas son de mayor eficiencia y son más delgadas.</p>	<p>En talleres, cocinas industriales, papelerías, ferreterías o bodegas con techos medios/altos.</p>	<p>Tubo de vidrio, electrodos, fósforo, pequeños gases, contactos metálicos</p>	<p>60% vidrio, 20% metal, 15% fósforo, 5% gases</p>	

<p>Tubo LED ahorrador (Tipo T-8 o T-5)</p>	<p>Funciona con componentes electrónicos y son de muy bajo consumo de energía. A diferencia del tubo fluorescente no genera tanto calor, no utiliza ningún gas inerte ni mercurio y son de muy larga vida útil.</p>	<p>En áreas donde se busca mantener luminarios tipo tubo, pero con menor gasto, como pasillos largos o zonas de trabajo continuo.</p>	<p>Carcasa de policarbonato o vidrio, placa con LEDs, driver, pines metálicos</p>	<p>45% plástico/vidrio, 25% metal, 25% electrónica, 5% otros</p>	
---	---	---	---	--	---

Del mismo modo, existen otro tipo de equipos de iluminación que se utilizan con tecnología de alta intensidad de descarga, incandescente o LED aplicables tanto en interiores como en el exterior de los inmuebles, estacionamientos o áreas abiertas. En la siguiente tabla se presenta una descripción de este tipo de tecnologías:

Tabla 3 Equipos de iluminación con tecnología de alta densidad

Tipo de Equipo	Ejemplos de Equipos de Alumbrado para Exteriores				Comentarios
<p>Reflector</p>					<p>Se utiliza más en áreas exteriores para alumbrar patios, canchas de futbol o el exterior de los inmuebles.</p>
<p>Campana</p>					<p>Normalmente se utilizan en áreas de gran altura como son gimnasios, bodegas, naves, que requieren elevada iluminación. Utilizan lámparas de alta descarga o LED.</p>
<p>Ahorrador LED tipo reflector</p>					<p>Funcionan con componentes electrónicos y son de muy bajo consumo de energía. A diferencia de los focos de alta descarga no generan tanto calor, no utilizan ningún gas inerte y son de muy larga vida útil.</p>
<p>Ahorrador LED para alumbrado exterior</p>					
<p>Descarga o HID (lámparas de vapor de mercurio, vapor de sodio, halogenuros metálicos)</p>					<p>Pueden ser de luz blanca o amarilla y se instalan en altas alturas de montaje.</p>

Principales fallas de los equipos

Se identifican como principales fallas de los equipos de iluminación las que se describen en la tabla 4. En esta tabla se indican los componentes clave de los equipos de iluminación, así como las principales fallas que puede presentar el componente con la intención de que los gestores puedan brindar especial atención a estos e identificar si pueden recuperarlos o serán dirigidos a actividades de reciclaje.

Tabla 4 Principales fallas de los equipos de iluminación

Componentes principales del equipo	Principales causas de fallas del componente
Lámparas Fluorescentes	
Cátodo	Desprendimiento del cátodo en la lámpara
Tubo de vidrio	Fractura del tubo de vidrio
Resistencia	Corto circuito de la resistencia Encendido intermitente o no enciende
Electrodo principal y auxiliar	El arco de wolframio se ha quemado o está dañado
Lámpara de Mercurio con Halogenuros	
Tubo de descarga	El tubo de descarga está dañado
Bulbo exterior	Fractura u orificios en el bulbo
Sistemas de iluminación en general	
Reflector	Corto circuito
Balastos	El núcleo del balastro está dañado
Cables	Cables roídos
Luminarias	Fundición de luminarias
Balastos electromagnéticos, electrónicos, drivers o dispositivos auxiliares	
Bobinas	Sobrecalentamiento por variación de voltaje Corto circuito
Núcleo de las bobinas	Falla de aislamiento interlaminar de núcleos electromagnéticos Falla de aislamiento
Tableta de circuitos electrónicos	Corto circuito Falla por sobrecalentamiento Falla de componentes electrónicos Falla de aislamiento
Driver: <ul style="list-style-type: none"> • Componentes Pasivos. • Conectores. • Displays y Optoelectrónica. • Fuentes de alimentación y transformadores. • Pilas, Baterías y Cargadores. • Fusibles de protección • Semiconductores. • Carcasa 	Sobrecalentamiento por variación de voltaje Corto circuito

Elementos de seguridad laboral para el manejo del equipo

El manejo de los equipos de iluminación ineficientes/obsoletos requieren del uso adecuado de los elementos de protección personal ya que se componen por materiales eléctricos, punzocortantes y tóxicos, así como requieren del uso de las herramientas adecuadas que optimicen el proceso de manejo.

A partir de lo anterior, se establecen los elementos que a continuación se describen:

Equipo de protección personal


Tabla 5 Equipo de Protección Personal (EPP)



Equipo de protección personal (EPP)	Uso que se le da	Imagen alusiva
Gafas de protección	Protección contra polvo, chispas o sustancias irritantes en los ojos.	
Cubre bocas/mascarilla antipolvo	Evita la inhalación de polvo y partículas dañinas para la salud	
Respirador contra gases y vapores	Evita la inhalación y contacto con gases y vapores peligrosos/tóxicos	
Guantes de carnaza	Previene cortaduras y descargas eléctricas en el desensamble de equipos y separación selectiva de materiales	

<p>Delantal de carnaza</p>	<p>Evita el contacto con sustancias o materiales</p>	
<p>Overol</p>	<p>Evita el contacto con sustancias o materiales</p>	
<p>Calzado de protección (con casquillo de protección, antiderrapante y dieléctrico)</p>	<p>Protege contra golpes por caída de objetos pesados, resbalones, descargas eléctricas.</p>	

Herramientas mecánicas para el desensamble de equipos

Tabla 6 Herramientas mecánicas para el desensamble de equipos de iluminación

Herramienta	Uso principal	Imagen alusiva
Herramientas Manuales		
<p>Destornillador (plano, cruz, diversas puntas)</p>	<p>Herramienta empleada para apretar o aflojar tornillos</p>	

<p>Pinzas (de punta, corte, electricista, mecánica, etc.)</p>	<p>Su uso es variable de acuerdo con el tipo de pinza:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De punta: utilizadas para sujetar piezas muy pequeñas por sus mordazas puntiagudas • De electricista: diseñadas para manipular (cortar, doblar y pelar) cables eléctricos • De mecánico: utilizadas para sujetar cualquier tipo de material • De corte: utilizadas para cortar alambres y materiales delgados 	
<p>Trituradora</p>	<p>Tritura las luminarias y captura los gases tóxicos contenidos en ellas</p>	

Prácticas de manejo

La presente sección tiene el objetivo de establecer prácticas y recomendaciones para el manejo adecuado de los equipos de iluminación. Estas prácticas de manejo se enfocan en el manejo seguro y ambientalmente adecuado para asegurar que los componentes y materiales de este puedan ser aprovechados y/o dispuestos de manera óptima.

