



MÉXICO

**Programa de Eficiencia Energética en Inmuebles de la Administración Pública
Federal (IAPF).**

ME-L1267

**PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL
(PGAS)**

20 de octubre de 2017

Contenido

Acronimos.	3
I. Introducción.	4
II. Objetivo	4
III. Mecanismos de ejecución del PGAS	5
IV. Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales y sociales del proyecto	5
IV.1. Identificación de Impactos ambientales.	5
IV.2. Identificación de Impactos sociales	7
IV.3. Medidas de prevención y mitigación	8
V. Informes de cumplimiento del PGAS e integración de reportes de los proveedores.....	11
Referencias	12
Anexo 1 Plan Maestro de Manejo de Residuos	Error! Bookmark not defined.

Índice de tablas

Tabla 1. Medidas de prevención y/o mitigación propuestas	8
--	---

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Flujo de información y reporte al organismo ejecutor	11
---	----

Acronimos.

AC: Aire acondicionado

FIDE: Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica

HCFC: Hidroclorofluorocarbonos

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

NOM: Norma Oficial Mexicana

PSME: Plan de Supervisión, Monitoreo y Evaluación

R- LGPGIR: Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

RME: Residuos de Manejo Especial

RP: Residuos Peligrosos

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

SAO: Sustancias agotadoras de la capa de ozono

SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SISSAO: Sistema de Información y Seguimiento de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono

I. Introducción.

El Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) del proyecto: Programa de Eficiencia Energética en Inmuebles de la Administración Pública Federal (IAPF), es el resultado del Análisis Ambiental y Social y el taller de retroalimentación realizado en las oficinas de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. A través del mismo, se informa sobre los posibles impactos ambientales y sociales del proyecto y se proponen las medidas correspondientes para garantizar el cumplimiento tanto de la normativa nacional vigente como de la Política de Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardas establecidas por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Dichas políticas, establecen como requisito obligatorio previo para cualquier contrato de préstamo promovido a través del BID, elaborar una Evaluación Socio-Ambiental y un Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS), conforme a las categorías definidas en la Directiva de Políticas. Esa directiva considera estos tipos de proyecto dentro de la categoría "B", debido a que su impacto, riesgos ambientales y sociales son entre bajos y moderados, en términos de impactos directos, indirectos, regionales y acumulativos. A su vez, los procedimientos, conocimientos técnicos y aptitudes para diseñar las medidas de mitigación del proyecto, pueden implementarse fácilmente.

II. Objetivo

El presente Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) tiene como objetivo definir los ámbitos de aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos derivados del Programa de Eficiencia Energética en Inmuebles de la Administración Pública Federal (IAPF), incluyendo la implementación del Plan Maestro de Manejo de Residuos y aspectos complementarios.

De igual manera, tiene como objetivo definir el proceso de reporte de los distintos actores involucrados en el Programa de Eficiencia Energética en Inmuebles de la Administración Pública Federal (IAPF), al ejecutor del mismo.

III. Mecanismos de ejecución del PGAS

El PGAS se incluirá como programa de trabajo inherente al desarrollo del proyecto con implicaciones en las etapas de operación del proyecto y de acuerdo a los siguientes conceptos:

1. Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales;
2. Medidas de prevención y mitigación de impacto social; y
3. Procedimiento de reporte al ejecutor.

El Plan de monitoreo y reporte sobre la ejecución del PGAS incluye informes anuales de seguimiento a la implementación de las medidas y su registro administrativo. Al respecto se podrán utilizar evidencias documentales o fotográficas que reflejen el avance de las medidas a registrarse en un formato de reporte previamente convenido.

IV. Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales y sociales del proyecto

IV.1. Identificación de Impactos ambientales.

Se han propuesto medidas de prevención y mitigación para cada uno de los posibles impactos ambientales significativos, como son:

- Emisión de partículas y Gases de Efecto Invernadero (GEI);
- Contaminación del suelo. (Derivado el mal manejo de RSU, RME y RP);
- Pérdida del confort sonoro (Ruido); y

Los cuales se explican a continuación:

1. Emisión de partículas y Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Si bien la instalación de nuevos equipos de aire acondicionado y luminarias puede generar emisión de partículas a nivel puntual, se considera que de mayor magnitud

y significancia la mitigación de GEI por el desplazamiento de gases de combustión asociados a la generación eléctrica como son el CO₂ y CH₄. La reducción de emisiones de GEI estimada por el proyecto es por 52,670 tCO₂e/año;

2. Contaminación del suelo.

La contaminación del suelo puede derivarse de un mal manejo de Residuos sólidos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos asociados al proyecto, los cuales incluye:

- Componentes metálicos y electrónicos de los equipos de aire acondicionado
- Gas refrigerante constituido por sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) y que por tanto están sujetas a su control y destrucción.
- El aceite de los equipos de compresión también debe ser sujeto a manejo como aceite de maquinaria industrial.
- Gabinetes, plafones, balastros y cables.

En particular las luminarias de gas fluorescente son sujetos de manejo como residuo peligroso por contener mercurio. Estos residuos implican una estrategia de manejo que considere las diferentes características y estrategias de valorización.

3. Pérdida del confort sonoro. Ruido.

Es posible que se genere este impacto por la operación de herramienta en el sitio del proyecto. Dicho impacto puede ser considerado de carácter temporal y el área de impacto será puntual. Si las actividades de instalación de las luminarias y aires acondicionadas es en período fuera de horario de oficina puede considerarse que se evita la exposición de personal.

IV.2. Identificación de Impactos sociales

Los impactos sociales identificados para el presente proyecto son:

- Alteración del paisaje o del patrimonio arqueológico
- Generación de empleos
- Uso de servicios locales

Los cuáles se explican a continuación.

1. Alteración del paisaje o del patrimonio arqueológico

La alteración del patrimonio arqueológico puede presentarse en los inmuebles considerados dentro del proyecto que estén declarados como monumentos históricos o monumentos de valor artístico por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) al realizar el cambio de gabinetes, plafones, balastros y cables.

Los Monumentos Históricos son aquellos que por sus características, preservan la memoria histórica de la nación.

Se consideran Inmuebles Declarados Monumentos con valor Artístico, aquellos inmuebles que por decreto expedido por el Presidente de la República o en su caso por el Secretario de Educación Pública, cuentan con una amplia representación en el contexto urbano, inserción en determinada corriente estilística, grado de innovación, así como materiales y técnicas utilizadas en su construcción.

2. Generación de empleos.

Se generarán empleos en el tiempo de ejecución del presente proyecto. Dicho impacto es positivo, y de efecto directo sinérgico, es decir, contribuirá al fomento de otros impactos igualmente positivos.

3. Uso de servicios locales.

Con la ejecución del proyecto, se favorecerá el comercio por el uso de los servicios de la localidad por los trabajadores y empresas implicadas en el proyecto.

Como se puede observar, los impactos sociales como son: Generación de empleos y uso de servicios locales, son positivos y por lo tanto no se proponen medidas de mitigación.

Únicamente se proponen medidas para el impacto número 1: Alteración del paisaje o del patrimonio arqueológico.

IV.3. Medidas de prevención y mitigación

Las medidas de prevención y mitigación propuestas para los impactos ambientales y sociales detectados para el proyecto Programa de Eficiencia Energética en Inmuebles de la Administración Pública Federal (IAPF), se enlistan a continuación.

Tabla 1. Medidas de prevención y/o mitigación propuestas

Impactos Ambientales	Medidas de prevención y/o mitigación
Emisión de partículas y Gases de Efecto Invernadero (GEI);	En la etapa de instalación se mantendrán buenas prácticas de manejo de equipo y materiales en apego a normas de higiene ocupacional, mismas que serán referidas en las licitaciones y contratos con empresas que implementen dichas actividades. Por ejemplo, los trabajadores deberán emplear cubre bocas y equipo de protección personal (EPP) correspondiente. De igual manera se registrarán los alcances del

proyecto en el Registro Nacional de Emisiones (RENE) a fin de documentar la mitigación alcanzada por el proyecto y su aportación a las metas del INDC.

La contaminación del suelo se puede prevenir con la correcta ejecución del Plan maestro de Manejo de Residuos (PMMR) **(Anexo 1)**.

El PMMR incluye las siguientes categorías:

- Residuos peligrosos
- Residuos sólidos urbanos
- Material no contaminado reciclable

Contaminación del suelo.
(Derivado el mal manejo
de RSU,RME y RP);

La principal corriente de residuos asociados al proyecto incluye componentes metálicos y electrónicos de los equipos de aire acondicionado así como el gas refrigerante, constituido por sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) y que por tanto están sujetas a su control y destrucción. El aceite de los equipos de compresión también debe ser sujeto a manejo como aceite de maquinaria industrial. En su caso, las luminarias que sean sustituidas implican residuos como gabinetes, plafones, balastros y cables. En particular las luminarias de gas fluorescente son sujetos de manejo como residuo peligroso por contener mercurio.

Pérdida del confort
sonoro (Ruido); y

Estos residuos implican una estrategia de manejo que considere las diferentes características y estrategias de valorización.

Se recomienda respetar estrictamente la jornada laboral así como el programa de trabajo de la obra, con la finalidad, de que el ruido no rebase del estrictamente necesario para llevar a cabo la obra.

Dicho impacto será de manera puntual y de una duración corta.

Alteración del paisaje o
del patrimonio
arqueológico

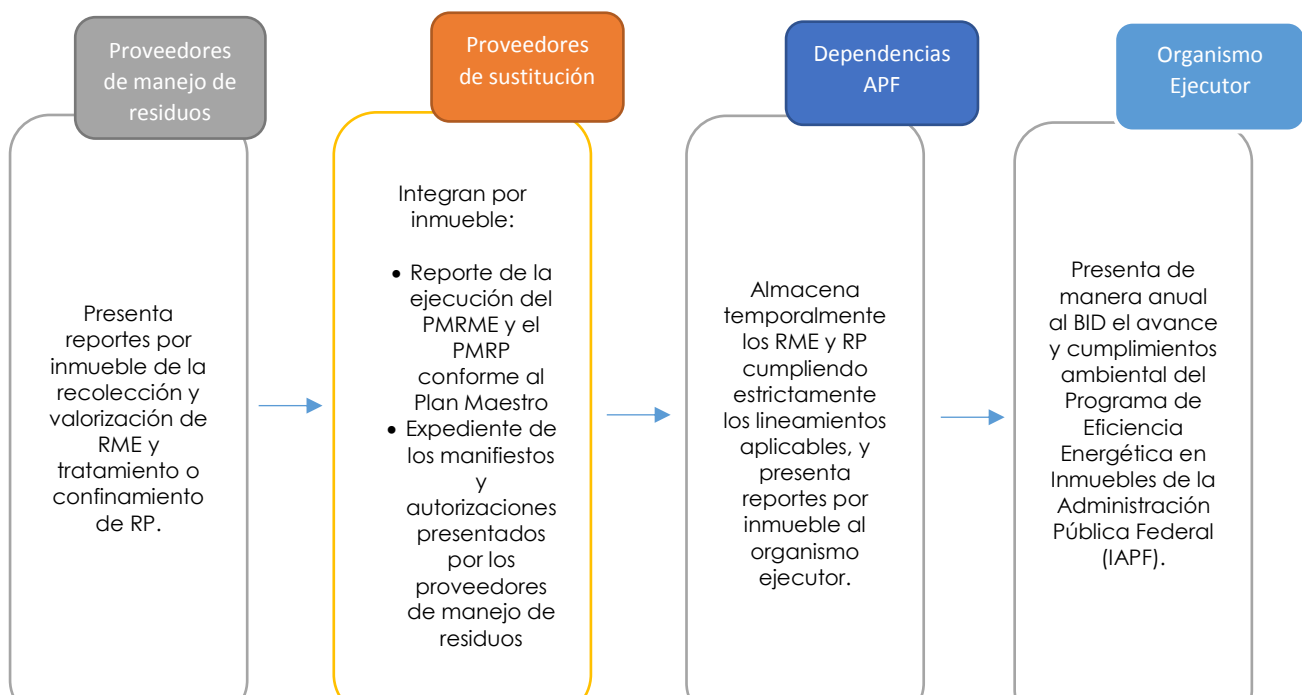
Derivado de la mejora en condiciones de iluminación, se podrá mejorar la imagen de edificios públicos. En aquellos edificios que se consideren zonas relevantes al patrimonio arqueológico nacional o con registros oficiales del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) se seguirán los criterios y requerimientos específicos aplicables a los equipos de iluminación y aire acondicionado. A tal caso se deberán identificar los edificios sujetos a revisión de criterios de conservación arquitectónica para contemplar las medidas requeridas.

Dar cabal cumplimiento a la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricas, artículos 42, 43 y 44 y al Reglamento de Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricas, artículos 42, 43, 44.

