



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



**ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO PARA LOS
RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN EL
COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE.**

T E S I N A

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA

P R E S E N T A

MOISÉS SÁNCHEZ VILLALOBOS

DIRECTOR

DR. LUIS ANTONIO GARCÍA VILLANUEVA



CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO. SEPTIEMBRE DE 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| OBJETIVOS..... | 3 |
| OBJETIVO GENERAL..... | 3 |
| OBJETIVOS PARTICULARES..... | 3 |
| CASO DE ESTUDIO..... | 3 |
| I. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO..... | 5 |
| I.1. PRODUCCIÓN DE AMONIACO..... | 5 |
| I.2. ALMACENAMIENTO DE AMONIACO..... | 7 |
| I.3. DISTRIBUCIÓN DEL AMONIACO..... | 7 |
| I.4. CLASIFICACIÓN E INVENTARIO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS..... | 8 |
| I.5. PUNTOS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS..... | 8 |
| I.6. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS..... | 9 |
| I.7. VOLÚMENES DE GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS..... | 14 |
| II. DIAGNÓSTICO DEL MANEJO ACTUAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS..... | 17 |
| II.1. INFRAESTRUCTURA..... | 17 |
| II.1.1. Personal involucrado en el manejo de residuos peligrosos..... | 17 |
| II.1.2. Recipientes y contenedores de residuos peligrosos..... | 18 |
| II.1.3. Áreas de transferencia de residuos peligrosos..... | 20 |
| II.1.4. Transporte interno..... | 25 |
| II.1.5. Almacén temporal de residuos peligrosos (bodega H y tanque de almacenamiento D-607)..... | 25 |
| II.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL MANEJO..... | 27 |
| II.3. CONTROLES ADMINISTRATIVOS..... | 28 |
| II.3.1. Registro como generador de residuos peligrosos..... | 28 |
| II.3.2. Bitácora del almacén temporal de residuos peligrosos..... | 28 |
| II.3.3. Manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos..... | 28 |
| II.3.4. Cédula de Operación Anual (COA)..... | 29 |
| II.3.5. Procedimientos genéricos internos..... | 29 |
| II.4. ASIGNACIÓN DE RECURSOS..... | 29 |
| II.5. DESTINOS O FORMAS DE MANEJO (PRESTADORES DE SERVICIO, TRATAMIENTOS, ENTRE OTROS)..... | 30 |
| II.5.1. Reducción en la fuente y separación..... | 30 |
| II.5.2. Recolección y transporte de residuos peligrosos..... | 31 |
| II.5.3. Acopio y almacenamiento..... | 32 |
| II.5.4. Reutilización..... | 32 |
| II.5.5. Reciclaje..... | 32 |

| | |
|---|-----------|
| II.5.6. Tratamiento biológico, químico, físico o térmico. | 33 |
| II.5.7. Coprocesamiento. | 33 |
| III. ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS A MANEJAR EN EL PLAN DE MANEJO. | 34 |
| III.1. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS CON POTENCIAL DE: MINIMIZACIÓN, VALORIZACIÓN, APROVECHAMIENTO, ENTRE OTROS. | 34 |
| III.1.1. Residuos con potencial de minimización. | 34 |
| III.1.2. Residuos con potencial de valorización. | 34 |
| III.1.3. Residuos con potencial de aprovechamiento. | 35 |
| III.2. IDENTIFICACIÓN DE LA “RUTA DE MANEJO”. | 35 |
| III.3. BÚSQUEDA DE CONTACTOS PARA LAS FORMAS DE MANEJO IDENTIFICADAS. | 36 |
| IV. PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS. | 37 |
| IV.1. ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES Y MANEJO ADMINISTRATIVO DEL PMRP. | 37 |
| IV.1.1. Subgerente del Complejo Petroquímico Cosoleacaque. | 37 |
| IV.1.2. Superintendente de Calidad, Seguridad Industrial y Protección Ambiental. | 38 |
| IV.1.3. Jefe del Departamento de Protección Ambiental. | 39 |
| IV.1.4. Personal involucrado indirectamente. | 40 |
| IV.2. ESTABLECIMIENTO DE METAS TRAZANDO LA METODOLOGÍA A SEGUIR PARA CADA RESIDUO PELIGROSO. ... | 40 |
| IV.2.1. T0 del Complejo Petroquímico Cosoleacaque (T0 _{CPC}). | 41 |
| IV.2.2. MAR para cada uno de los residuos peligrosos. | 42 |
| IV.2.3. Nivel 1: indicador del éxito de cumplimiento en el “Tiempo 1 (T1)”. | 43 |
| IV.2.4. Definición del rango de cumplimiento. | 44 |
| IV.2.5. Escala del rango de éxito de cumplimiento. | 45 |
| IV.2.6. Acciones que implantar. | 45 |
| IV.3. IDENTIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE INDICADORES DE DESEMPEÑO. | 46 |
| IV.3.1. Indicadores de desempeño por planta de producción, servicios auxiliares y planta eléctrica. . | 46 |
| V. CONCLUSIONES Y REOMENDACIONES. | 48 |
| VI. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA. | 50 |
| VI. REFERENCIAS. | 54 |