Como se muestra en la Figura 1, el proceso general del manejo de equipos que salen de operación inicia con la recolección del equipo ineficiente u obsoleto en la PyME. Posteriormente, el equipo es transportado al centro Gestor Circular de Equipos, donde es recibido y sus características son revisadas. Tras un periodo de almacenamiento temporal (solo en caso de que aplique), se procede al desensamble del equipo y a la separación selectiva de sus materiales, concluyendo el proceso con el reciclaje de estos.

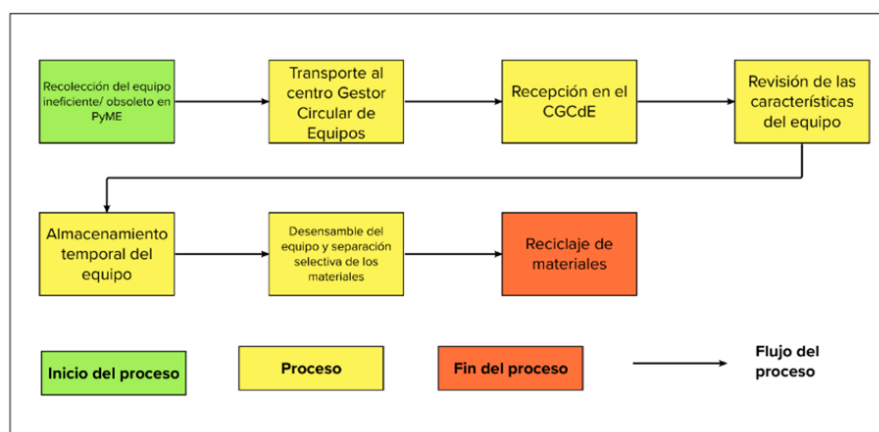


Figura 2 Proceso general del manejo de equipos que salen de operación

Los equipos de iluminación convencionales contienen sustancias peligrosas que se encuentran contenidas en los bulbos o cápsulas que se fabrican de materiales susceptibles a fracturas como es el vidrio liberando la sustancias al ambiente y tóxicas para el personal que se encuentre expuesto a la sustancia. Dado lo anterior es relevante que

se identifiquen las malas prácticas para evitar los accidentes y exposición de los trabajadores a las sustancias peligrosas contenidas en los equipos.



Figura 3 Manejo inadecuado de lámparas fluorescentes

Nota: Cuando un tubo fluorescente se rompe, se liberan vapores de mercurio mezclados con argón capaces de contaminar 30 mil litros de agua y en caso de que el sitio en donde se Encuentre almacenados no se encuentre ventilado adecuadamente puede provocar la intoxicación (leve o severa dependiendo del número de lámparas) del personal presente al momento de la liberación de los gases.

Desinstalación

Una vez que el equipo ha sido seleccionado para su sustitución, se procede a su desinstalación, asegurando primero que se han interrumpido y deshabilitado todas las líneas de interacción: eléctrica, **frigorífica (gas)** y de **dre-naje** entre el equipo y el espacio acondicionado. En este paso debe generarse un registro y reporte del equipo a sustituir que forman parte del “MANIFIESTO ENTREGA-RECEPCIÓN PARA EQUIPOS INEFICIENTES/OBSOLETOS”.

Para garantizar la seguridad del personal y la integridad de los materiales para su posterior reciclaje (economía circular), se debe seguir estrictamente este orden:

- **Bloqueo de Energía:** Bajar los interruptores en el tablero general correspondientes al circuito de iluminación. Aplicar candado y etiqueta para garantizar que nadie energice el sistema mientras se trabaja. Verificar "energía cero" utilizando un detector de voltaje o multímetro en la conexión de la luminaria.
- **Retiro de Difusores y Accesorios:** Desmontar con cuidado rejillas, difusores acrílicos o lentes de vidrio para acceder a las lámparas y componentes internos. Acopiar estos materiales plásticos o metálicos por separado.

- **Retiro de Lámparas o Tubos (Paso Crítico Ambiental):**
 - **Manejo de Mercurio:** En caso de tecnologías fluorescentes o de descarga (HID), retirar la bombilla o tubo con extrema precaución para evitar roturas. Si la lámpara se rompe, libera vapor de mercurio (tóxico) y complica su reciclaje.
 - **Punto Clave de Circularidad:** Las lámparas retiradas deben colocarse inmediatamente en contenedores especiales, cajas de cartón originales o fundas protectoras (amarradas con cinta) para evitar que se rompan durante el traslado.
- **Desconexión de Balastos o Drivers:** Identificar la fuente de poder (balastro magnético/electrónico o driver LED). Cortar los cables de alimentación lo más cerca posible del componente para facilitar su posterior desensamble.
- **Desmontaje de la Carcasa/Gabinete:** Retirar la tornillería de sujeción, abrazaderas o sistemas de suspensión que anclan la luminaria al techo o pared. Bajar el cuerpo de la luminaria de forma controlada.
- **Clasificación y Acopio:**
 - **Cuerpos de luminaria:** Se acopian como chatarra metálica o plástica según su composición.
 - **Residuos Electrónicos:** Los balastos y drivers deben separarse, ya que contienen cobre y componentes electrónicos recuperables.
 - **Lámparas:** Se almacenan por separado en zona segura y seca hasta su manejo adecuado.

Transporte

El transporte se considera una actividad crítica para el manejo de estos equipos, ya que en caso de no manipularse con las prácticas de seguridad pertinentes el equipo es susceptible a quebrarse, lo que dificulta su aprovechamiento y manejo de las sustancias peligrosas.



Figura 4 Vehículo de transporte de Centro Gestor de Equipos con lámparas ineficientes/obsoletas

Requerimientos regulatorios y de buenas prácticas en unidades de transporte

La normatividad vigente aplicable, así como con la normatividad federal (principalmente aquellas emitidas por la SCT como el Reglamento de Tránsito en Carreteras y Puentes de Jurisdicción Federal (SSP, 2012), el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (DOF, 2006) y la NOM-012-SCT2-2017 (SCT, 2017)). Así mismo, la carga y descarga de los equipos ineficientes/obsoletos de las unidades de transporte deberá realizarse atendiendo disposiciones de seguridad y salud ocupacional, tales como:

- NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008): que establece el equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Esta norma indica que de acuerdo con la información proporcionada por el contratador se definirá el equipo de protección personal necesario para el transporte (en este caso)

de los equipos. El equipo identificado como necesario para la manipulación de los equipos durante su transporte se establece a continuación:



Figura 5 Equipo de protección personal para el transporte de los equipos

Requisitos específicos para el equipo

Para el transporte de los equipos de iluminación se recomienda el uso de contenedores o materiales amortiguadores protectores que eviten que estos equipos se rompan. Las prácticas recomendadas para el manejo de los equipos se basan en las siguientes:

- Evitar su caída al manejarlos, principalmente por la potencial liberación de sustancias agotadoras de la capa de ozono
- Para equipos pequeños, considerar cajas de cartón como alternativas
- Evitar romper, triturar o compactar de materiales punzocortantes (como vidrio) para reducción de volumen
- Colocar material de amortiguamiento, para evitar el movimiento de los equipos dentro del contenedor



Figura 6 Ejemplo de las condiciones de recepción en las que se encuentran las lámparas ineficientes/obsoletas que se transportan

Recepción del equipo

La recepción del equipo en el Centro Gestor Circular de Equipos (CGCdE) es el proceso operativo posterior a la desinstalación y transporte de los equipos ineficientes/obsoletos, a continuación, se establece el flujo de los equipos desde su recolección en la PyME hasta su proceso de valorización.