V. Informes de cumplimiento del PGAS e integración de reportes de los proveedores

El flujo de reporte al organismo ejecutor del Programa de Eficiencia Energética en Inmuebles de la Administración Pública Federal (IAPF) contempla la integración de información a partir de cada proyecto o inmueble; es decir que los proveedores de manejo de residuos y de equipos de sustitución de iluminación y AC deberán reportar a los responsables de cada dependencia las actividades correspondientes y volumen de residuos manejados por inmueble intervenido. Dicho flujo de reporte culmina con la integración de un Informe Anual que el organismo ejecutor podrá presentar al BID y SENER, donde se resume el cumplimiento de las medidas estipuladas en el PGAS, conforme se ilustra a continuación:

Flujo de reporte de proyectos por inmueble y del organismo ejecutor



Referencias

- BID, 2016. Evaluación de Potenciales y Propuestas de Estrategias Financiera-Administrativa para Implementar medidas de Eficiencia Energética para la Administración Pública Federal, Informe interno BID.
- SEMARNAT, 2015, Compromisos de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático 2020-3030.
- Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos.
- Reglamento de Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas,



MÉXICO

**Programa de Eficiencia Energética en Inmuebles de la Administración Pública
Federal (IAPF).**

ME-L1267

**PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL
(PGAS)**

Anexo 1. Plan Maestro para el Manejo de Residuos

19 de octubre de 2017

Tania Lara Sarabia

Contenido

I.	Introducción	17
II.	Abreviaturas	19
III.	Objetivos.....	20
III.1	General.....	20
III.2	Específicos	20
IV.	Alcance.....	21
V.	Análisis normativo	22
V.1	Residuos sólidos urbanos y de manejo especial	23
V.1.1	Definiciones y competencia.....	23
V.1.2	Normatividad aplicable	24
V.2	Residuos Peligrosos.....	27
V.2.1	Definiciones y competencia.....	27
V.2.2	Normatividad aplicable	28
VI.	Descripción de fuentes generadoras	31
VI.1.1	Sustitución de iluminación	31
VI.1.2	Sustitución de aire acondicionado	33
VII.	Generación de residuos	34
VII.1	Residuos sólidos urbanos	34
VII.2	Residuos de manejo especial	34
VII.2.1	Equipos de aire acondicionado.....	35
VII.3	Residuos Peligrosos.....	36
VII.3.1	Residuos de lámparas fluorescentes.....	37
VII.3.2	Refrigerantes y aceites de compresor.....	37
VIII.	Procedimiento para el manejo de los residuos.....	38
VIII.1	Residuos sólidos urbanos y de manejo especial	38
VIII.2	Residuos Peligrosos.....	40
VIII.2.1	Residuos de lámparas fluorescentes.....	40
VIII.2.2	Refrigerantes y aceites de compresor.....	52
IX.	Planes de manejo	59

IX.1	Plan de manejo de Residuos de Manejo Especial.....	59
IX.2	Plan de manejo de Residuos Peligrosos.....	61
X.	Capacitación.....	62
XI.	Monitoreo y evaluación continua.....	64
XII.	Definición de responsabilidades.....	67
XIII.	Estimación de costos.....	69
XIII.1	Manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.....	69
XIII.2	Manejo de residuos peligrosos.....	69
XIII.2.1	Residuos de lámparas fluorescentes.....	69
XIII.2.2	Residuos de aire acondicionado.....	69
XIV.	Bibliografía y referencias.....	70

Índice de tablas

Tabla 1.	Obligaciones generales de los Generadores de RP.....	29
Tabla 2.	Clasificación de los residuos provenientes de la sustitución de luminarias y equipos de aire acondicionado.....	38
Tabla 3.	Estados con padrón actualizado de empresas autorizadas para el manejo de RSU y RME.....	39
Tabla 4.	Empresas autorizadas para el manejo de residuos de lámparas fluorescentes.....	44
Tabla 5.	Cantidad mínima promedio de gas refrigerante R-22 que se debe recuperar.....	55
Tabla 6.	Ejemplo de formato general de seguimiento de empresas contratadas para el manejo de residuos.....	66

Índice de figuras

Figura 1.	Principales componentes de las luminarias.....	32
Figura 2.	Procedimiento general para el manejo de residuos de lámparas fluorescentes.....	41
Figura 3.	Diagrama del recorrido del Manifiesto para manejo de RP.....	49
Figura 4.	Red de Centros de Recuperación, Acopio y Reciclado de Refrigerantes.....	54

Figura 5. Procedimiento general para el manejo de residuos de equipos de aire acondicionado.	55
Figura 6. Esquema de responsabilidades generales.	68

I. Introducción

Como parte de las estrategias para la implementación de medidas de eficiencia energética, la Secretaría de Energía (SENER), la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) detectaron un área de oportunidad relacionada con la sustitución de luminarias y equipos de aire acondicionado en los inmuebles de la Administración Pública Federal (APF), en particular, en los edificios que albergan oficinas.

La inversión requerida por la compra de nuevos equipos será recuperada a través del ahorro en el consumo eléctrico. Adicionalmente, la sustitución de los equipos de iluminación y aire acondicionado permitirá la migración a tecnologías no sólo más eficientes, sino que también representan menor riesgo al ambiente, derivado del uso de refrigerantes que no contienen Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono, así como lámparas que no contienen vapor de mercurio y por tanto no son consideradas residuos peligrosos.

Sin embargo, la sustitución de equipos involucra invariablemente la generación de residuos, debido a la cantidad y naturaleza de los equipos, los residuos generados serán principalmente residuos de manejo especial y residuos peligrosos, mismos que deben ser manejados de acuerdo con lo establecido en las normas aplicables y considerando las mejores prácticas existentes a nivel nacional.

El presente documento es un Plan Maestro que tiene como finalidad establecer las condiciones mínimas que deberán cumplirse para el manejo adecuado de los residuos que serán generados por el proyecto y que deberá plasmarse en Planes de Manejo de Residuos.

Debido a que no se cuenta con inventarios de iluminación y aire acondicionado, no es posible conocer la cantidad exacta de residuos que serán generados, sin embargo, este documento busca agrupar los posibles escenarios e indicar las medidas que deberán tomarse para el manejo de cada uno de ellos.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto, la sustitución de los equipos será licitada por el FIDE, el cual deberá considerar en las bases del concurso el manejo de los residuos, incluyendo la responsabilidad legal como generadores de los

mismos, la obligación de cumplir con todas las especificaciones establecidas por el FIDE en los Planes de Manejo previstos en la legislación aplicable, considerando al menos las actividades y procedimientos descritos en este Plan Maestro, mismo que podrá ser usado como guía para tal fin.

Con la finalidad de ejemplificar el manejo de los residuos y el costo asociado a su disposición, se realizaron estimaciones de la generación de lámparas fluorescentes y equipos de aire acondicionado tomando como base el documento "Evaluación de Potenciales y Propuestas de Estrategias Financiera-Administrativa para Implementar medidas de Eficiencia Energética para la Administración Pública Federal".

II. Abreviaturas

AC. Aire acondicionado

FIDE. Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica

HCFC. Hidroclorofluorocarbonos

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

NOM. Norma Oficial Mexicana

PSME. Plan de Supervisión, Monitoreo y Evaluación

R- LGPGIR. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

RME. Residuos de Manejo Especial

RP. Residuos Peligrosos

RSU. Residuos Sólidos Urbanos

SAO. Sustancias agotadoras de la capa de ozono

SCT. Secretaría de Comunicaciones y Transportes

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SISSAO. Sistema de Información y Seguimiento de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono

III. Objetivos

III.1 General

Identificar, manejar y valorizar los residuos que serán generados derivado de las actividades propias del proyecto conforme a la normatividad vigente estableciendo las regulaciones y lineamientos legislativos que deben ser considerados, así como los procedimientos que deben seguirse para el manejo adecuado de dichos residuos.

III.2 Específicos

Entre los objetivos específicos del presente documento se establecen:

- Identificar las principales corrientes de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que serán generadas como parte del proyecto.
- Analizar la legislación ambiental aplicable para establecer los requerimientos base a ser considerados como parte del manejo de todas las corrientes de residuos con procedimientos acordes a la naturaleza propia de cada tipo de residuo.
- Establecer los mecanismos generales de supervisión para el manejo adecuado de los residuos, mediante herramientas de monitoreo y evaluación continua.

IV. Alcance

Lo establecido en el presente documento es aplicable a todas las actividades que, como parte del proyecto, generen residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. El FIDE es el responsable del plan de manejo de residuos y de que los actores involucrados cumplan con lo establecido en él, por lo anterior, el FIDE lo considerará como parte de los requisitos a cumplir por parte de las empresas que concursan para realizar la sustitución de las luminarias y de los equipos de aire acondicionado, incluyendo la obligación de entregar al FIDE las pruebas documentales que le permitan garantizar la implementación de los planes de manejo previstos en la legislación aplicable.

Los Planes de Manejo de Residuos deberán considerar a los actores involucrados en el proceso de sustitución de equipos, tales como proveedores, contratistas, administradores de los edificios; así como definir las actividades que realizarán los responsables de cada uno de ellos.

Este Plan Maestro se apega a los criterios y lineamientos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento, además de las normas federales y locales vigentes y aplicables, en materia de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos.

V. Análisis normativo

El desarrollo de prácticamente cualquier actividad da como resultado la generación de residuos, situaciones tan cotidianas como el consumo de alimentos o el mantenimiento de cualquier equipo o maquinaria; sin embargo, no todos los residuos tienen las mismas características y por lo tanto su manejo, recolección, tratamiento y disposición final son diferentes.

El 8 de octubre de 2003 se publica en el Diario Oficial de la Federación la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, que en su Artículo 5, inciso XXIX define a un residuo como aquel

“material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven”.

En el concepto, se identifica que un residuo se considerará como tal, hasta que sea desechado por su propietario o poseedor, y que sea susceptible de ser valorizado o sujeto a tratamiento o disposición final. Por su parte, también define a un generador como aquella

“persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos y de consumo”.

Estas dos definiciones son de gran importancia ya que determinan las obligaciones, responsabilidades y las opciones de manejo y gestión previstas en la legislación que son consideradas en el presente estudio.

Asimismo, la LGPGIR agrupa a los residuos en tres grandes categorías de acuerdo a las características intrínsecas que comparten, es decir, residuos sólidos urbanos (RSU), de manejo especial (RME) y peligrosos (RP); además define las atribuciones

de los tres órdenes de gobierno con respecto a la responsabilidad del manejo y vigilancia de cada clasificación, lo cual se detallará a continuación.

Cabe señalar que la identificación y descripción de las atribuciones de las autoridades competentes es de gran importancia, ya que permite determinar y proponer estrategias y recomendaciones para lograr un manejo y gestión ambientalmente adecuados de los residuos durante su ciclo de vida. Es por ello que el FIDE deberá garantizar que la(s) empresa(s) que serán las encargadas de realizar la sustitución de las luminarias y equipos de aire acondicionado lleven a cabo todo lo descrito en el presente documento y cumplir con todos los lineamientos establecidos en la legislación ambiental vigente.

V.1 Residuos sólidos urbanos y de manejo especial

V.1.1 Definiciones y competencia

La LGPGIR define en su Artículo 5, inciso XXXIII, a los residuos sólidos urbanos como aquellos

“generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole”.

Mientras que, en el mismo Artículo, pero inciso XXX, establece que los residuos de manejo especial son

“Son aquellos 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”.

De igual forma divide la competencia de los mismos en los diferentes órdenes de gobierno; es decir, los Residuos de Manejo Especial son responsabilidad de los estados y los Residuos Sólidos Urbanos son regulados por los municipios donde son generados.

Lo anterior, da pauta a que cada entidad federativa establezca sus propios lineamientos regulatorios en materia de estos dos tipos de residuos, es por ello, que, para fines del presente proyecto, es requerida la revisión detallada de la normatividad aplicable, con la finalidad de cumplir cabalmente con cada requerimiento.

V.1.2 Normatividad aplicable

Se requiere la revisión específica de la legislación estatal en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial en las entidades federativas donde se localizan los edificios de la Administración Pública que será beneficiados con el proyecto, especialmente la de la Ciudad de México, la cual es la entidad en la que más edificios se encuentran asentados. Según el Artículo 96, incisos III y IV de la LGPGIR, las entidades federativas y municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, deberán

"III. Promover la suscripción de convenios con los grandes generadores de residuos, en el ámbito de su competencia, para que formulen e instrumenten los planes de manejo de los residuos que generen;

IV. Integrar el registro de los grandes generadores de residuos en el ámbito de su competencia y de empresas prestadoras de servicios de manejo de esos residuos, así como la base de datos en la que se recabe la información respecto al tipo, volumen y forma de manejo de los residuos".

De lo anterior, resalta la responsabilidad de los estados de solicitar a los grandes generadores de residuos la formulación de planes de manejo, asimismo, de integrar registros tanto de los grandes generadores, como de las empresas prestadoras de

servicios; esto debe considerarse, ya que como parte de las actividades del proyecto se generarán residuos de manejo especial, por lo cual deberán realizarse los trámites locales solicitados, así como realizar el manejo mediante empresas autorizadas en cada entidad. Con respecto a los residuos sólidos urbanos, en el caso de que se generen en grandes cantidades o en las necesarias para considerarse como de grandes generadores, deberá sujetarse del mismo modo a lo solicitado por la autoridad.