T A B L A S

| | |
|---|----|
| Tabla I.1. Clasificación de los residuos peligrosos generados. | 8 |
| Tabla I.2. Área de generación de los residuos peligrosos en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque. | 9 |
| Tabla I.3. Características de peligrosidad de los residuos peligrosos. | 10 |
| Tabla I.4. Clasificación CRETIB de los residuos peligrosos generados en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque. | 14 |

| | |
|--|----|
| Tabla I.5. Volumen de generación de residuos peligrosos en el Complejo petroquímico Cosoleacaque durante el periodo 2016-2017..... | 14 |
| Tabla II.1. Matriz de personal relacionado con el manejo de los residuos peligrosos dentro de la instalación..... | 17 |
| Tabla II.2. Recomendaciones del tipo de contenedores a utilizar en el envasado..... | 18 |
| Tabla II.3. Recomendaciones para el envasado de residuos peligrosos incompatibles cuando se generen otro tipos de residuos. Grupos de reactividad para residuos incompatibles..... | 19 |
| Tabla IV.1. Generación anual de residuos peligrosos de 2016 a 2017..... | 40 |
| Tabla IV.2. Generación anual de los RP que asumirá el <u>valor</u> B_{TO} por tipo de residuo..... | 41 |
| Tabla IV.3. Cálculo del valor C_{TO} por tipo de residuo..... | 42 |
| Tabla IV.4. Meta de Reducción Anual por tipo de residuo para el 2018..... | 43 |

FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura A. Procedimiento para determinar los sujetos obligados a la formulación de planes de manejo..... | 4 |
| Figura B. Diagrama para formular planes de manejo de grandes generadores..... | 4 |
| Figura I.1. Diagrama de bloques de la producción de amoníaco..... | 5 |
| Figura I.2. Distribución del amoníaco producido en la instalación..... | 7 |
| Figura I.3. Procedimiento para identificar la peligrosidad de un residuo (listado y caracterización)..... | 13 |
| Figura I.4. Generación total anual de residuos peligrosos..... | 16 |
| Figura II.1. Etiqueta de identificación de residuo de balastro..... | 19 |
| Figura II.2. Etiqueta de identificación de residuo del análisis de la DQO..... | 19 |
| Figura II.3. Etiqueta de identificación para contenedores de residuos peligrosos..... | 20 |
| Figura II.4. Área de transferencia de residuos peligrosos del área de Turbogeneradores..... | 21 |
| Figura II.5. Área de transferencia de residuos peligrosos del área de Movimiento de Productos..... | 21 |
| Figura II.6. Área de transferencia de residuos peligrosos de la planta de amoníaco 7..... | 22 |
| Figura II.7. Área de transferencia de residuos peligrosos de Mantenimiento Civil..... | 22 |
| Figura II.8. Ubicación de áreas de transferencia, almacén temporal de residuos peligrosos (bodega H y tanque de almacenamiento D-607) y rutas internas de manejo..... | 24 |
| Figura II.9. Bodega H..... | 25 |
| Figura II.10. Tanque de almacenamiento D-607..... | 25 |
| Figura II.11. Diagrama de flujo del manejo de los residuos peligrosos..... | 27 |
| Figura IV.1. Organigrama del Complejo Petroquímico Cosoleacaque..... | 37 |

INTRODUCCIÓN.