Los equipos son recolectados en la PyME por el actor transportista (este actor podrá ser el mismo GCdE o un actor transportista externo) para ser transportados hacia el CGCdE en donde serán recibidos y revisados por los GCdE.

Esta revisión se basa en una serie de pruebas de las características físicas del equipo, estas pruebas se describen a continuación:

- **Revisión física del equipo:** esta revisión deberá ser registrada mediante el formato “Check List- Criterios de recepción de equipos en GCdE” y comparada con la información de la revisión del generador antes de enviar el equipo al GCdE en el “MANIFIESTO ENTREGA-RECEPCIÓN PARA EQUIPOS INEFICIENTES/OBSOLETOS”, documento enviado desde la PyME (generador del equipo).
- **Pesado del equipo y toma de dimensiones:** se realizará el pesado y toma de dimensiones del equipo, estos datos deberán ser registrados mediante el formato “Check List – Criterios de recepción de equipos en GCdE”.

Almacenamiento

Para el almacenamiento de los equipos se debe considerar los materiales que forman parte de los componentes para identificar el mobiliario necesario (racks plásticos o metálicos, tarimas y cajas de madera, entre otros) para mantener el equipo en buenas condiciones durante su almacenamiento temporal para proceder a un proceso de aprovechamiento mediante su reparación o reciclaje de los materiales.



Figura 7 Balastros y lámparas fluorescentes en almacén cada uno con su etiqueta de descripción correspondiente

Requerimientos regulatorios y de buenas prácticas de instalaciones de almacenamiento

De acuerdo con la normatividad aplicable el almacén de los equipos debe cumplir con los siguientes requisitos:

Edificios, locales, instalaciones y área de almacenamiento

- Conservar en condiciones seguras las instalaciones del centro del GCdE
 - Orden y limpieza permanente.
 - Delimitación de las áreas de producción, de mantenimiento, de circulación de personas y vehículos, las zonas de riesgo, de almacenamiento y de servicios para los trabajadores.

Niveles de iluminación adecuados en las instalaciones

- Realizar la evaluación de los niveles de iluminación
- Adicionalmente, se recomienda el uso de lámparas LED con la finalidad de reducir el gasto energético y evitar cualquier riesgo de escurrimiento, derivado de un corto circuito.

Colores y señales de seguridad e higiene

- Ubicar las señales de seguridad y salud ocupacional de tal manera que puedan ser observadas e interpretadas por los trabajadores en el ámbito de: ubicación de equipos, instalaciones de emergencia, presencia de riesgos o peligros, acciones obligatorias y/o prohibición de acciones susceptibles causar riesgos.

Cabe mencionar que, en caso de no contar con un área de almacenamiento en el centro de trabajo se sugiere el acondicionamiento de un área específica de almacenamiento para equipos ineficientes/obsoletos que dé cumplimiento a las especificaciones y normativa antes mencionada.

Es necesario considerar las siguientes recomendaciones de manejo y operatividad en el área de almacenamiento de los equipos de iluminación, así como las sustancias y residuos peligrosos provenientes de estos equipos con la intención de conservar las condiciones de los materiales para ser reusados, reacondicionados y/o reciclados.

- No establecer almacenes a cielo abierto, debe encontrarse techado y protegido de las condiciones climáticas
- Ubicación en áreas con riesgos reducidos de emisiones, fugas incendios, explosiones, inundaciones, etc.
- Que el área de almacén se encuentre señalizadas y con el uso de señales de seguridad, así como el adecuado etiquetado o rotulado de cada uno de los contenedores indicando el tipo de material o residuo que se trate (Residuos de Manejo Especial (RME), Residuo Peligroso (RP) u otros productos almacenados).
- Las paredes se sugieren, sean construidas con materiales no inflamables (tal como el concreto, yeso o el ladrillo, que si bien no son del todo inflamables si presentan una alta resistencia al fuego).
- Contar con ventilación natural o forzada
- No rebasar la capacidad de almacenamiento (considerar este aspecto dentro de la capacidad de manejo que contemple el centro gestor de equipos).



Figura 8 Ejemplo del buen almacenamiento de los equipos de iluminación que contienen gases de mercurio.

En la Figura 7 se observa la rotulación en la puerta de acceso que indica el material almacenado y las condiciones de manejo adecuadas



Figura 9 Condiciones de almacenamiento adecuadas para los equipos de iluminación y otros equipos.

En la Figura 8 se observa la rotulación de los espacios asignados para el resguardo de los materiales. Por otro lado, prácticas como el amontonamiento de las lámparas (véase Figura 9), puede aumentar el riesgo de fractura de los tubos y liberación de gases tóxicos.



Figura 10 Almacenamiento inadecuado de los equipos de iluminación.

Nota: El almacenamiento inadecuado de los equipos de iluminación aumenta el riesgo de daños a la salud y el medio ambiente debido a la fragilidad del material que compone los equipos de iluminación, generalmente vidrio, que puede causar casos de emergencia como los que se establecen a continuación:

A. Vidrios rotos

La manipulación inadecuada de las luminarias propicia su caída e inevitable rompimiento, lo que provoca el riesgo de causar daño al personal expuesto a este material punzocortante.

- Medidas de respuesta ante la emergencia:
 - Señalar la zona en la que se encuentran los vidrios rotos
 - Emplear equipo de seguridad para recoger los vidrios rotos: gafas de seguridad, mascarilla facial y guantes.
 - Recoger los vidrios rotos empleando una escoba y recogedor.
 - Depositar los restos de vidrios rotos en un contenedor plástico sellado etiquetado para identificar el contenido y su peligrosidad.
 - Almacenar el contenedor sellado para su posterior tratamiento y/o disposición final

B. Gases tóxicos liberados

La manipulación inadecuada de las luminarias que contienen para su funcionamiento gases tóxicos como el mercurio provoca su caída e inevitable rompimiento liberando los gases tóxicos al ambiente (dejando restos de vidrio roto en la superficie) los cuales representan un riesgo a la salud del personal expuesto y en mayor nivel si el almacén no cuenta con la ventilación natural o forzada adecuada.

- Medidas de respuesta ante la emergencia:
 - Se debe evitar la inhalación de los gases tóxicos, por lo que se deben abrir los accesos del almacén o área en la que haya sucedido el incidente para aumentar el flujo de aire en la zona. Así

mismo, el personal encargado debe contar con mascarilla facial de protección para evitar la inhalación de los gases tóxicos.