Por otra parte, la regulación de los residuos de manejo especial corresponde a las entidades federativas; sin embargo, la Federación está facultada para regular otros aspectos de estos residuos, entre ellos, la emisión de la Norma Oficial Mexicana que clasifica a los residuos de manejo especial sujetos a planes de manejo y que deben ser presentados ante la SEMARNAT.

Esta norma se refiere a la 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. El campo de aplicación de esta norma incluye a:

- a) Los grandes generadores de Residuos de Manejo Especial
- b) Los grandes generadores de Residuos Sólidos Urbanos
- c) Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores, comercializadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en RME sujetos a un Plan de Manejo.

Dentro de los RME que considera esta norma y que están sujetos a presentar un Plan de Manejo de Residuos (PMR), se tienen:

“VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, que se generen en una obra en una cantidad mayor a 80m³.

VIII. Los productos que al transcurrir su vida útil se desechan y que se listan a continuación:

a) *Residuos tecnológicos de las industrias de la informática y fabricantes de productos electrónicos:*

- *Computadoras personales de escritorio y sus accesorios.*
- *Computadoras personales portátiles y sus accesorios.*
- *Teléfonos celulares.*
- *Monitores con tubos de rayos catódicos (incluyendo televisores).*
- *Pantallas de cristal líquido y plasma (incluyendo televisores).*
- *Reproductores de audio y video portátiles.*
- *Cables para equipos electrónicos.*
- *Impresoras, fotocopadoras y multifuncionales.*

b) *Otros que al transcurrir su vida útil requieren de un manejo específico y que sean generados por un gran generador en una cantidad mayor a 10 toneladas por residuo al año:*

- *Aceite vegetal usado.*
- *Neumáticos de desecho.*
- *Envases y embalajes de tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policarbonato (PC).*
- *Artículos publicitarios en vía pública de tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policarbonato (PC).*
- *Artículos de promoción de campañas políticas en vía pública de tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policarbonato (PC).*
- *Envases, embalajes y artículos de madera.*
- *Envases, embalajes y perfiles de aluminio.*
- *Envases, embalajes y perfiles de metal ferroso.*

- *Envases, embalajes y perfiles de metal no ferroso.*
- *Papel y cartón.*
- *Vidrio.*
- *Ropa, recorte y trapo de algodón.*
- *Ropa, recorte y trapo de fibras sintéticas*
- *Hule natural y sintético.*
- *Envase de multilaminados de varios materiales.*
- *Refrigeradores.*
- *Aire acondicionado.*
- *Lavadoras.*
- *Secadoras.*
- *Hornos de microondas."*

Como se identifica previamente, será necesario desarrollar e implementar un Plan de Manejo con base en esta Norma Oficial debido a que se generarán, como parte de las actividades del proyecto, residuos incluidos en estos listados como los propios aires acondicionados; sin embargo, también se identifica la generación de grandes cantidades de otros residuos metálicos, por ejemplo, de los gabinetes, producto de la sustitución de luminarias; otro ejemplo, son las cajas de cartón que empaquetarán la mayoría de los insumos a utilizar, que posiblemente se generarán en una cantidad mayor a 10 ton al año. En el apartado de VII. Generación de residuos se describen claramente los residuos que se estiman serán generados.

Cabe mencionar, que es posible incorporar dos o más de los residuos listados en la Norma en un mismo plan de manejo. Asimismo, debido a que el PMR se realizará bajo la modalidad nacional, deberá presentarse ante la SEMARNAT.

V.2 Residuos Peligrosos

V.2.1 Definiciones y competencia

Con respecto a los residuos peligrosos, la LGPGIR los define en su Artículo 5, inciso XXXII, como

“aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley”

En este caso, los RP son de competencia Federal, lo que significa que es la SEMARNAT la encargada de vigilar el cumplimiento de toda la legislación aplicable, lo que garantizará el manejo integral de estos residuos. Como se describirá posteriormente, dentro de los residuos peligrosos que se generarán resaltan las lámparas fluorescentes, algunos de los refrigerantes a ser extraídos de los equipos de aire acondicionado y el aceite de los compresores (sin embargo, al estar contenidos dentro de los equipos de aire acondicionado, estos forman parte de los residuos de manejo especial, mientras los equipos no sean inhabilitados).

V.2.2 Normatividad aplicable

Con respecto al marco regulatorio federal, intervienen en el manejo y gestión de los residuos peligrosos, la SEMARNAT y los actores involucrados en su gestión, es decir, las empresas autorizadas por la Secretaría para realizar actividades de recolección, transporte, tratamiento, co procesamiento, reciclaje y disposición final.

Por su parte, en la LGPGIR y su Reglamento se definen las responsabilidades y obligaciones de los generadores de residuos peligrosos, sin embargo, estas son diferentes de acuerdo con la cantidad que se generen, es decir, entre mayor es la cantidad de residuos al año, mayores son las obligaciones adquiridas, esto se resume en la Tabla 1.

Tabla 2. Obligaciones generales de los Generadores de RP.

Categoría	Generación de RP al año	Registro como generador ante SEMARNAT	Obligaciones generales**	Plan de Manejo
Microgenerador	hasta 400 kg	Aplica*	1. Llevar a cabo el manejo integral de los residuos. 2. Transportar sus RP a través empresas y vehículos autorizados.	Realizar un Plan de Manejo de RP.
Pequeño generador	de 400 kg hasta 10 ton	Aplica	1. Identificar y clasificar los RP. 2. Manejar separadamente los RP y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, ni con RP reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alternativo, o bien, con RSU o RME. 3. Envasar los RP de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo.	Realizar un Plan de Manejo de RP. Realizar y <u>registrar</u> el Plan de Manejo de RP ante SEMARNAT.
Gran generador	Igual o > 10 ton	Aplica	4. Etiquetar los envases que contienen RP (nombre del generador y del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén). 5. Almacenar adecuadamente los RP en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del RLGPGR y durante un plazo no mayor a 6 meses. 6. Transportar sus RP a través empresas y vehículos autorizados. 7. Llevar a cabo el manejo integral de los residuos.	Adicionalmente: - Llevar una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de RP que generan y las modalidades de manejo. - Presentar un informe anual (Cédula de Operación Anual)

*Aplica mientras no haya convenios específicos entre el Gobierno Estatal y la Federación, delegando la responsabilidad de los microgeneradores a la entidad federativa o municipal.

**Artículo 46 del RLGPGR y Título Quinto "Manejo integral de Residuos Peligrosos".

Si bien la información descrita previamente ayuda a visualizar las obligaciones generales que es necesario cumplir debido a la generación de residuos peligrosos, cabe mencionar que la LGPGIR establece explícitamente en su Artículo 28 que

estarán obligados a la formulación y ejecución de planes de manejo los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del Artículo 31, es decir:

"I. Aceites lubricantes usados;..

VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio;

VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;..."

El PMR deberá ser registrado ante la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas de SEMARNAT para su aprobación por parte de la Secretaría.

V.2.2.1 *Protocolo de Montreal*

Los equipos de aire acondicionado a ser reemplazados se refieren a dispositivos con más de 15 o 20 años de antigüedad y que trabajan, principalmente, con refrigerante R-22, que pertenece al grupo de los Hidroclorofluorocarbonos (HCFC). Estos compuestos están incorporados al Protocolo de Montreal, que fue firmado el 16 de septiembre de 1987 y que está enfocado a evitar la destrucción de la capa de ozono estratosférico que protege a la Tierra de los rayos ultravioleta del Sol, esto mediante la definición de fechas y programas para la eliminación de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO).

Con la firma y ratificación del Protocolo de Montreal en 1987 y 1988 respectivamente, México adquirió derechos y obligaciones para cumplir con los compromisos de reducción de consumo de las SAO que utilizaba. En el caso de los HCFC, el país se comprometió a eliminar su consumo, siguiendo las etapas de reducción que se mencionan a continuación:

1. Para 2015, el 10%
2. Para 2020, el 35%
3. Para 2025, el 65%
4. Para 2030, el 97.5%

5. Permitiendo al mismo tiempo, un promedio anual del 2.5% para servicios de mantenimiento durante el período 2030-2040.

Con la eliminación del HCFC, México cumpliría con la eliminación total de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono.

VI. Descripción de fuentes generadoras

A continuación, se describen las actividades generales que involucran la sustitución de luminarias y de equipos de aire acondicionado, puntualizando aquellas que están relacionadas con la generación de residuos.

VI.1.1 Sustitución de iluminación

Respecto a la sustitución de luminarias deben considerarse dos escenarios básicos; el primero, donde las luminarias nuevas y aquellas que serán reemplazadas son de medidas similares, el segundo, donde las luminarias antiguas tienen tamaños o arreglos distintos a las luminarias eficientes, por lo que resulta indispensable adaptar los plafones para distribuir adecuadamente las nuevas luminarias.

En primer lugar, los operarios que realicen la sustitución deberán retirar las lámparas fluorescentes previo al desmontaje del gabinete, esto con la finalidad de evitar la ruptura accidental de los tubos fluorescentes. El retiro de las lámparas previo al desmontaje de los gabinetes es preferible, sin embargo, en algunos casos, esta operación no es posible debido a las características propias de la instalación. En este caso, los gabinetes deberán ser desmontados integralmente, cuidando en todo momento que las lámparas en su interior no se rompan.

La Figura 1 muestra los principales componentes de las luminarias, mismos que al ser desmontados serán considerados residuos. Las luminarias cuentan con un

gabinete fabricado típicamente de acero con un acabado con pintura electrostática, un reflector típicamente de aluminio, un balastro electrónico (no se considera que se puedan encontrar balastros electromecánicos), las propias lámparas fluorescentes y un difusor, mismo que suele ser de policarbonato o acrílico.

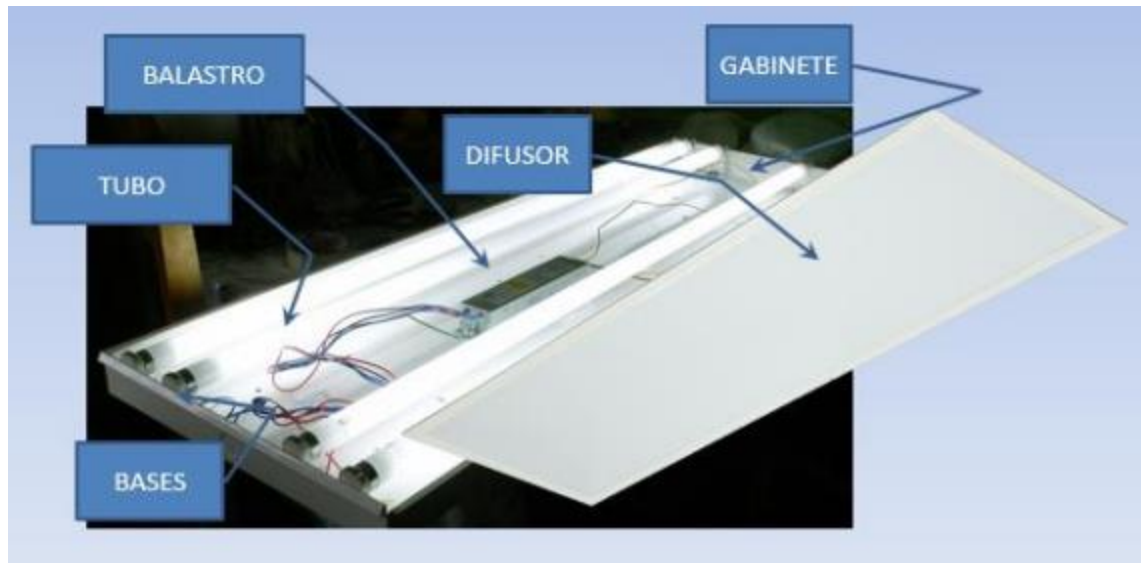


Figura 1. Principales componentes de las luminarias.

En el caso de sustitución más sencillo, se considera que las luminarias existentes se encuentran en gabinetes de 60 x 60 cm, por lo que las nuevas luminarias sólo deberán ser conectadas y fijadas en el mismo espacio. Sin embargo, en caso de que las luminarias tuviesen otra disposición, por ejemplo, en arreglos lineales, será necesaria la modificación o en su caso, reacomodo de los plafones y redistribución del cableado. En este caso, se espera adicionalmente la generación de residuos de plafón y elementos de conducción eléctrica.

En todos los casos, se prevé la generación de los empaques en que son transportadas las luminarias nuevas, típicamente cajas de cartón y envolturas plásticas, también son consideradas las luminarias que resulten defectuosas y por lo tanto no puedan ser instaladas.

VI.1.2 Sustitución de aire acondicionado

En la sustitución de los equipos de aire acondicionado debe considerar los equipos centrales (chillers) que son equipos de gran tamaño, y los minisplits cuyo tamaño permite un manejo más sencillo.

Considerando el tamaño de los chillers, estos pueden encontrarse tanto en el techo de los edificios, a nivel de la calle, a un costado, en la parte posterior del edificio o en el sótano del mismo, ya sea en el cuarto de máquinas o en un espacio habilitado para el equipo.