En México, al igual que en otros países, el proceso de industrialización que se intensificó a partir de la segunda mitad del siglo XX y derivó en una mayor demanda de materias primas para satisfacer el creciente consumo de bienes y servicios de una población en aumento; entre otras consecuencias se incrementó la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. De manera especial, en la última década se han depositado inadecuadamente a lo largo del territorio, impactando directa o indirectamente la salud de la población y la calidad de los recursos naturales. (INGRP, 2012¹).

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), un “RESIDUO” es 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 la legislación aplicable; en tanto un “RESIDUO PELIGROSO” se refiere a solo aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes biológico-infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio. (LGPGIR, 2003²).

La misma LGPGIR en su Artículo 5 (fracciones XII, XIX y XX) y Artículo 44, clasifica a los generadores de residuos peligrosos en tres categorías de acuerdo con la cantidad de residuos peligrosos que generan en peso bruto total al año. Les denomina “MICROGENERADORES” a los establecimientos que generan una cantidad de hasta 400 kilogramos de residuos peligrosos al año, “PEQUEÑOS GENERADORES” a los establecimientos que generan una cantidad mayor a 400 kilogramos y menor a 10 toneladas al año, y “GRANDES GENERADORES” a aquellos establecimientos que generan una cantidad igual o superior a 10 toneladas al año. (LGPGIR, 2003).

Con base al INGRP, el sector “*petróleo y petroquímica*” se colocó en decimo lugar a nivel nacional (de 33) con la generación de 46,147.76 toneladas de residuos peligrosos por sector industrial y segundo lugar en el Estado de Veracruz con 5,701.95 toneladas. Por ello dentro del PNPGIR se busca la prevención y gestión integral de los residuos peligrosos, primeramente, reafirmando la competencia de la Federación y definiendo la política ambiental en este tema, poniendo énfasis en tres grandes principios: la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los mismos, siendo ésta la que integre diferentes formas de manejo, dejando como última opción la disposición final (PNPGIR, 2012³).

Con la entrada en vigor de la LGPGIR y su Reglamento⁴ se introdujo el concepto denominado “**PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS (PMRP)**” el cual pretende ofrecer un panorama de la gestión de los residuos que favorezca la valorización de estos. Es un instrumento de gestión que permite a los

¹ Integración y Actualización del Inventario Nacional de Generación de Residuos Peligrosos (INGRP).

² Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

³ Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PNPGIR) 2009-2012.

⁴ Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR).



particulares y a la autoridad diseñar y controlar de una manera flexible el manejo integral de los residuos peligrosos, mediante propuestas de manejo eficientes que minimicen la generación de los residuos y prioricen la valorización de estos. (INGRP, 2012).

La LGPGIR establece en su Artículo 46, la obligación de presentar ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), un PMRP para aquellos establecimientos que, dentro de su proceso o servicio, genere más de 10 toneladas por año de residuos peligrosos —**GRANDES GENERADORES**—; siendo el caso del Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

De acuerdo con el PNPGIR 2009-2012, la finalidad de la implantación de los planes de manejo se basada en:

- Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo;
- Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan;
- Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares;
- Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados, y
- Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral de los residuos, que sea económicamente factible.

El presente trabajo de titulación realiza un ejercicio a manera de caso de estudio que ayude en la elaboración del Plan de Manejo de Residuos Peligrosos del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, cuya actividad principal es la producción de amoníaco (NH_3) como producto principal, bióxido de carbono (CO_2) como subproducto y la recuperación de hidrógeno (H).

Con este instrumento se pretende conocer la situación actual sobre el manejo de los residuos peligrosos en la instalación, definir alternativas de manejo, así como poder plantear metas e indicadores de desempeño, que aseguren que el manejo de los residuos peligrosos generados en las actividades administrativas, de producción, mantenimiento y servicios del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, se lleven a cabo minimizando los impactos ambientales y cumpliendo con la legislación aplicable vigente.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

- Elaborar el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos del Complejo Petroquímico Cosoleacaque que cumpla con la legislación federal en materia de residuos peligrosos, así como los procedimientos, normativas y lineamientos de Petróleos Mexicanos (PEMEX).

OBJETIVOS PARTICULARES.

- Realizar un diagnóstico de la situación actual sobre el manejo de los residuos peligrosos que proporcione información sobre los puntos de generación, volúmenes de generación y caracterización de los residuos peligrosos;
- Conocer y describir la infraestructura actual existente, el diagrama de flujo de manejo, controles administrativos, así como los destinos y formas de manejo que tienen los residuos peligrosos generados en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque;
- Identificar los residuos peligrosos con potencial de minimización, valorización y su aprovechamiento, modificando el patrón actual de manejo e incremento en la recuperación y reducción de costos, y
- Implementar un sistema de buenas prácticas y responsabilidad compartida para el manejo de los residuos peligrosos, considerando los procedimientos internos y cursos capacitación.