- Para la recolección de los vidrios se deberá proceder tal como se describe en el escenario A.

Desensamble de componentes

Los equipos de iluminación se caracterizan por conformarse de componentes pequeños que requieren de un desensamble meticuloso que permita separar los materiales para poder ser aprovechados.

Generalmente, los equipos de iluminación se desensamblan separando el bulbo, bombilla o ampolla (según se conozca) del resto de los materiales para evitar la fractura o liberación de gases tóxicos contenidos en el bulbo, bombilla o ampolla de la lámpara. En la Tabla 7 se desglosan los pasos para el desensamble, para mayor referencia véase la Figura 10.

Tabla 7 Pasos para el desensamble de componentes de un equipo iluminación

Paso	Descripción
Desmontaje de difusores y carcasa	Se retiran las rejillas, lentes o difusores de policarbonato/vidrio para acceder al interior de la luminaria. Se separan estos materiales para su reciclaje como plástico o vidrio limpio.
Retiro de la fuente luminosa (Lámpara/Bulbo)	Se extrae el tubo fluorescente, foco o bulbo con extrema precaución para evitar su fractura. Punto crítico: Evitar la liberación de gases tóxicos (mercurio) contenidos en su interior. Se coloca en contenedor especial.
Desensamble de componentes eléctricos	Se desatornillan y cortan los cables de los auxiliares eléctricos (balastos, drivers o transformadores). Estos se separan como residuos electrónicos (RAEE) y el resto del chasis metálico se envía a chatarra.



Figura 11 Desensamble de un equipo de iluminación

Posteriormente, el resto del equipo procede a separarse por componentes (plásticos y metales, principalmente) que podrán ser enviados para su reciclaje.



Figura 12 Contenedores de materiales separados provenientes de equipos de iluminación

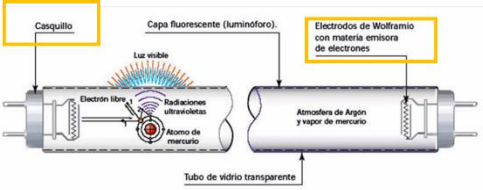

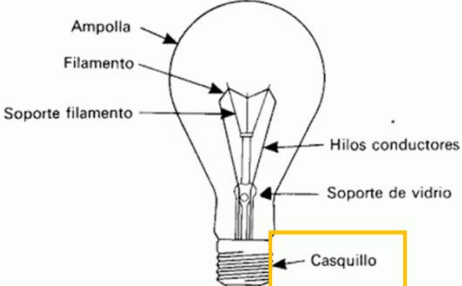
Tabla 8 Componentes, materiales y sustancias provenientes del desensamble de equipos de iluminación

Componentes	Materiales	Sustancias
<ul style="list-style-type: none"> • Carcasa o Gabinete: La estructura principal que sostiene el equipo. • Difusor, Lente o Refractor: La cubierta translúcida (plástica o vidrio). • Fuente luminosa: Lámpara, tubo fluorescente, bombilla o módulo LED. • Auxiliares eléctricos: Balastro (magnético/electrónico), Driver (LED) o Transformador. • Portalámparas (Sockets): Bases donde se conecta la lámpara. • Cableado interno: Cables de conexión eléctrica. • Capacitor: (Presente en sistemas viejos de corrección de factor de potencia). 	<ul style="list-style-type: none"> • Acero / Lámina metálica: (Carcasas de luminarias industriales o de oficinas). • Aluminio: (Reflectores especulares y disipadores de calor en LED). • Vidrio: (Cuerpo de los tubos fluorescentes y bombillas). • Plásticos: Policarbonato, Acrílico (difusores), PVC (aislamiento de cables). • Cobre: (Bobinas de balastos y cableado). • Materiales electrónicos: (Tarjetas de circuitos impresos en drivers y balastos electrónicos). 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercurio (Hg): Presente en forma de vapor o amalgama dentro de tubos fluorescentes y lámparas de aditivos metálicos/vapor de sodio. (Altamente tóxico). • Polvo de Fósforo: Recubrimiento blanco dentro de los tubos fluorescentes. • Bifenilos Policlorados (BPC): Posiblemente presentes en capacitores de balastos muy antiguos (anteriores a 1980), aunque raros hoy en día, es una sustancia para vigilar.

Inhabilitación

El sistema de iluminación contiene diversos componentes necesarios para su funcionamiento, no obstante, existen componentes que impiden que el equipo opere de manera adecuada. Estos componentes se refieren la **lámpara o bombilla, el balastro y/o el cableado del sistema de iluminación** mediante los cuales al ser extraídos es posible realizar la inhabilitación del equipo. A continuación, se muestran los componentes de inhabilitación de los equipos de iluminación:

Tabla 9 Componentes de inhabilitación de los equipos de iluminación

Tipo de equipo	Componentes de inhabilitación	Referencia ilustrativa
Sistema de iluminación con Tubo fluorescente	<ul style="list-style-type: none"> Extracción del tubo de vidrio del sistema de iluminación Casquillo Electrodos de wolframio 	
Sistema de iluminación con bombilla/foco fluorescente	<ul style="list-style-type: none"> Extracción de la bombilla Casquillo Balastro 	
Sistema de iluminación con bombilla/foco incandescente	<ul style="list-style-type: none"> Extracción de la bombilla Casquillo 	

Recuperación de materiales valorizables

La recuperación de materiales se establece en 3 vertientes, la reparación, el reacondicionamiento y el reciclaje. No obstante, la reparación y el reacondicionamiento de los equipos se realiza por medio de actores Fabricantes y/o Distribuidores por lo que en la presente guía se describen las prácticas para el reciclaje de los equipos (correspondiente a los gestores circulares de equipos) de iluminación:

Reciclaje

Caracterización de materiales – separación selectiva

Una vez desensamblados los componentes del equipo de iluminación se procede a la caracterización de los materiales, como bien se menciona, en el desensamble del equipo, los principales materiales que se obtienen de la separación por materiales es el siguiente (dependiendo del tipo de equipo de iluminación que se trate):

- Mercurio
- Fósforo
- Vidrio (aún como bulbo, bombilla o ampolla)
- Aluminio
- Plástico
- Tungsteno

Tratamiento de los materiales (trituración)

Finalmente, una vez separados los materiales se procede a la trituración de los componentes para ser reciclados.

En el caso del bulbo, bombilla o ampolla que contiene el gas de mercurio se someten a un proceso de trituración, en donde se recomienda el uso de una máquina trituradora para luminarias que recupera los gases mediante una bomba extractora, filtros y un contenedor.

El triturador de luminarias basa su funcionamiento en un rodillo que destruye la estructura de la lámpara y cuenta con un sistema para filtrar los gases/vapores emitidos por la lámpara.

Cabe mencionar que el material triturado requiere almacenarse en recipientes adecuados debido a la toxicidad del mercurio, se recomienda emplear barriles metálicos, los cuales deben recibir el tratamiento de estabilización y/o disposición adecuados.