Independientemente de la ubicación de los equipos, el primer paso para la desinstalación del mismo, debe ser la extracción del refrigerante y del aceite del compresor; para llevar a cabo esta operación debe de considerarse el empleo de una extractora, misma que deberá ser operada por un técnico capacitado. Estos residuos deben ser enviados a los centros de reciclaje como se describe en detalle en el apartado VIII. Procedimiento para el manejo de residuos.

En el caso de los minisplits estos pueden ser desmontados sin que les sea extraído el refrigerante y aceite, sin embargo, en este caso, deben ser llevados con total precaución a los centros de inhabilitación, donde serán extraídos. En su caso también puede realizarse la extracción en el sitio.

Debido a su peso, los equipos suelen ser manipulados por equipos mecánicos como grúas; una vez desinstalados deben ser llevados a centros de inhabilitación; esto es fundamental con el fin de que estos equipos no sean revendidos.

En algunos casos, para la colocación de los nuevos equipos es necesaria la adecuación de la obra civil, por lo que debe ser considerada la posible generación de residuos de la construcción.

Gracias a la experiencia nacional en la sustitución de equipos de refrigeración y aire acondicionado, estos centros tienen la capacidad de aprovechar los materiales de los equipos, que son en su mayor proporción (hasta el 95%) elementos metálicos.

VII. Generación de residuos

Debido a que no se cuenta con el diagnóstico energético detallado, se toma como base lo establecido en el documento "Evaluación de Potenciales y Propuestas de Estrategias Financiera-Administrativa para Implementar medidas de Eficiencia Energética para la Administración Pública Federal", así como las condiciones típicas existentes para este tipo de proyectos. Con la finalidad de ejemplificar el manejo de los residuos y el costo asociado a su disposición, se realizaron estimaciones de la generación de residuos peligrosos.

VII.1 Residuos sólidos urbanos

Se considera que las propias actividades de sustitución tanto de luminarias como de equipos de aire acondicionado involucrarán la generación de residuos sólidos urbanos, derivados del consumo de alimentos y bebidas por parte de los trabajadores que efectúen las sustituciones. Con la finalidad de no interrumpir las actividades cotidianas en los edificios, las actividades de sustitución de luminarias suelen realizarse por la noche. Principalmente se considera que serán generados residuos orgánicos y residuos inorgánicos en general, tales como contenedores de PET, aluminio, envolturas de alimentos, entre otros.

VII.2 Residuos de manejo especial

En términos generales, la mayoría de los residuos asociados directamente a la sustitución de los equipos de iluminación y de aires acondicionados se consideran residuos de manejo especial, ya sea por la cantidad de generación (superior a 10

ton) o por estar identificada como tal en la NOM-161-SEMARNAT-2011. Las únicas excepciones son aquellos residuos considerados como peligrosos, es decir, las lámparas fluorescentes, el aceite de los compresores y los refrigerantes listados en la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Los residuos de manejo especial que se considera deberán estar sujetos a un Plan de Manejo con el fin de minimizar su generación y maximizar su valorización son, en el caso de la sustitución de luminarias, los materiales de empaque de las nuevas luminarias (se considera que mayoritariamente estarán compuestos de cartón, materiales plásticos y espumas), los gabinetes (acero), difusores (plásticos tales como policarbonato y acrílico) y balastros electrónicos (compuestos por placas delgadas de acero al silicio, cables de cobre y un sellador hecho de poliéster). Adicionalmente se considera que al menos 20% de las instalaciones requerirán de una redistribución de las luminarias, por lo que se generarán también residuos de la construcción (plafones) y conexiones eléctricas (cobre).

Por su parte, referente a la sustitución de equipos de aire acondicionado se considera que serán los materiales de empaque de los nuevos equipos (se considera que mayoritariamente estarán compuestos de cartón, materiales plásticos y espumas), los propios equipos sustituidos (se considera que pueden estar compuestos por metales hasta en un 95%) y los refrigerantes que no son considerados residuos peligrosos, que, aunque escasa la probabilidad se considera la posibilidad de que suceda.

Se considera que la mayoría de los residuos de manejo especial tienen un potencial viable de aprovechamiento, por lo que representarán un beneficio económico para el actor encargado de realizar las sustituciones de los equipos. De forma ejemplificativa, se presenta a continuación la estimación correspondiente a la generación de equipos de aire acondicionado.

VII.2.1 Equipos de aire acondicionado

Debido a que los equipos de aire acondicionado pueden ser tanto centrales (chillers) como independientes para ciertas oficinas (minisplits), no se determinó su cantidad de acuerdo con su consumo eléctrico. En su lugar se realizó la

consideración que cada uno de los edificios susceptibles de realizar la sustitución (los cuales se encuentran en distintos puntos del territorio nacional) cuenta con 2 equipos chillers de 150 ton de refrigeración y 2 minisplits. Considerando que existen 2,823 edificios y sólo el 80% son propiedad de la APF, por lo que el 20% restante no formará parte de la sustitución y que el 15% no cuenta con equipos de aire acondicionado, la cantidad de equipos de aire acondicionado que deben ser dispuestos queda como sigue:

$$AC_d = \text{Número de edificios de la APF} * \text{Porcentaje de edificios en propiedad} \\ * \text{Porcentaje de edificios con aire acondicionado} \\ * \left(2 \frac{\text{chillers}}{\text{edificio}} + 2 \frac{\text{minisplit}}{\text{edificio}} \right)$$

$$AC_d = 2823 \text{ edificios} * 0.80 * 0.85 * \left(2 \frac{\text{chillers}}{\text{edificio}} + 2 \frac{\text{minisplit}}{\text{edificio}} \right)$$

$$AC_d \approx 1920 \text{ edificios} * \left(2 \frac{\text{chillers}}{\text{edificio}} + 2 \frac{\text{minisplit}}{\text{edificio}} \right)$$

$$AC_d \approx 3840 \text{ chillers} + 3840 \text{ minisplits que deben ser dispuestos}$$

Si se propone un peso promedio de 800 kg por cada chiller y de 50 kg por cada minisplit, el total de metal generado por concepto de aire acondicionado sería cercano a 3,264 toneladas. Si al respecto, se considerara que el proyecto tiene una duración de 6 años, el total anual sería de 544 toneladas.

VII.3 Residuos Peligrosos

Se considera la generación de al menos tres diferentes residuos peligrosos, las lámparas fluorescentes (que contienen vapor de mercurio) provenientes de la sustitución de luminarias y los refrigerantes (conocidos por el daño que ocasionan en la capa de ozono) y aceites (residuos inflamables y tóxicos) provenientes de los equipos de aire acondicionado sustituidos, así como los materiales que resulten impregnados de cualquiera de estos residuos. Es importante mencionar que tanto el refrigerante como el aceite forman parte integral de los equipos de aire acondicionado, por lo que se considera la generación de RP hasta que estos son

inhabilitados en los centros; por esta misma razón forman parte únicamente del Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial.

VII.3.1 Residuos de lámparas fluorescentes

De acuerdo al documento "Evaluación de Potenciales y Propuestas de Estrategias Financiera-Administrativa para Implementar medidas de Eficiencia Energética para la Administración Pública Federal", el consumo atribuible a la iluminación en los edificios susceptibles a la sustitución de las luminarias es de 93.43 GWh/año; en el mismo documento, se considera que los sistemas estándar y que se encontrarían en mayor proporción en los edificios corresponde a sistemas T8 de 2x32W, siendo el consumo eléctrico anual de estos equipos de 224.6 kWh. También se considera que el 12% de los equipos de iluminación ya son eficientes por lo que no serán sujetos a la sustitución, es decir, del consumo total por iluminación sólo deberá considerarse el 88% del mismo. Considerando lo anterior, se estima que la cantidad de lámparas fluorescentes que serán sustituidas queda como sigue:

$$Lamp_d = \frac{\text{Consumo total por iluminación} * 0.88}{\text{Consumo por luminaria}} * \text{Lámparas por luminaria}$$

$$Lamp_d = \frac{93.43 \frac{GWh}{año} * 10^6 \frac{kWh}{GWh} * 0.88}{224.6 \frac{kWh}{año}} * 2$$

$$Lamp_d \approx 732,370 \text{ lámparas que deben ser dispuestas}$$

Considerando el total de lámparas obtenido (732,370 lámparas) y un peso promedio por lámpara de 0.25 kg, la cantidad de residuos generados en unidades de masa sería de 183.092 toneladas en seis años o 30.51 toneladas por año.

VII.3.2 Refrigerantes y aceites de compresor

La estimación de los equipos de aire acondicionado que serán sustituidos ya fue descrita en el apartado VII.2.1, es decir, 3840 chillers y 3840 minisplits. Sin datos detallados provistos por un diagnóstico de los equipos a sustituir, no es posible establecer los tipos de refrigerante y cantidades tanto de refrigerante como de

aceite que podrían ser generados derivados del proyecto de sustitución, a continuación, se enlistan los refrigerantes que son considerados residuos peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005:

- Diclorodifluorometano
- Tricloromonofluorometano

Por su parte, todo el aceite proveniente de los compresores es considerado residuo peligroso.

En términos generales, los residuos que se generarán como consecuencia de las actividades del proyecto se agrupan y clasifican en la Tabla 2.

Tabla 3. Clasificación de los residuos provenientes de la sustitución de luminarias y equipos de aire acondicionado

Fuente generadora	RSU	RME	RP
Sustitución de luminarias	Orgánicos, PET, latas de aluminio, envolturas de alimentos	Cartón, plásticos de empaque, espumas, acero, plásticos (policarbonato, acrílico), balastro electrónicos, residuos de la construcción	Lámparas fluorescentes
Sustitución de aire acondicionado	Orgánicos, PET, latas de aluminio, envolturas de alimentos	Cartón, plásticos, espumas, equipos de aire acondicionado (principalmente metal), refrigerantes no peligrosos	Refrigerantes peligrosos, aceite de compresor

VIII. Procedimiento para el manejo de los residuos

VIII.1 Residuos sólidos urbanos y de manejo especial

Debido a que la cantidad de residuos sólidos urbanos será reducida en comparación con la generación habitual de los edificios, se propone que estos sean incorporados al manejo interno de cada edificio, respetando las subdivisiones que realicen en cada uno de ellos. Por esta razón no se considera ningún costo asociado a su manejo ni se considera necesario realizar un diagnóstico detallado previo a la realización del proyecto de sustitución. Solo en el caso de que algún residuo se genere en una cantidad mayor a 10 ton al año, este deberá incorporarse al Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial.

Con respecto a los RME, como se estableció previamente, se requiere de la elaboración e implementación de un Plan de Manejo de Residuos que cumpla con lo establecido en la NOM-161-SEMARNAT-2011 (ver V. Análisis normativo y IX. Planes de manejo); así como realizar los trámites relativos al transporte requeridos en cada una de las entidades federativas.

Por otra parte, al realizarse una búsqueda en todas las entidades federativas del país, se localizaron 16 estados con Padrón actualizado de empresas autorizadas para el manejo de RSU y RME; como se puede observar en la Tabla 3. Esto deberá considerarse para contratar a las empresas autorizadas, sin embargo, en el caso de los estados que no cuentan con este registro, será necesario asegurarse que las empresas que se contraten, realizan el manejo de los residuos mediante las mejores prácticas posibles y en cumplimiento general de la normatividad ambiental aplicable.

Tabla 4. Estados con padrón actualizado de empresas autorizadas para el manejo de RSU y RME

Estado	¿Cuentan con padrón de empresas?	Estado	¿Cuentan con padrón de empresas?
Aguascalientes	SI	Morelos	NO
Baja California	SI	Nayarit	NO
Baja California Sur	NO	Nuevo León	SI
Campeche	NO	Oaxaca	NO
Chiapas	NO	Puebla	SI
Chihuahua	NO	Querétaro	SI
Ciudad de México	SI	Quintana Roo	SI
Coahuila	SI	San Luis Potosí	SI
Colima	NO	Sinaloa	NO
Durango	NO	Sonora	NO

Estado de México	SI	Tabasco	SI
Guanajuato	SI	Tamaulipas	NO
Guerrero	NO	Tlaxcala	NO
Hidalgo	NO	Veracruz	SI
Jalisco	SI	Yucatán	SI
Michoacán	NO	Zacatecas	SI

VIII.2 Residuos Peligrosos

VIII.2.1 Residuos de lámparas fluorescentes

De acuerdo con lo descrito en el apartado V. Análisis normativo, los residuos de lámparas fluorescentes deben ser manejadas de acuerdo con la normatividad en materia de residuos peligrosos. Asimismo, deberá desarrollarse e implementarse un Plan de Manejo de Residuos, como se describe claramente en los apartados V. Análisis normativo y XI. Planes de manejo. Sin embargo, a continuación, se detalla el procedimiento general que debe considerarse para un manejo adecuado de estos residuos, que parte desde el manejo interno hasta la disposición final (Figura 2).

Cabe mencionar, que la propuesta establecida en este documento, se refiere al uso de la tecnología actual, es decir, que el manejo de las lámparas fluorescentes una vez concluida su vida útil se realice mediante terceros autorizados que cuentan actualmente con la infraestructura para realizar un manejo adecuado de estos residuos. Sin embargo, se recomienda realizar una evaluación sobre la factibilidad de adquirir equipos para el tratamiento in situ o en su caso, el planteamiento de convenios con empresas para la adquisición de tecnología que asegure el reciclaje de las lámparas y no solamente la tritución controlada de las mismas, como es el caso actual del país.

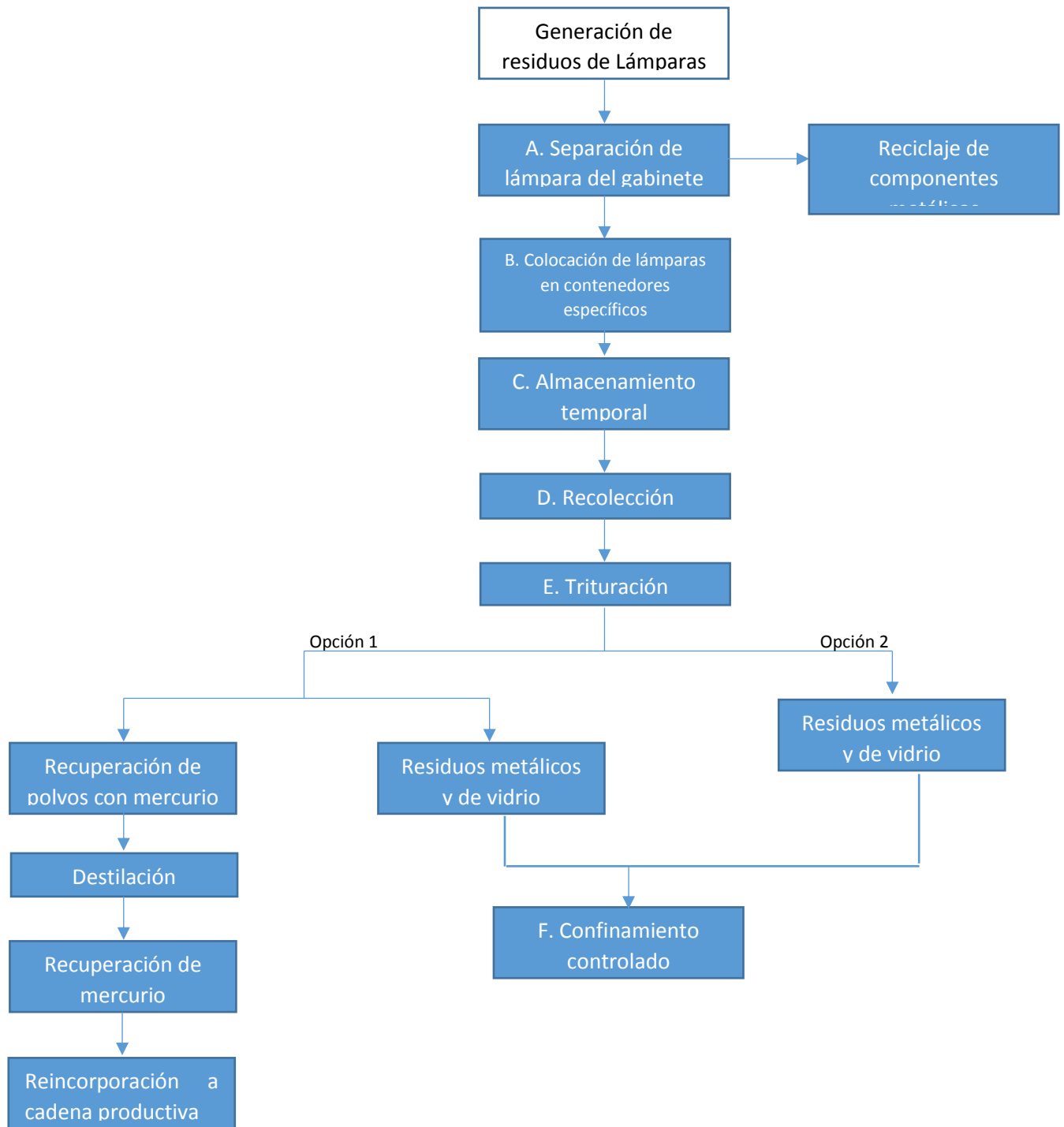


Figura 2. Procedimiento general para el manejo de residuos de lámparas fluorescentes.

A continuación, se describe cada una de las etapas señaladas en el diagrama anterior:

A. Separación de lámpara del gabinete: Las lámparas fluorescentes son colocadas en gabinetes, los cuales están hechos mayormente por componentes metálicos, tales como acero y aluminio, al ser estos residuos valorizables, se recomienda su envío a un proceso de reciclaje.

B. Colocación en contenedores: Al estar hechas de vidrio, las lámparas fluorescentes son frágiles y susceptibles a ruptura fácilmente, con la consecuente liberación del vapor de mercurio que contienen, por lo tanto, es importante colocar las lámparas en un contenedor adecuado que garantice su conservación durante el almacenamiento temporal y durante el transporte a la planta de procesamiento. Por ello se recomienda envolver las lámparas en un material que evite el choque entre ellas (como hule burbuja) y/o colocarlas dentro de cajas de cartón del tamaño adecuado.

C. Almacenamiento temporal: Una vez que los residuos de lámparas fluorescentes están acondicionados adecuadamente, podrán ser almacenados temporalmente un máximo de seis meses; este espacio destinado al almacenamiento deberá contar con todas las medidas señaladas en la legislación aplicable.

Al respecto, el Artículo 82 del RLGPGR especifica las condiciones básicas para las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos, cabe destacar que no todas las especificaciones siguientes son aplicables para un sitio en el que únicamente se almacenen residuos de lámparas fluorescentes, sin embargo, si éstos se almacenarán en conjunto con otros residuos peligrosos le son aplicables la totalidad de las medidas.

Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.

- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados.
- d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames de las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño.
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en caso de emergencia.
- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados.
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles.
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios.
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

Además, las condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas son las siguientes:

- a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudiera permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida.
- b) Las paredes deberán estar construidas con materiales no inflamables.

- c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora.
- d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión.
- e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

D. Recolección: Previamente al cumplimiento de los seis meses de almacenamiento temporal se deberán recolectar todos los residuos mediante un transportista autorizado por la SEMARNAT y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para ser enviadas a una planta de tratamiento, la cual también deberá estar autorizada por la SEMARNAT.

La siguiente Tabla enlista¹ las principales empresas autorizadas por SEMARNAT para dar manejo a este tipo de residuos peligrosos, igualmente los listados completos pueden ser consultados en el sitio web² de la Secretaría:

Tabla 5. Empresas autorizadas para el manejo de residuos de lámparas fluorescentes

Empresa	Estado	Tipo de manejo
Lavandería Industrial Maypa S.A. de C.V.	Baja California	
Química Wimer S.A. de C.V.	Estado de México	Reciclaje de residuos peligrosos e industriales.
Sociedad Ecológica Mexicana del Norte S.A. de C.V.	Coahuila	
Sistemas de Tratamiento Ambiental S.A. de C.V.	Guanajuato	Tratamiento de residuos peligrosos industriales.
Reind Química S. de R.L. de C.V.	Estado de México	
Ingeniería Ambiental Integral S.A. de C.V.	Estado de México	

¹ Datos actualizados a: 21/marzo/2017

² Página: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/empresas-autorizadas-para-el-manejo-de-residuos-peligrosos>

Empresa	Estado	Tipo de manejo
Sociedad Ecológica Mexicana del Norte S.A. de C.V.	Coahuila	Confinamiento de residuos peligrosos industriales.
C. César Horacio Ayala Lomelí	Aguascalientes	
Gen Industrial S.A. de C.V.		
Servicios Ecológicos de La Paz S. de R.L. de C.V.	Baja California Sur	
Cotemar S.A. de C.V.	Campeche	
Sea Mar México S. de R.L. de C.V.		
Reciclaje Ecológico de México S.A. de C.V.	Chiapas	
Jorge Ahumada Ventura	Colima	
Ricardo Campos Campos		
Bio-Tratamientos México S.A. de C.V.		
GRS Comercial S.A. de C.V.		
Nazario Juárez Linares	Ciudad de México	Recolección y transporte de residuos peligrosos industriales.
Recicladora Ecoazteca S.A. de C.V.		
Armando Reza Fernández		
Ecolservi industrial S. De R.L. de C.V.		
Chatarra Ríos S.A. de C.V.		
Joaquín Calzada Santos		
Gerardo Jaramillo Santos		
Alejandro Martínez Ruíz	Durango	
Consultoría y Servicios Ambientales Laguna S.A. de C.V.		
Industria Limpia Mexicana S.A. de C.V.		
Migavid Industriales S.A. de C.V.		
Ingeniería Ambiental y Gestión de Sustentabilidad S.A. de C.V.	Guanajuato	
Transclean S.A. de C.V.	Guerrero	

Empresa	Estado	Tipo de manejo
Industria Pulitura S.A. de C.V.		
Abraham Eliasib Rivera Maldonado		
Coesa Transportes Ambientales S. A de C. V.		
Technology Conservation Group Mexico S.A. de C.V.		
Coesa Transportes Ambientales S. A de C. V.		
Alfonso Gil Álvarez	Jalisco	
Grupo pro-ecologico mexicano S. A. de C. V.		
Grupo ecologico mac S. A. de C. V.		
Coesa transportes ambientales S. A. de C. V.		
Recotecnia S.A. de C.V.		
Efraín Medina López		
Residuos Ecológicos Industriales S.A. de C.V.		
Ricardo Rodriguez Chabolla		
Quimigal S.A. de C.V.		
José Cástulo Cano		
Grupo Empresarial Ambiental S.A. de C.V.		
José Gilberto Caballero Contreras		
Eduardo Roberto Ponce Coronel	Estado de México	
Asesoría Mantenimiento Residuos y Transportes Islas Amareti S.A. de C.V.		
Wess Corporate S.A. de C.V.		
Jesús Carlos Cervantes		
Victor Daniel Olvera García		
Miguel Vargas Pacheco		
Comisión Federal de Electricidad Subgerencia Regional de Generación Hidroeléctrica balsas santiago	Michoacán de Ocampo	
Grupo Ecológico Integral S.A. de C.V.	Morelos	

Empresa	Estado	Tipo de manejo
Paloma Virginia Pliego Ordoñez		
Juan González Jimenez		
Ma. Graciela Noemí Vargas Barrios		
Guantes Industriales Rodríguez S.A. de C.V.		
Auto Líneas Integrales Mexicanas S.A. de C.V.		
Petrocarriers S.A. de C.V.		
Technology Conservation Group México S.A. de C.V.		
Servicios Integrales y Ecológicos a Estaciones S.A. de C.V.		
Transportación Terrestre de Residuos Internacionales S.A. de C.V.		
Carlos Javier Siller de la Fuente	Nuevo León	
Jorge Leyva Gámez		
Sani rent del norte S. A. de C. V.		
Infraestructura ambiental para la industria S. A. de C. V.		
Francisco Javier López Álvarez		
Francisco Pamenes Solis		
ISALI S.A. de C.V.		
Residuos industriales mexicanos S.A. de C.V.		
Transportacion optima de mercancías y materiales S. A. de C. V.		
Proambiental Soluciones en Residuos de la Salud S.A. de C.V.	Puebla	
Recolección de Contaminantes y Residuos del Pais 2000 S.A. de C.V.		
Bravo Energy S. de R.L. de C.V.		
Servicios Especializados en Residuos S.A. de C.V.	Querétaro	

Empresa	Estado	Tipo de manejo
TDFA S. A. de C. V.		
Oskar Eduardo Caballero Gutierrez		
Transportes grum		
Egsa Environmental S.A. de C.V		
Transportes Ecológicos Industriales S.A. de C.V.		
Química Klinza S.A de C.V.		
Araceli Martínez Frias		
Saúl González Ordaz		
J. Guadalupe Estrada Madrigal		
Empresa Ambiental S.A. de C.V.	San Luis Potosí	
Residuos Mexicanos S.A. de C.V.		
Gen Industrial S.A. de C.V.		
Ecotemesa del pacifico S.A. de C.V.	Sinaloa	
SAIME Servicios Ambientales Integrales de México S.A.de C.V.	Sonora	
Emir Ramírez Mancilla		
Sercoi Ambiental Servicios Consultoría Ambiental e Industrial S.A.de C.V.		
Sercami ambiental S. A. de C. V.	Tabasco	
Francisco de la Cruz Luciano		
LMC Servicios Ambientales S. A. de C. V.		
Transmaquila S.A.de C.V.		
Jesus Antonio Benitez Saenz		
Inocencio Castillo Garcia	Tamaulipas	
UNIVAR de México S.A. de C.V.		
Jose Luis Guerrero Torres		
Autofletes Internacionales Halcon S.C.		