Nota: como alternativa para la maquina trituradora de lámparas es posible realizar una maquina casera que permita llevar a cabo el manejo adecuado de los equipos y las sustancias peligrosas que contienen minimizando los costos por adquisición de la trituradora. Para realizar esta trituradora casera sigue el siguiente proceso: Los elementos clave del triturador se describen a continuación:

- **Rodillos:** cilindros giratorios que provocan la fractura y trituración del material que ingresa (pueden ser rodillos de plástico o madera)
- **Extractor:** ventilador que extrae el flujo de aire para evitar que los gases sean liberados a la atmosfera
- **Filtro de partículas:** filtro colocado para retener as partículas de mercurio que se encuentran contenidas en el vapor o gases de las luminarias
- **Depósito de mercurio:** recipiente unido al sistema de circulación de aire, en este depósito se acumulan las partículas de mercurio (el depósito debe ser un contenedor hermético comúnmente de plástico)
- **Contenedores de almacenamiento:** contenedores metálicos en los que se depositan los vidrios triturados de las lámparas (eventualmente estos contenedores pueden ser sustituidos por bolsas de plástico grueso, ya que contendrán los restos del material punzocortante contaminado, por lo que será muy relevante que no se rompan).



Figura 13 Ejemplo de máquina trituradora de lámpara

Una versión casera de este equipo¹ puede construirse con un sistema de trituración compacto que puede montarse directamente sobre un barril metálico. Su funcionamiento se basa en succionar la lámpara, por la presión generada por una bomba de vacío, fracturando la lámpara mediante rodillos que se ubican en la parte interna superior del barril metálico. Posteriormente se coloca una cámara de filtración de mercurio con uso de carbón activado (para capturar las partículas del gas). De esta manera se capturan las partículas contenidas en el gas mediante esta cámara de filtración y los restos de vidrio de la lámpara pueden ser extraídos, para esta extracción debe desmontarse la parte superior del equipo.

Si el GCdE no cuenta con el equipo necesario o se encuentra en proceso de adquirir el equipo, así como con las capacidades técnicas necesarias para realizar este proceso se contactará un actor/proveedor especializado en el manejo de estas sustancias y se le hará llegar el componente que contiene la sustancia para su extracción (por ejemplo, el tubo de vidrio contiene gases de mercurio, por lo que se enviará al gestor de residuos peligrosos - GdRP el tubo de vidrio completo debidamente protegido para evitar fracturas o roturas), con la intención de minimizar las incidencias o liberación de gases en el centro del GCdE

Reciclaje de los materiales

Una vez que fueron separados los componentes y materiales mediante el desensamble y trituración es posible llevar los materiales a reciclaje. En la siguiente tabla se muestran algunas vías potenciales de aprovechamiento mediante reciclaje de los materiales los cuales deberán ser enviados a empresas recicladoras, expertas en la valorización de estos.

Figura 14 Equipo triturador de lámparas casero

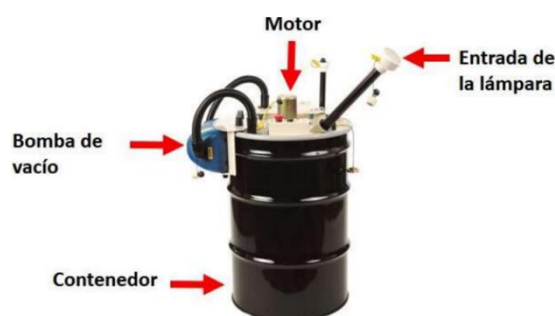


Tabla 10 Vías potenciales de aprovechamiento mediante reciclaje de los componentes y materiales

Componente	Vía potencial de reciclaje
Vidrio	Fundición
Plásticos	Fundición, trituración, cogeneración
Metales	Fundición
Vapor de Mercurio	Tratamiento y disposición final

Disposición Final

Posterior a la separación de materiales y sustancias de los equipos de iluminación, aquellos materiales que no sean aptos para su aprovechamiento mediante reciclaje serán enviados a disposición final, estos se establecen a continuación:

¹ Cabe mencionar que, con este equipo casero es posible destruir una lámpara a la vez, al contrario de la máquina trituradora comercial en la que se pueden introducir un mayor número de lámparas simultáneamente.

Vapor de mercurio

Una vez que las lámparas fluorescentes se separan en sus componentes (vidrio, metal, tubos de luz y el mercurio), y el gas de mercurio es contenido en los barriles metálicos o bolsas especiales este es recuperado mediante un tratamiento de destilación para ser estabilizado por proveedores especialistas en este servicio.



Figura 15 Recuperación del gas de mercurio para ser estabilizado

Sustancias Peligrosas y manejo adecuado

Identificación de las sustancias peligrosas

El mercurio es la sustancia peligrosa que se identifica principalmente al hablar del manejo de equipos de iluminación ineficientes/obsoletos. Esta sustancia se encuentra en forma de vapores o gases contenidos dentro del bulbo, bombilla o ampolla de la luminaria, y es extraído mediante el proceso de trituración. En este proceso de trituración los gases de mercurio son filtrados recuperando las partículas de este compuesto mediante los filtros que posteriormente son depositados en contenedores para su tratamiento y/o disposición.

Etapas del manejo en las cuales se generan o se manipulan sustancias o residuos peligrosos

Durante el proceso de manejo de los equipos de iluminación se identifica la etapa de desensamblado y reciclaje como las principales etapas de manipulación de sustancias peligrosas, no obstante, el manejo de estas sustancias depende de la manipulación de los equipos en cualquier etapa de su manejo ya que cualquier fractura en la bombilla, bulbo o ampolla liberará los gases tóxicos contenidos.

Fichas técnicas de las sustancias y materiales peligrosos

Para consultar en mayor detalle las condiciones de manejo y seguridad de las sustancias y materiales peligrosos contenidos en los equipos de aire acondicionado consultar el **Anexo 3** en el que se integran las fichas técnicas de seguridad de las estas sustancias y materiales.

Oportunidades de circularidad

Las alternativas para reintegrar un equipo de aire acondicionado que sale de operación en una PyME no deben limitarse a la disposición final; es fundamental analizar las razones de su retiro para identificar oportunidades de

economía circular. Dependiendo del diagnóstico técnico y la eficiencia operativa, se pueden distinguir tres escenarios principales para la toma de decisiones:

Figura 16 Oportunidades de circularidad

1. Equipos funcionales con oportunidad de reubicación o reacondicionamiento: En ocasiones, un equipo se retira no por fallas, sino por un dimensionamiento incorrecto (sub o sobredimensionado para la carga térmica del espacio) o por falta de mantenimiento que reduce su eficiencia parcial. En estos casos, aunque el equipo debe ser sustituido por uno adecuado para la PyME actual, la unidad retirada conserva su valor funcional.

- Acción circular: Tras un proceso de mantenimiento mayor, limpieza o reacondicionamiento certificado por el fabricante o un servicio especializado, el equipo puede reintegrarse a la operación en otra instalación donde su capacidad sea la correcta, extendiendo su vida útil.