Empresa	Estado	Tipo de manejo
Gen Industrial S.A. de C.V.		
Juan Pablo García Chávez		
Sano y Ecológico S.A. de C.V.	Veracruz de Ignacio de la Llave	
Servicios Integrales de Recolección de Residuos S.A.de C.V.	Yucatán	
Manuel Saucedo Palafox	Zacatecas	

De acuerdo a lo que establece la legislación ambiental y como parte del principio de responsabilidad compartida, para asegurar que se les ha dado un manejo adecuado a los residuos peligrosos, el proceso se documenta mediante un “Manifiesto”, que según el RLGPGIR en su Artículo 2 lo define como el “*documento en el cual se registran las actividades de manejo de residuos peligrosos, que deben elaborar y conservar los generadores y, en su caso, los prestadores de servicios de manejo de dichos residuos ...*”.

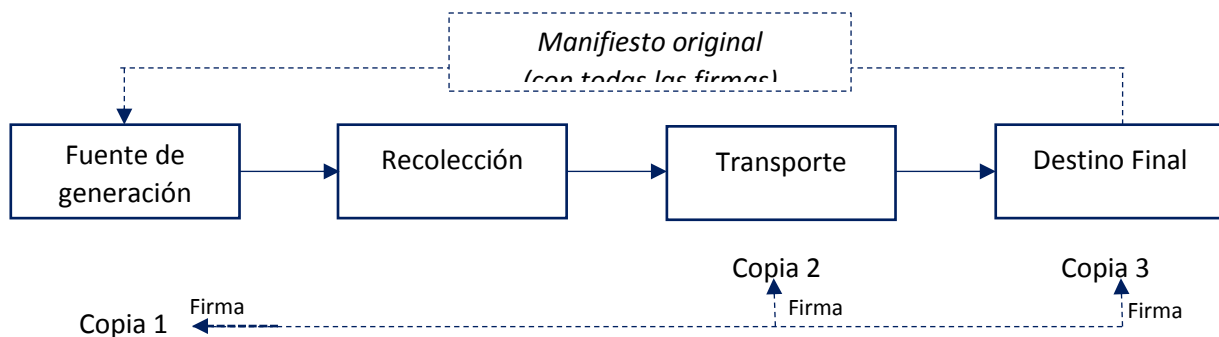


Figura 3. Diagrama del recorrido del Manifiesto para manejo de RP.

En la Figura 3 se identifica la ruta que sigue un Manifiesto, que comienza con la entrega de una copia por parte del transportista al generador durante la recolección de los residuos peligrosos, el generador deberá proporcionar sus datos, el tipo y cantidad de residuos generados, quedándose con una copia y otorgando el manifiesto original al transportista, quien acepta recibir los residuos señalados por

el generador y proporcionará sus datos y firma, conservando también una copia; éste último otorgará el manifiesto original (ahora con las firmas del generador y transportista) al sitio de destino final³, quien aceptará la recepción de los residuos y proporciona igualmente sus datos y firma, conservando para él también una copia. Finalmente, el Manifiesto original deberá regresar al generador con todas las firmas de recepción en cada etapa.

E. Trituración: En México se identifica que el tratamiento para estos residuos se refiere principalmente a una trituración controlada realizada con maquinaria especializada que garantiza que los polvos y vapores no se dispersen y se emitan a la atmosfera. De manera general, se identifican dos variantes de este proceso:

Opción 1

- *Recuperación de polvos con mercurio:* Estos polvos son capturados y enviados a un proceso de destilación.
- *Obtención de mercurio:* Durante el proceso de destilación, el vapor de mercurio atraviesa por una trampa de enfriamiento, condensando el mercurio, obteniendo como resultado mercurio puro.
- *Reincorporación a cadena productiva:* El mercurio obtenido del proceso de destilación se puede reincorporar a la cadena productiva para diferentes usos.
- *Confinamiento controlado de componentes metálicos y de vidrio:* El procedimiento realizado a los residuos de lámparas disminuye la concentración de mercurio en éstas, sin embargo, es posible que queden remanentes de mercurio, así mismo, conforme a la normatividad aplicable, al haber estado los componentes metálicos y el vidrio en contacto con el mercurio, son considerados como peligrosos y deberán ser dispuestos como tal en un sitio de confinamiento controlado, el cual, también deberá estar autorizado por la SEMARNAT.

Opción 2

³ Puede ser un sitio de tratamiento, reciclaje, coprocesamiento o disposición final.

- Confinamiento controlado: No existe recuperación de mercurio para reincorporarse a la cadena productiva, de modo que los residuos de metal y vidrio triturados deberán ser enviados a un confinamiento controlado debidamente autorizado.

Todas las acciones anteriormente listadas corresponden a un manejo adecuado de los residuos de lámparas fluorescentes en caso de identificarse mejores prácticas y/o procesos, los RLF deberán ser manejados y enviados a estas plantas de tratamiento mientras cumplan con todas las autorizaciones solicitadas por la autoridad.

VIII.2.1.1 *Manejo en caso de ruptura de lámparas fluorescentes*

En caso de que suceda algún percance que ocasione el rompimiento de alguna lámpara fluorescente y se libere el vapor de mercurio que contiene, deberá ejecutarse el siguiente procedimiento, publicado por la EPA⁴ (Environmental Protection Agency) en el Apéndice E del estudio "Maine Compact Fluorescent Lamp Breakage Study Report"⁵ y que se resumen a continuación:

1. Antes de limpiar, ventile la habitación: se han de abrir puertas y ventanas, mascotas y personas deben abandonar la habitación y mantenerla así por un mínimo de 15 minutos. Sistemas de ventilación, aire acondicionado y/o calefacción deberán permanecer apagados.
2. Limpieza: La técnica dependerá del tipo de superficie a limpiar.

2.1 Superficies duras:

- Con el uso de una pala (puede ser papel rígido o cartón en forma de pala) levantar las piezas de vidrio roto y el polvo, colocarlas en una bolsa plástica que sea posible sellar o anudar.

⁴ También conocida como USEPA, Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés), es la agencia del gobierno federal de esa nación encargada de proteger la salud humana y el medio ambiente.

⁵ Dirección del estudio: <http://www.maine.gov/dep/homeowner/cflreport.html>; Dirección del apéndice E: <http://www.maine.gov/dep/homeowner/cflreport/appendix.pdf>.

- Con cinta adhesiva (por ejemplo; plateada o canela) recoger los fragmentos pequeños de cristal o polvo y colocarlos al interior de la bolsa plástica.
- Limpiar el área con papel húmedo y desechable, colocarlo en la bolsa de plástico.
- No usar aspiradora o cepillo, pues existe la posibilidad de que el mercurio se extienda.

2.2 Alfombras:

- Seguir las mismas indicaciones anteriores, pero en caso de requerir aspirar, hacerlo sólo en la zona donde se rompió la lámpara y desechar la bolsa de la aspiradora.

2.3 Ropa, blancos y materiales suaves:

- Si materiales textiles han entrado en contacto con el vidrio roto o con los polvos contenidos en las lámparas, las prendas deberán de ser desechadas en bolsas de plástico selladas. En estos casos no es recomendable lavar porque fragmentos de mercurio pueden estar presentes en ellas y contaminar la máquina de lavado o el desagüe.
- Si la ropa sólo ha sido expuesta a los vapores de una lámpara rota (por ejemplo; la ropa usada al momento del accidente) se puede lavar.
- Para el caso de los zapatos con contacto con el vidrio roto, limpiarlos con toallas de papel y desechar éstas últimas en bolsas plásticas selladas.

3. Desechar todos los materiales de limpieza en una bolsa de plástico debidamente cerrada.
4. Lavar perfectamente las manos.

VIII.2.2 Refrigerantes y aceites de compresor

Como se describe previamente, el refrigerante utilizado en los equipos de aire acondicionado a ser reemplazados es principalmente el R-22, que pertenece al grupo de los Hidroclorofluorocarbonos (HCFC). Estos compuestos están sujetos al Protocolo de Montreal y en México se ha desarrollado e implementado una metodología adecuada para el manejo de estos residuos. En este sentido, cabe mencionar que la SEMARNAT a través de su Sistema de Información y Seguimiento

de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SISSAO⁶), mantiene un registro de los técnicos capacitados en buenas prácticas, también de los planteles en los que se imparten los cursos de capacitación de buenas prácticas de refrigeración y aire acondicionado, sin embargo, resalta la Red Nacional de Centros de Recuperación, Acopio y Reciclado de Refrigerantes con la que cuenta actualmente el país.

Esta Red Nacional, está compuesta por ocho centros (Figura 4) que se mencionan a continuación, sin embargo, en la página web del SISSAO⁷ es posible localizar los datos generales de estos establecimientos:

1. Trade Supply Integral S.A de C.V. (Acapulco, Guerrero).
2. Max Hanff González (Ciudad Juárez, Chihuahua).
3. Ecofrigo S.A. de C.V. (Celaya, Guanajuato).
4. Juan José María Martínez Vázquez (Los Mochis, Sinaloa).
5. Ingeniería en Construcción y Soluciones Ambientales, S.A. de C.V. (Martínez de la Torre, Veracruz).
6. Ing Servicios Profesionales, S.A. de C.V. (Mexicali, Baja California).
7. Refri-Hogar (Oaxaca, Oaxaca).
8. Grupo Refrigerantes (San Juan del Río, Querétaro).

⁶ Fue desarrollado en coordinación con la Administración General de Aduanas de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios de la Secretaría de Salud. Es un instrumento de registro estadístico, así como una medida para prevenir la importación ilegal de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono. Está dirigida a las entidades gubernamentales que participan en la importación y exportación, las empresas que las usan y al público en general.

⁷ Página web: <http://apps2.semarnat.gob.mx:8080/sissao/protocolo.htm>



Figura 4. Red de Centros de Recuperación, Acopio y Reciclado de Refrigerantes.

Fuente: Sistema de Información y Seguimiento de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono

Asimismo, el FIDE mantiene un directorio de Centros de Acopio y Destrucción⁸, en el cual también es posible identificar empresas enfocadas al manejo de aires acondicionados. **Es por todo lo anterior, que el manejo de estos residuos deberá realizarse a través de estas empresas autorizadas y registradas por la autoridad.**

En la Figura 5 se resumen los pasos generales que deberá llevarse a cabo considerando las mejores técnicas enfocadas al manejo correcto de los residuos refrigerantes utilizados en los sistemas de aire acondicionado. La aplicación total de este procedimiento técnico garantizará la calidad del trabajo y contribuirá a evitar la emisión de estos gases agotadores de la capa de ozono a la atmósfera.

⁸ Página web: http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=340%3Adirectorio-centros-de-acopio-y-destruccion-eco-credito-empresarial-paeeem&catid=60%3Aprogramas-de-ahorro&Itemid=224

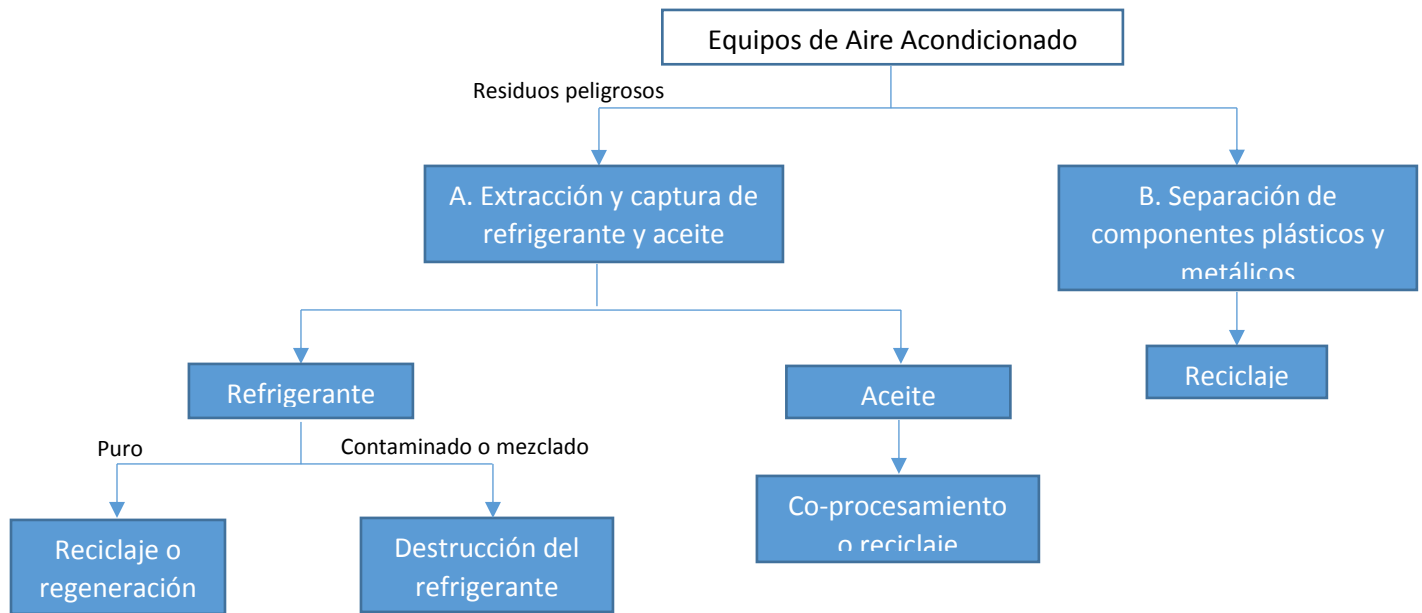


Figura 5. Procedimiento general para el manejo de residuos de equipos de aire acondicionado.