2. Obsolescencia tecnológica o ineficiencia crítica: Cuando el equipo se encuentra operando, pero su tecnología es obsoleta por ejemplo por falta de eficiencia energética o uso de gases refrigerantes; su continuidad implica altos costos energéticos, inseguridad o impacto ambiental negativo.

- Acción circular: El equipo debe ser retirado definitivamente. Su destino es el desensamble para la recuperación de materiales (metales, tarjetas electrónicas) y la disposición segura de gases refrigerantes y aceites.

3. Daño irreparable o costo inviable: Si el equipo presenta averías mayores donde el costo de reparación, reacondicionamiento o remanufactura supera la viabilidad económica, se considera que ha llegado al final de su ciclo de vida.

- Acción circular: Al igual que en el escenario anterior, la única ruta responsable es el desmantelamiento controlado para el aprovechamiento de materias primas y el manejo correcto de residuos peligrosos.

Elaborado por SustainLuum 2025

Marco regulatorio

Este apartado aborda el marco jurídico obligatorio para la gestión responsable de residuos en México. Se detalla la estructura normativa encabezada por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Asimismo, se integran Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables, las cuales traducen estos mandatos legales en especificaciones técnicas concretas para el manejo, clasificación y disposición final segura de los materiales.

Marco legal general en materia de Residuos

La gestión de residuos en México se rige por un marco jurídico articulado que tiene como base constitucional el derecho a un medio ambiente sano. Este sistema normativo se estructura principalmente a través de dos instrumentos rectores: la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** (Cámara de Diputados, 2025), que sienta las bases de la política ambiental nacional, y la **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos** (Cámara de Diputados, 2023), que regula específicamente la jerarquización y el manejo de los residuos. Por su parte, la **Ley General de Economía Circular** incorpora un enfoque preventivo y sistémico al marco de gestión de residuos, al promover la extensión de la vida útil de los productos, el aprovechamiento circular de materiales y la responsabilidad compartida a lo largo de todo su ciclo de vida (Cámara de Diputados, 2025).

A continuación, se detallan los objetivos y alcances de estas leyes y sus respectivos reglamentos, los cuales definen las responsabilidades y procedimientos obligatorios para garantizar la prevención de la contaminación y el manejo seguro de los materiales desde su generación hasta su disposición final.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La **LGEEPA**, publicada el **28 de enero de 1988** y con su última reforma al **1 de abril de 2024**, tiene como objetivo propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar. Esta ley es el marco ambiental base en México y orienta la política nacional en materia de protección ambiental, regulación de actividades contaminantes y manejo de residuos.

Dentro de sus disposiciones, la LGEEPA **prohíbe la descarga o vertimiento de residuos sólidos, materiales peligrosos y lodos al agua sin autorización**, al reconocer que estas prácticas generan contaminación y riesgos para la salud y los ecosistemas. Asimismo, establece que los contaminantes que causan o pueden causar daños ambientales **no deben ser liberados a la atmósfera**, reforzando la obligación de prevenir emisiones perjudiciales, incluyendo aquellas derivadas de actividades industriales.

La ley también **establece las atribuciones para definir y regular los residuos peligrosos** mediante reglamentos y normativas específicas, creando el fundamento jurídico para el manejo adecuado de materiales y residuos de alto riesgo. Con ello, asegura que las actividades generadoras de residuos cumplan con las **Normas Oficiales Mexicanas (NOM)** aplicables para evitar la contaminación del agua, del suelo y del aire.

Finalmente, la LGEEPA incorpora como principios rectores la **prevención, el control y la restauración** en la gestión de residuos y en la atención de la contaminación que estos pueden generar. Además, faculta a los gobiernos para la elaboración de **inventarios de sitios contaminados**, lo que permite identificar, monitorear y definir estrategias de remediación para zonas afectadas por un manejo inadecuado de residuos.

Reglamento de la LGEEPA

El **Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos** (Cámara de Diputados, 1988), tiene como propósito desarrollar y detallar las disposiciones establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente respecto al manejo integral de los **residuos peligrosos**, incluyendo su gestión, transporte, tratamiento y disposición final. Este reglamento proporciona el marco operativo para asegurar que dichos residuos se administren de manera segura y ambientalmente responsable.

Su aplicación es de **carácter nacional**, por lo que es obligatorio para todas las personas físicas y morales que generen, transporten o gestionen residuos peligrosos dentro del territorio mexicano. El reglamento establece criterios y procedimientos específicos, así como las **responsabilidades de generadores, transportistas, prestadores de servicios autorizados y autoridades federales**, con el fin de asegurar un control adecuado y reducir los riesgos a la salud y al ambiente asociados con estos residuos.

En conjunto, este instrumento normativo permite coordinar a los distintos actores involucrados en la cadena de manejo de residuos peligrosos, fortaleciendo el cumplimiento ambiental y promoviendo prácticas seguras y reguladas desde la generación hasta la disposición final.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

La **LGPGIR**, publicada el **8 de octubre de 2003** y reformada por última vez el **8 de mayo de 2024**, tiene como objetivo garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano y promover el desarrollo sustentable mediante la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, así como de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Asimismo, busca prevenir la contaminación de sitios por estos residuos y llevar a cabo su remediación.

La ley establece que la prioridad en la gestión de residuos es evitar su generación y, cuando esto no sea posible, reducirlos, reutilizarlos y valorizarlos antes de considerar su disposición final. También divide los residuos en residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, indicando que cada uno requiere un manejo particular para asegurar la protección de la salud y del ambiente.

Además, define con claridad las responsabilidades de la Federación, los estados y los municipios en materia de residuos, lo que permite organizar todas las etapas de la gestión, desde la recolección y el transporte hasta la vigilancia, permisos y sanciones. La ley también impulsa la elaboración de planes de manejo para residuos que requieren control especial, como electrónicos, llantas o envases.

En materia de residuos peligrosos, la LGPGIR establece reglas estrictas para su transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición. Señala que la responsabilidad del manejo y la disposición final de estos residuos recae en quien los genera; sin embargo, cuando se contratan servicios con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos se entregan a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones pasa a estas últimas.

Reglamento de la LGPGIR

El **Reglamento de la LGPGIR** (Cámara de Diputados, 2014), tiene como finalidad reglamentar las disposiciones establecidas en dicha ley. Su propósito es detallar cómo deben aplicarse los principios y lineamientos previstos en la LGPGIR en materia de prevención, valorización, manejo y disposición de los residuos.

Este reglamento establece los mecanismos, criterios y procedimientos necesarios para asegurar una gestión integral que proteja el ambiente y la salud. Además, define la manera en que se distribuyen las responsabilidades entre los generadores de residuos, las autoridades y otros actores involucrados en su manejo.