A continuación, se describe cada paso establecido en el diagrama de la Figura 5:

A. Extracción y captura de refrigerante y aceite: El compuesto refrigerante deberá ser extraído del equipo AC y almacenado en contenedores especiales. El refrigerante deberá ser almacenado en fase gaseosa o en fase líquida según su tipo (puros/azeotrópicos ó zeotrópicos/mezclas). Si el refrigerante es puro, es decir, no está contaminado o mezclado con otros refrigerantes, es posible enviarlo a reciclaje o bien a regeneración, de lo contrario deberá ser enviado a destrucción. En la Tabla siguiente se especifican los valores mínimos promedio de gas refrigerante que se debe recuperar por cada aire acondicionado que se inhabilite. Estos valores están marcados en el “Manual de procedimientos en centros de acopio y destrucción Versión 5”, publicado por la SENER, CFE y FIDE en 2011.

Tabla 6. Cantidad mínima promedio de gas refrigerante R-22 que se debe recuperar

Capacidad del aire acondicionado (toneladas)	Cantidad mínima promedio de gas refrigerante R-22 que se debe recuperar en gramos por cada aire acondicionado
1/2	300
3/4	350
1	550

Capacidad del aire acondicionado (toneladas)	Cantidad mínima promedio de gas refrigerante R-22 que se debe recuperar en gramos por cada aire acondicionado
1 1/8	550
1 1/4	550
1 1/2	600
1 3/4	650
2	1250
2 1/4	1600
2 1/2	1600
3	2000
3 1/2	2400
4	2800
4 1/2	2800
5	3600
7 1/2	3600
10	3600

Fuente: Manual de procedimientos en centros de acopio y destrucción Versión 5", publicado por la SENER, CFE y FIDE en 2011

Refrigerante

- **Reciclaje:** Consiste en limpiar el refrigerante para volverlo a utilizar, retirándole el aceite, o haciéndolo pasar por múltiples dispositivos, tales como filtros deshidratadores, que reducen la humedad, la acidez y la presencia de sólidos. Es un procedimiento que se puede aplicar en sitio o en el taller de servicio. Para esta etapa, el SISSAO dispone del padrón de empresas que conforman la Red de Centros de Recuperación, Acopio y Reciclado de Refrigerantes la cual puede ser consultada a través de su página de internet ⁹. Sólo las empresas registradas en dicho padrón podrán

⁹ Página web:

<http://apps2.semarnat.gob.mx:8080/sissao/archivos/RedNacionalCentrosRecicladoRefrigerantes1.pdf>

proporcionar el servicio de almacenamiento y reciclaje de las sustancias refrigerantes.

- **Regeneración:** También conocido como Reclaim, es el reproceso del gas refrigerante hasta que alcance las especificaciones de un gas nuevo¹⁰. Este proceso utiliza destilación y requiere de un análisis químico del gas para saber que ha alcanzado tales especificaciones. Implica el uso de procesos y procedimientos que sólo son posible ejecutar en un equipo reprocesador o en la planta del fabricante.
- **Destrucción del refrigerante:** Cuando el refrigerante sea considerado como un residuo o bien no sea posible su reciclaje o regeneración, es necesario transportarlo a una planta de destrucción. Al respecto, sólo existen dos plantas en México, la primera, "Quimiobásicos", ubicada en la Ciudad de Monterrey, Nuevo León, quien realiza la eliminación de las sustancias refrigerantes a través de la tecnología de Arco de Plasma Argón; mientras que la segunda, Holcim México, ubicada en la Ciudad de Colima, realiza coprocesamiento en horno cementero.

La técnica de arco plasma argón presenta una eficiencia mayor al 99% y como resultado se obtienen compuestos inertes fáciles de manejar. Por su parte, en el coprocesamiento se capturan los compuestos en una mezcla de cemento.

Aceites de compresor

- **Coprocesamiento o reciclaje de aceite:** El aceite obtenido principalmente del compresor de los equipos AC es un residuo peligroso que debe ser manejado conforme a la normatividad aplicable y descrita anteriormente. Al respecto, es posible enviarlo a reciclaje o bien a coprocesamiento; el proceso al que se envíe deberá ser seleccionado de conformidad con las características específicas del mismo.

B. Separación de componentes plásticos y metálicos: Los materiales plásticos y metálicos corresponden al 95% de la composición total de los equipos de aire

¹⁰ Especificaciones de pureza de acuerdo al estándar 700 de ARI (American Refrigeration Institute).

acondicionado y son residuos valorizables, los cuales deberán ser enviados a reciclaje.

Por otra parte, la SEMARNAT, publicó en el año 2009 el documento "Buenas prácticas en sistemas de refrigeración y aire acondicionado", que contiene información y procedimientos técnicos estructurados para cubrir el entrenamiento de técnicos a nivel nacional. En el documento, establece las técnicas de servicio que deben ejecutar los técnicos de refrigeración. Todos los procedimientos allí descritos son utilizados en diferentes países de Latinoamérica, de la Comunidad Europea y los Estados Unidos de Norteamérica.

De manera general, se mencionan a continuación algunos aspectos a considerar, sin embargo, **deberá tomarse en cuenta la totalidad de los procedimientos establecidos en el documento citado:**

1. Requerimientos de equipos y herramientas: Lentes / gafas de seguridad, camisa de algodón de manga larga, guantes de piel, zapatos de seguridad con punta de acero, manómetros de servicio, termómetro electrónico; bomba de vacío capaz de aspirar 250 micras, manómetro de vacío electrónico, refractómetro, detector electrónico de fugas, válvulas perforadoras o de aguja. Además de multímetro digital, unidad recuperadora de gas refrigerante, cilindro para recuperar gas refrigerante, báscula electrónica para pesar el cilindro de recuperación, depósito para el lubricante que se va a retirar del sistema, depósito de control de flujo (capilar o de válvula de expansión, según aplique), filtro deshidratador, para la línea de líquido, latas de lubricante y tablas de presión-temperatura del gas con el que se va a trabajar
2. Cumplir a cabalidad las reglas de seguridad para el transporte de cilindros con gases refrigerantes.
3. Los cilindros para recuperación de refrigerantes deberán cumplir con las especificaciones del Departamento de Transporte de los Estados Unidos (DOT- Department Of Transportation).
4. Deberá establecerse un procedimiento para detección de fugas de gases refrigerantes según convenga (mediante detector electrónico, prueba de jabón o burbuja, flama con gas propano o trazador fluorescente).

5. Se deberá garantizar que el proceso para probar, limpiar y deshidratar un sistema sea adecuado para el correcto vacío al mismo y se elimine la presencia de humedad y de gases no condensables del sistema.

Del mismo modo, en el "Manual de procedimientos en centros de acopio y destrucción Versión 5", publicado por la SENER, CFE y FIDE en 2011, se establecen los procedimientos que deberán seguir los Centros de Acopio y Destrucción en todo momento.

IX. Planes de manejo

Como se ha descrito previamente, además de las especificaciones generales para el manejo de los residuos que se han señalado en el presente documento, sobresale la elaboración, presentación y registro ante la SEMARNAT e implementación de dos planes de manejo:

- a) Plan de manejo de Residuos de Manejo Especial con base en la NOM-161-SEMARNAT-2011.
- b) Plan de manejo de Residuos Peligrosos con base en lo establecido en la LGPGIR y su Reglamento.

IX.1 Plan de manejo de Residuos de Manejo Especial

En el caso del Plan de Manejo para los RME, este deberá incluir como mínimo los siguientes residuos; cartón, plásticos de empaque, espumas, plásticos (policarbonato, acrílico), balastros electrónicos, residuos de la construcción y los aires acondicionados. Como ya se detalló anteriormente, los equipos de aire acondicionado contienen RP, sin embargo, estos no serán separados por los edificios, sino por el personal de los centros de inhabilitación; por lo que dichos RP serán manejados de acuerdo al Plan de Manejo de cada centro; mientras que los edificios deberán considerar todo el equipo (incluyendo los RP que contienen) como RME, ya que están listados como tal en la NOM-161-SEMARNAT-2011.

Este PMR deberá realizarse con base en lo solicitado en la NOM-161-SEMARNAT-2011, es decir, deberá incluir los siguientes apartados:

Elementos generales

1. Información general

- 1.1. Nombre, denominación o razón social del solicitante
- 1.2. Nombre del representante legal
- 1.3. Domicilio para oír y recibir notificaciones
- 1.4. Modalidad del Plan de Manejo y su ámbito de aplicación territorial

1.5. Residuos objeto del plan

2. Diagnóstico del Residuo

Para productos de consumo que al desecharse se convierten en Residuos de Manejo Especial el

diagnóstico deberá contener la cantidad generada o estimada del residuo e identificación de sus fuentes potenciales de generación; y además podrá contener:

- 2.1. Principales materiales que componen el residuo
- 2.2. Manejo actual del residuo
- 2.3. Problemática ambiental asociada al manejo actual del residuo
- 2.4. Identificación del uso o aprovechamiento potencial del residuo en otras actividades productivas

3. Formas de manejo integral propuestas para el residuo

4. Metas de cobertura del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del Plan de Manejo;

5. Descripción del destino final del residuo sea nacional o internacional;

6. Mecanismos de operación, control y monitoreo para el seguimiento del plan, así como los

mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo;

7. De ser aplicable, especificar los participantes del plan y su actividad;

8. De ser aplicable indicar los mecanismos de difusión y comunicación a la sociedad en general.

Elementos adicionales

Considerando que en este PMR: a) los sujetos que intervienen: son Mixtos, b) por asociación: son Colectivos, c) por ámbito de aplicación: es Nacional; le aplica también lo siguiente:

9. Identificar las acciones de participación en el ámbito de sus respectivas competencias, de las autoridades, Federal, Estatal o Municipal y del sujeto obligado para la aplicación del Plan de Manejo;
10. En su caso, descripción de los mecanismos de adhesión al Plan de Manejo;
11. Elaborar y firmar un convenio Marco que permita dar certidumbre a los acuerdos alcanzados en el desarrollo del Plan de Manejo;
12. Identificar las acciones de participación de cada uno de los involucrados para la aplicación del Plan de Manejo.

El registro de este PMR, deberá realizarse bajo la modalidad nacional, por ello deberá presentarse para su conocimiento ante la SEMARNAT – DGFAUT (Dirección General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico); en la práctica, una vez que dicho Plan es aceptado en la SEMARNAT las Secretarías locales de los Estados consideran que da cumplimiento a los requerimientos establecidos en sus demarcaciones por lo que no se presenta un Plan para cada entidad, sin embargo, no exime del cumplimiento respecto al transporte por terceros autorizados, entre otras obligaciones aplicables.

IX.2 Plan de manejo de Residuos Peligrosos

En este caso, el PMR deberá incluir únicamente los residuos de lámparas fluorescentes. El registro deberá realizarse bajo la modalidad de “De residuos peligrosos de grandes generadores” ante la SEMARNAT – DGGIMAR (Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas). El trámite se

refiere al SEMARNAT-07-024 y deberá considerar que a) los sujetos que intervienen: son Mixtos, b) por asociación: son Colectivos, c) por ámbito de aplicación: es Nacional; debido a lo anterior, deberá el PMR incluir como mínimo lo siguiente:

1. Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante, nombre de su representante legal;
2. Modalidad del plan de manejo;
3. Residuos peligrosos objeto del plan, especificando sus características físicas, químicas o biológicas y el volumen estimado de manejo;
4. Formas de manejo, y
5. Nombre, denominación o razón social de los responsables de la ejecución del plan de manejo.
6. Los procedimientos para su acopio, almacenamiento, transporte y envío a reciclaje, tratamiento o disposición final, que se prevén utilizar;
7. La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos;
8. Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo, y
9. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.

X. Capacitación

Como parte de las actividades que garanticen un manejo adecuado de todas las corrientes de los residuos, es necesario desarrollar e implementar un programa de capacitación enfocado al personal técnico que realizará la sustitución de

luminarias y AC. Es necesario que la(s) empresa(s) que obtengan la licitación para realizar el cambio aseguren que el personal involucrado conoce los procedimientos que se realizarán para el manejo adecuado de los residuos. En el caso de los AC, solo personal técnico capacitado deberá realizar las maniobras de extracción del refrigerante conforme a lo establecido y descrito en el apartado VIII. Procedimiento para el manejo de los residuos.

Considerando las diversas entidades federativas donde se realizará el proyecto, y que existe una gran probabilidad de que se subcontraten empresas que realicen la sustitución en cada estado, es necesario que el programa de capacitación establezca estrategias para asegurar que la información y las técnicas de manejo permeen a todos los involucrados, además de que deberá considerar las particularidades del manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial según cada caso, por ser estos de competencia estatal.