Ley General de Economía Circular (LGEC)

La LGEC aprobada en 2025, tiene como finalidad establecer el marco normativo para impulsar la transición hacia un modelo de Economía Circular en México, mediante:

- La definición de políticas públicas basadas en principios y criterios de circularidad.
- La implementación de mecanismos de circularidad ambiental, técnica y económicamente viables aplicables a materiales, residuos y productos.
- El fomento de instrumentos económicos, incentivos y distintivos que promuevan prácticas circulares en el mercado.
- El impulso a la estrategia nacional de economía circular, incluyendo educación, innovación tecnológica, infraestructura circular, acopio y reciclaje de productos, reducción del desperdicio y cooperación internacional (Cámara de Diputados, 2025).

La Ley promueve un enfoque integral de la Economía Circular a lo largo del ciclo de vida de los productos, destacando, entre otros, los siguientes enfoques:

- **Extensión de la vida útil de los productos y sus componentes**, optimizando su uso en todas las etapas del ciclo de vida.
- **Gestión Circular y cadenas de valor circulares**, priorizando el uso de materias primas secundarias y la valorización de residuos en procesos de producción, distribución, comercialización y consumo.
- **Aprovechamiento máximo de materiales**, mediante esquemas que favorezcan la recuperación y reutilización de residuos (Cámara de Diputados, 2025).

Para fines operativos y técnicos, la LGEC establece diversos criterios, de los cuales destacan los siguientes como de interés para el manejo de equipos:

Figura 17 Criterios relevantes de circularidad de acuerdo con la LGEC



Elaborado por SustainLuum 2025 con información de (Cámara de Diputados, 2025).

Normatividad aplicable en materia de residuos – Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

Para garantizar la operatividad técnica y el cumplimiento de los mandatos legales anteriormente descritos, es indispensable observar las **Normas Oficiales Mexicanas (NOM)**. Estas regulaciones traducen los principios jurídicos en especificaciones técnicas obligatorias que rigen la seguridad y el manejo ambiental en el día a día. A continuación, se presenta un compendio de las normas críticas emitidas por la SEMARNAT, la STPS y la SCT, las cuales establecen desde los criterios para la clasificación, compatibilidad y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial, hasta los requisitos de protección personal para los trabajadores (EPP) y la correcta señalización durante el transporte, asegurando así una gestión integral y libre de riesgos.

Tabla 11 Normatividad técnica aplicable relevante

Normatividad	Objetivo	Elementos relevantes
<u>NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos</u> (SEMARNAT, 2006)	Establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos y las características que hacen que se consideren como tales.	Define las características CRETIB. Incluye listados oficiales de residuos que automáticamente se consideran peligrosos. Establece los criterios y procedimientos de prueba para determinar si un residuo presenta alguna característica de peligrosidad. Sirve como base para su manejo adecuado, protegiendo el ambiente y la salud pública.
<u>Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993</u> (SEMARNAT, 1993)	Establecer el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos por la NOM-CRP-001-ECOL/1993	Evita reacciones peligrosas cuando los residuos se mezclan, almacenan o manejan juntos. Se definen los criterios y pruebas para identificar incompatibilidad. Clasifica los residuos según su comportamiento químico. Indica cómo prevenir mezclas riesgosas durante el manejo, almacenamiento, transporte y disposición.
<u>NORMA Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial</u> (SEMARNAT, 2004)	Establecer las especificaciones de selección del sitio, el diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Establece las condiciones para seleccionar el sitio adecuado. Indica cómo diseñar y construir el relleno sanitario con medidas de protección ambiental. La forma de operación y monitoreo para evitar contaminación del suelo, aire y agua.
<u>NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo</u> (SEMARNAT, 2011)	Establece los criterios para que los estados y municipios propongan la inclusión o exclusión de residuos de manejo especial en el listado oficial, define cuáles de estos residuos deben contar con un Plan de Manejo y señala los elementos y procedimientos para elaborar e implementar dichos planes. También especifica cómo deben presentarse las solicitudes para actualizar el listado de	Define qué residuos se consideran de manejo especial. Presenta un listado oficial de estos residuos. Establece el procedimiento para incluir o excluir residuos del listado. Indica cómo debe elaborarse y aplicarse los planes de manejo, con responsabilidades para generadores, empresas y autoridades.

	residuos sujetos a Plan de Manejo.	
<u><i>NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2024, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.</i></u> (STPS, 2024)	Establecer los requisitos mínimos para la selección, uso y manejo del equipo de protección personal que se proporcione a las personas trabajadoras a fin de prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.	<p>El patrón debe identificar y documentar los riesgos por puesto y área.</p> <p>El EPP debe elegirse según los riesgos y cumplir con certificaciones.</p> <p>El empleador debe entregar, supervisar, mantener y reemplazar el EPP.</p> <p>Se debe capacitar a los trabajadores en el uso, cuidado y disposición del EPP.</p> <p>Todos los que ingresen a áreas de riesgo deben usar EPP adecuado.</p> <p>Las zonas deben estar señalizadas y la documentación debe mantenerse.</p>
<u><i>NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SCT/2008, Sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.</i></u> (SCT, 2008)	Establece las características y dimensiones de los carteles que deben portar las unidades vehiculares, camiones, unidades de arrastre, autotanques, carrotanques, contenedores, contenedores cisterna, tanques portátiles y recipientes intermedios para granel y demás unidades de autotransporte y ferrocarril, a fin de identificar la clase de riesgo de las sustancias, materiales o residuos peligrosos que se transportan.	<p>Es obligatoria para expedidores, transportistas y destinatarios de sustancias peligrosas</p> <p>Los vehículos deben portar carteles visibles que indiquen el tipo de riesgo.</p> <p>Si hay varios riesgos, deben colocarse todos los carteles aplicables.</p> <p>Unidades vacías, pero no descontaminadas deben mantener la señalización.</p>

Elaborado por SustainLuum 2025 con información de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) publicadas por SEMARNAT, STPS y SCT.

Anexos

Anexo 1. Check List - Criterios de recepción de equipos en GCdE

Check List - Criterios de recepción de equipos en GCdE					
Ítem	Datos del equipo	Limpieza del equipo - el equipo presenta:	Embalaje del equipo	Condiciones del equipo - Se especifica si el equipo presenta:	El equipo que se recibe cuenta con:
#	No. de identificación del equipo				
	Tipo de tecnología (eléctrica térmica)				
	Tipo de equipo				
	Peso del equipo [kg]				
	Dimensiones del equipo (Largo x ancho x profundidad) [m]				
		Derrames de grasas la carcasa			
		Derrames de aceites en la carcasa			
		Manchas o pintura fresca			
		Manchas de residuos biológicos (fluidos sanguíneos, etc.)			
		Se encuentra empleado			
			Se encuentra dentro de una caja		
			Se encuentra envuelto en un material protector (plástico burbuja, poliestireno, etc.)		
			Partes rotas		
			Especifica que contiene materiales punzo cortantes (vidrio, láminas, etc.)		
			Especifica si el equipo contiene sustancias o residuos peligrosos		
			Partes oxidadas y/o corroídas		
			Manifiesto entrega recepción		
			Copia de Diagnóstico energético sobre su funcionamiento		