Se recomienda que el programa de capacitación considere como mínimo los siguientes elementos críticos:

- Establecimiento de objetivos y metas
- Especificación del contenido del curso de capacitación
- Consideración de las diferencias normativas, y por lo tanto de manejo, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en cada estado
- Establecimiento de mecanismos de evaluación y mejora

XI. Monitoreo y evaluación continua

El éxito en el manejo adecuado de los residuos demanda la responsabilidad e intervención de todos los niveles de acción involucrados, desde el FIDE, las empresas contratistas, hasta del personal técnico quien realizará la sustitución. Asimismo, se requiere de un monitoreo y evaluación continua que permita asegurar que se realizará un manejo adecuado de los residuos, una detección oportuna de deficiencias y/o de la implementación de estrategias para lograr los objetivos planteados y las áreas de oportunidad identificadas.

El FIDE será el organismo encargado del monitoreo y evaluación de todo el proceso, desde el inicio hasta el final del mismo; además de ser el responsable de asegurar el manejo adecuado de los residuos que se generarán por la sustitución de luminarias y de equipos de aire acondicionado.

Para garantizar que todas las operaciones necesarias sean las adecuadas, el FIDE deberá solicitar a la(s) empresa(s) encargadas de la sustitución la elaboración de un Plan de Supervisión, Monitoreo y Evaluación (PSME), el cual debe definir claramente los objetivos, los procedimientos y las actividades que se necesitan supervisar, monitorear y evaluar; y debe describir la metodología e instrumentos que se van a emplear. Cabe mencionar que el Plan de Supervisión, Monitoreo y Evaluación (PSME), debe estar completamente alineado al presente Plan Maestro de Manejo de Residuos.

En el PSME se deberán describir aquellas técnicas y procedimientos que permitan establecer el curso de acción para alcanzar el objetivo que se quiere conseguir; las técnicas y procedimientos deben establecerse como un conjunto de acciones o actividades organizadas y sistemáticas que deberán realizarse para identificar los avances y logros de todo el proceso (Costa Bauer & Aguinaga Recuenco, 1998). Adicionalmente, deberán establecerse indicadores¹¹ que se refieren a variables

¹¹ Un indicador puede tener asignado un valor numérico (un porcentaje, un promedio, un rango, un número absoluto) o una escala de si/no.

que permiten medir cambios que pueden representar problemas, es decir, diferencias entre la situación deseada y el desempeño real alcanzado por el proceso general en un momento dado.

En términos generales, se buscaría que, como resultado de la aplicación de este plan, el FIDE mantenga un respaldo con evidencia documental y fotográfica que avale que las operaciones realizadas por los proveedores son las adecuadas y que se cumplen con los requerimientos aplicables dependiendo el tipo de residuo (de manejo especial o peligroso).

Evidencia documental y fotográfica: entendida como la evidencia que consta de documentos que dan soporte y acredita las capacidades de los involucrados (en sus distintos niveles) y que demuestra que se realizan las actividades específicas señaladas en el presente documento.

Las empresas que se contraten para el manejo de los residuos deberán entregar la siguiente documentación, mientras que la(s) empresa(s) que realicen la sustitución deberán integrar el expediente correspondiente el cual también deberá ser entregado al FIDE.

Documentación solicitada:

- Currículum Empresarial
- Documentos que acrediten la capacitación y experiencia profesional en el área de interés del personal a cargo de las actividades (cédula profesional, constancias de capacitación, etc.)
- Evidencia fotográfica de las instalaciones, maquinaria y/o equipo principal y de las diferentes etapas de operación

Adicionalmente, deberán presentar las autorizaciones siguientes:

- Autorización de SEMARNAT para el transporte de RP.
- Autorización de la SCT para el transporte de RP.
- Autorización SEMARNAT de la empresa destinataria de RP.
- Las empresas transportistas, deberán además presentar la licencia para conducir del operador de la unidad de transporte, su plan de contingencias,

toda la documentación en regla del vehículo y copia de la póliza de seguro del mismo con cobertura a daños ambientales.

- Autorización de la Secretaría local para el transporte de RME (únicamente en los estados en los que exista un patrón)

Para el caso del manejo de los refrigerantes, además de lo anteriormente mencionado relativo al manejo de residuos peligrosos, las empresas contratistas deberán presentar evidencia documental y fotográfica que demuestre que cumplen con los requisitos mínimos señalados en el apartado VIII.2.2 relativo al manejo de residuos de aire acondicionado (buenas prácticas en sistemas de aire acondicionado).

Como parte de la evaluación continua, se recomienda que la(s) empresa(s) que realicen la sustitución entreguen un reporte periódico en el que sean detalladas cada una de las actividades, así como nombre y cargo del responsable de las mismas, anexando evidencia fotográfica y la que se considere necesaria. Asimismo, al término de las actividades de sustitución, se recomienda que se realice un reporte final que resuma las actividades realizadas indicando claramente las empresas subcontratadas (si es el caso) para el transporte y disposición de los residuos, así como sus números de autorización; finalmente deberán mostrarse anexas las copias de los manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos debidamente llenados, firmados y sellados.

A continuación, se recomienda un formato general para el seguimiento de las actividades descritas en el párrafo anterior, con una periodicidad bimestral para los residuos de manejo especial y semestral para el de los residuos peligrosos, sin embargo, debe tomarse como una sugerencia, ya que los mecanismos para el monitoreo y seguimiento deberán ser establecidos claramente en el PSME, donde es posible que no sea necesario únicamente el uso de un solo formato.

Tabla 7. Ejemplo de formato general de seguimiento de empresas contratadas para el manejo de residuos.

FORMATO GENERAL DE SEGUIMIENTO DE EMPRESAS CONTRATADAS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS			
Tipo de Residuos:		Periodicidad:	
a) RME ()	b) RP ()	a) Bimestral ()	b) Semestral ()

Entidad federativa:

Dirección de edificio:

No	Empresa	Contacto	Número de autorización	Residuos recolectados y fecha de recolección	Destino final de los residuos
1	Documentación solicitada (incluidas las autorizaciones): <i>Incluir como anexos una copia de los documentos</i>				
2	Documentación solicitada (incluidas las autorizaciones): <i>Incluir como anexos una copia de los documentos</i>				

XII. Definición de responsabilidades

Para llevar a cabo el manejo integral de los diferentes residuos que se generarán como parte del proyecto, se requiere la definición clara de las atribuciones y responsabilidades de todos los actores involucrados. A continuación, se establecen las actividades generales que deberán cumplir los actores principales.

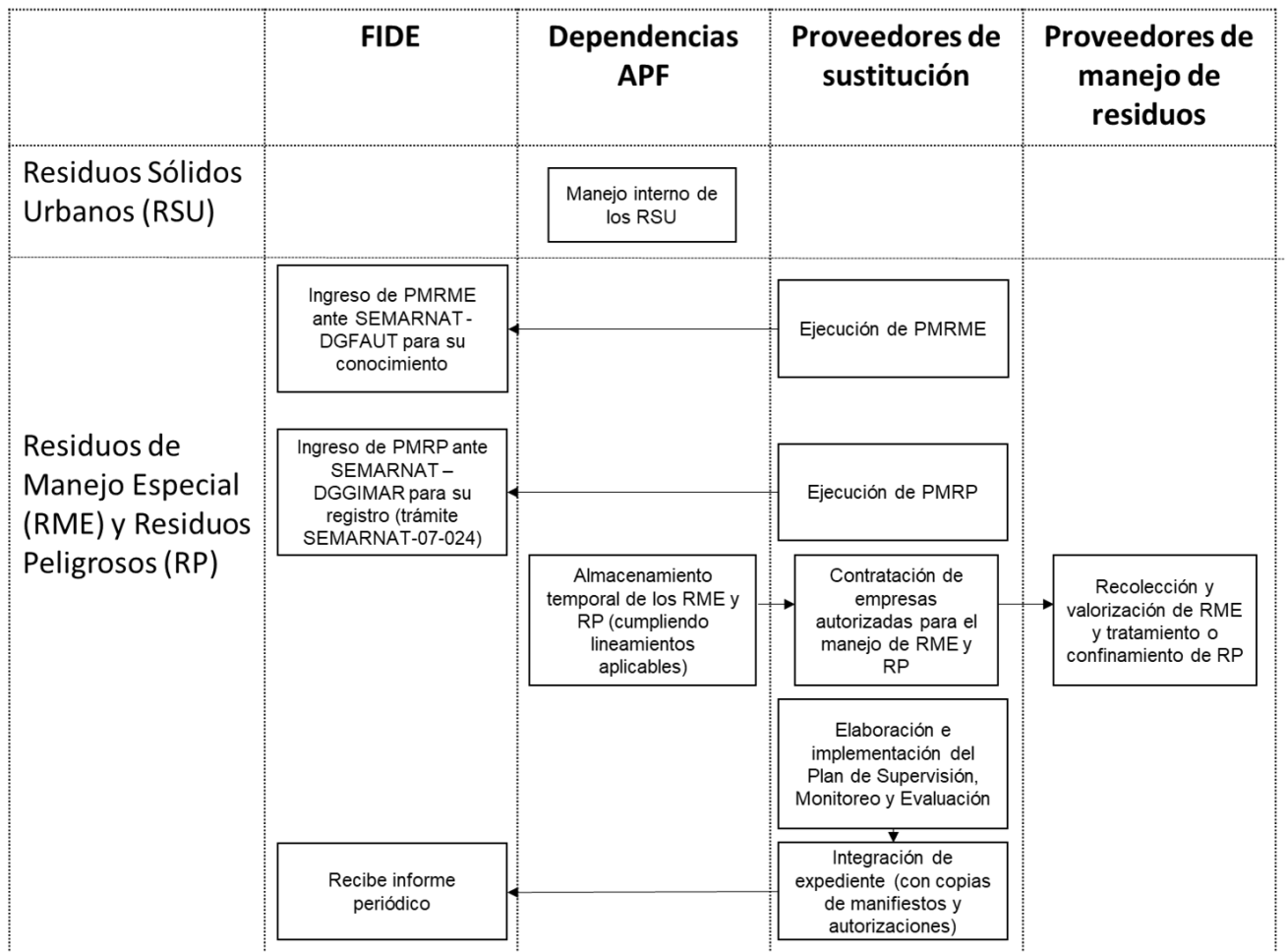


Figura 6. Esquema de responsabilidades generales.

Como se identifica en el esquema anterior, se propone que sea el FIDE el encargado de realizar el registro y presentación de ambos planes de manejo, sin embargo, la ejecución de ambos estará a cargo de la(s) empresa(s) que se encarguen de la sustitución de las luminarias y de los equipos de aire acondicionado.

XIII. Estimación de costos

XIII.1 Manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial

Se considera que la generación de residuos sólidos urbanos será mínima, misma que se incorporará al manejo interno de cada edificio, por lo que no se considera ningún costo asociado a su manejo.

Por su parte, todos los residuos de manejo especial se consideran con potencial viable de aprovechamiento, por lo que representarán un beneficio económico para el tercero que lleve a cabo el manejo de los mismos.

XIII.2 Manejo de residuos peligrosos

El costo por el manejo de residuos peligrosos incluye no solo el tratamiento, reciclaje o disposición final, sino también el transporte del residuo; es por esto que el costo varía dependiendo la ubicación y la cantidad de residuos a recolectar. Los precios colocados en este apartado son únicamente de referencia.

XIII.2.1 Residuos de lámparas fluorescentes

El costo por el manejo de residuos de lámparas fluorescentes considerando al menos la trituración de las lámparas y la captura del vapor de mercurio se estima en un máximo de \$20 por pieza, por lo que el total ascendería a \$14,647,400 por las 732,370 lámparas generadas.

XIII.2.2 Residuos de aire acondicionado

En términos generales, se propone que el 5% del monto total considerado para la sustitución de los equipos sea destinado al manejo adecuado de todos los residuos. De forma referencial, el costo por el manejo por parte de uno de los centros autorizados, de un equipo con una capacidad de 150 toneladas de refrigeración, se estima en \$75,000.

XIV. Bibliografía y referencias

- Costa Bauer, M., & Aguinaga Recuenco, A. (1998). *Supervisión, Monitoreo y Evaluación*. Lima, Perú : Ministerio de Salud.
- EPA. (2017). *United States Environmental Protection Agency*. Obtenido de <https://www.epa.gov/>
- FIDE. (2017). *Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica*. Obtenido de <http://www.fide.org.mx/>
- SEMARNAT. (8 de octubre de 2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos*. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_220515.pdf
- SEMARNAT. (31 de octubre de 2006). *Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
- SEMARNAT. (2009). *Buenas prácticas en sistemas de refrigeración y aire acondicionado*. Ciudad de México: SEMARNAT.
- SEMARNAT. (01 de febrero de 2013). *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;.* Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5286505&fecha=01/02/2013
- SEMARNAT. (2017). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de <https://www.gob.mx/semarnat>
- SENER, CONUEE, BID. (14 de diciembre de 2016). *Evaluación de potenciales y propuestas de estrategias Financiera-Administrativa para Implementar medidas de Eficiencia Energética para la Administración Pública Federal*. México.
- SISSAO. (2017). *Sistema de Información y Seguimiento de Sustancias de la Capa de Ozono*. Obtenido de <http://www.sissao.mx/>