Anexo 2. Manifiesto entrega-recepción para equipos ineficientes/obsoletos

MANIFIESTO ENTREGA RECEPCIÓN PARA EQUIPOS INEFICIENTES/OBSOLETOS					
GENERADOR					
No. DE MANIFIESTO:			No. DE REGISTRO COMO EMPRESA GENERADORA DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL		
RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA GENERADORA:					
DOMICILIO:				C.P.	
DELEGACIÓN / MUNICIPIO				ESTADO	
TEL.			CEL.		
CORREO ELECTRÓNICO					
TIPO DE TECNOLOGÍA (ELÉCTRICO/TÉRMICO)	TIPO DE EQUIPO	CONDICIONES DEL EQUIPO (BASADO EN INSPECCIÓN VISUAL: BUENO, REGULAR, MALO)	CANTIDAD (PZA)	PESO (kg)	OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE
CERTIFICADO DEL GENERADOR					

DECLARO QUE EL CONTENIDO DE ESTE LOTE ESTA TOTAL Y CORRECTAMENTE DESCRITO MEDIANTE LA CATEGORÍA DEL RESIDUO, Y SU DESCRIPCIÓN. QUE SE ENCUENTRA BIEN EMPACADO, MARCADO Y ROTULADO, Y QUE SE HAN PREVISTO LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA SU TRANSPORTE POR VIA TERRESTRE DE ACUERDO CON LA LEGISLACION ESTATAL VIGENTE Y DE SER EL CASO ENTRE DIFERENTES ENTIDADES.

NOMBRE DEL RESPONSABLE:

FIRMA DEL RESPONSABLE

TRANSPORTE

RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA TRANSPORTISTA

DOMICILIO:

C.P.

DELEGACIÓN / MUNICIPIO

ESTADO

TEL.

CEL.

CORREO ELECTRÓNICO

CUENTA CON LAS AUTORIZACIONES ESTATALES PARA EL TRANSPORTE DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL:

FOLIO DE AUTORIZACIÓN

RECIBÍ LOS RESIDUOS DESCRITOS EN EL PRESENTE MANIFIESTO ENTREGA-RECEPCIÓN PARA SU TRANSPORTE

NOMBRE DEL RESPONSABLE DE TRANSPORTE:

CARGO:

FIRMA:

FECHA DE EMBARQUE

DÍA

MES

AÑO

FECHA DE ENTREGA A SU DESTINO

DÍA

MES

AÑO

TIPO DE VEHÍCULO:

No. DE PLACA:

RECEPTOR

NOMBRE DE LA EMPRESA DESTINATARIA:

RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA DESTINATARIA:

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN DEL ESTADO:

SISTEMA DE MANEJO EMPLEADO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS EQUIPOS INEFICIENTES/OBSOLETOS

DOMICILIO:

C.P.

DELEGACIÓN / MUNICIPIO

ESTADO

TEL.

CEL.

CORREO ELECTRÓNICO

RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DEL EQUIPO

NOMBRE DEL RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN:

CARGO:

FIRMA:

FECHA DE RECEPCIÓN EN LA INSTALACIÓN:

DÍA

MES

AÑO

FECHA DE DISPOSICIÓN O MANEJO DE LOS RESIDUOS:

DÍA


MES

AÑO

Anexo 3. Fichas técnicas de Sustancias peligrosas

Mercurio

Tabla 12 Ficha de seguridad: Mercurio

Ficha de Seguridad- Mercurio (Hg)	
Datos de identificación de la sustancia	
Nombre de la sustancia	Mercurio
Número de registro CAS	7439-97-6
Usos identificados	Producto químico
Datos de toxicidad	Toxicidad aguda por inhalación
Pictogramas	
Primeros auxilios	
En caso de inhalación	Proporcionar aire fresco. En caso de dificultades respiratorias o paro de respiración preparar respiración artificial. Llamar al médico inmediatamente.
En caso de contacto con la piel	En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con mucha agua. Llamar a un médico en caso de malestar
En caso de contacto con los ojos	Lavar inmediata, cuidadosa y minuciosamente con ducha ocular o con agua. Consultar al oculista.
En caso de ingestión	Lavar la boca inmediatamente y beber agua en abundancia. Llamar al médico inmediatamente.
Medidas contra incendios	
Medios de extinción apropiados	Coordinar las medidas de extinción con los alrededores. Agua pulverizada, espuma, polvo extinguidor seco, dióxido de carbono (CO ₂)
Medios de extinción no apropiados	Chorro de agua
Recomendaciones de manipulación y almacenamiento	
Manipulación segura	Usar ventilador (laboratorio). Evitar: Formación de aerosol y niebla. Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia. Áreas sucias limpiar bien.
Medidas de higiene	Lavar las manos antes de las pausas y al fin del trabajo.
Almacenamiento	Consérvese únicamente en el recipiente de origen. Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente. Temperatura de almacenaje recomendada: 15 a 20°C

Equipo de protección personal recomendado	
	
Materiales incompatibles	
Aluminio	
Zinc	
Estaño	
Cobre	
Plomo	

Referencias

- Cámara de Diputados. (1988). *REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS*. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MRP.pdf
- Cámara de Diputados. (2014). *REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS*. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
- Cámara de Diputados. (2023). *LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>
- Cámara de Diputados. (2025). *Ley General de Economía Circular*. Recuperado el Diciembre de 2025, de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/iniclave/66/CD-LXVI-II-1P-085/01_minuta_085_09dic25.pdf
- Cámara de Diputados. (2025). *LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- DOF. (2006). *REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/403658/REGLAMENTO_PARA_EL_TRANSPORTE_TERRESTRE_DE_MATERIALES_Y_RESIDUOS_PELIGROSOS.pdf
- SCT. (2008). *NOM-004-SCT/2008, Sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5056880&fecha=18/08/2008#gsc.tab=0
- SCT. (2017). *NOM-012-SCT-2-2017, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal*. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/webflow-prod-assets/64e426e7ac0a9207319f84fd/68be33296171d3f7d508b19f_NOM-012-SCT-2-2017.pdf
- SEMARNAT. (1993). *Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680165/NOM-054-SEMARNAT-1993.pdf>
- SEMARNAT. (2004). *NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=658648&fecha=20/10/2004#gsc.tab=0
- SEMARNAT. (2006). *NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680163/NOM-052-SEMARNAT-2005.pdf>
- SEMARNAT. (2011). *NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los*. Obtenido de <https://sidof.segob.gob.mx/notas/docFuente/5286505>
- SSP. (2012). *REGLAMENTO de Tránsito en Carreteras y Puentes de Jurisdicción Federal*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n354.pdf>
- STPS. (2008). *NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo*. Obtenido de <https://www.gob.mx/stps/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-017-stps-2008-equipo-de-proteccion-personal-seleccion-uso-y-manejo-en-los-centros-de-trabajo>
- STPS. (2024). *NOM-017-STPS-2024, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5753280