CASO DE ESTUDIO.

La LGPGIR, establece en el Artículo 46, la obligación de presentar a la SEMARNAT, un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, para aquellas organizaciones que dentro de su proceso o servicio que ofrezca, genere más de 10 toneladas por año de residuos peligrosos.

La propuesta de Plan de Manejo de Residuos Peligrosos se realiza con base a lo establecido en el Título Cuarto, Capítulo II, artículos del 27 al 34 de la LGPGIR y el Título Segundo, Capítulo I a III, Artículos 16, 17, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28 y 29 del RLGPGIR.

Se utilizará como caso de estudio, la instalación del Complejo Petroquímico Cosoleacaque ubicado en Carretera Costera del Golfo kilómetro 39+400, S/N, S/C, CP. 96340 Cosoleacaque, Veracruz de Ignacio de la Llave, cuya actividad principal es la producción de amoníaco (NH_3) como producto principal, bióxido de carbono (CO_2) como subproducto y la recuperación de hidrógeno (H).

La metodología utilizada para determinar si la instalación era un sujeto obligado puede observarse en la Figura A, mientras que en la Figura B se muestra el diagrama de seguimiento para la formulación



del Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, ambos basados en el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011⁵.

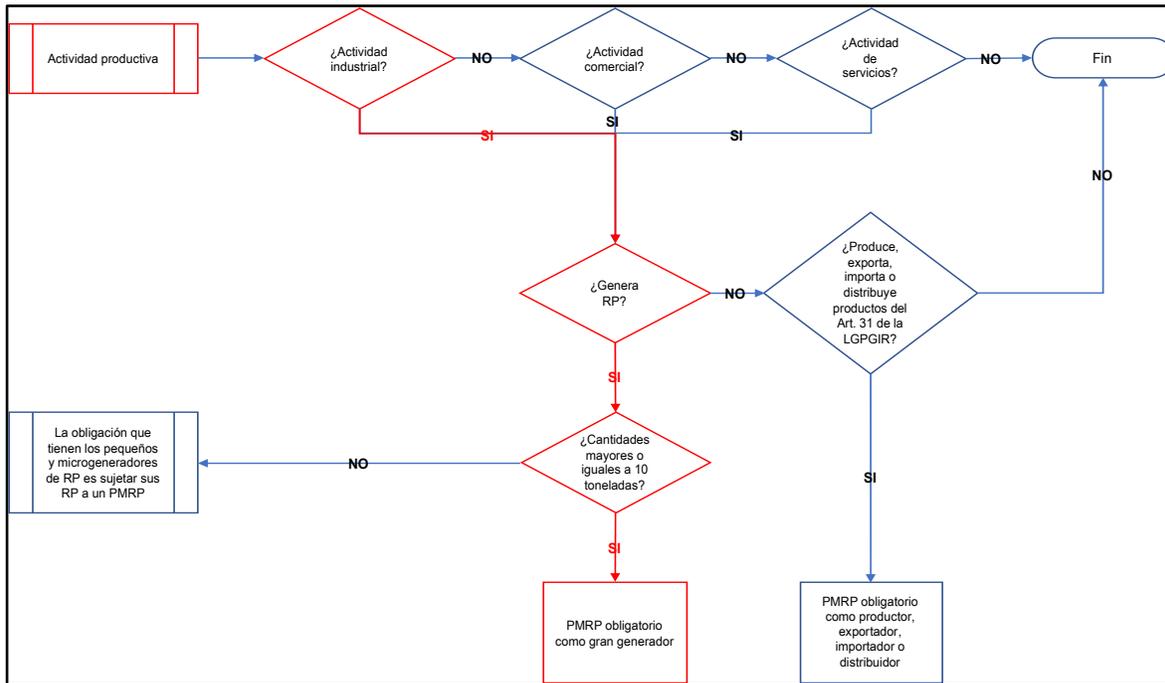


Figura A. Procedimiento para determinar los sujetos obligados a la formulación de planes de manejo.
Fuente: PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011.

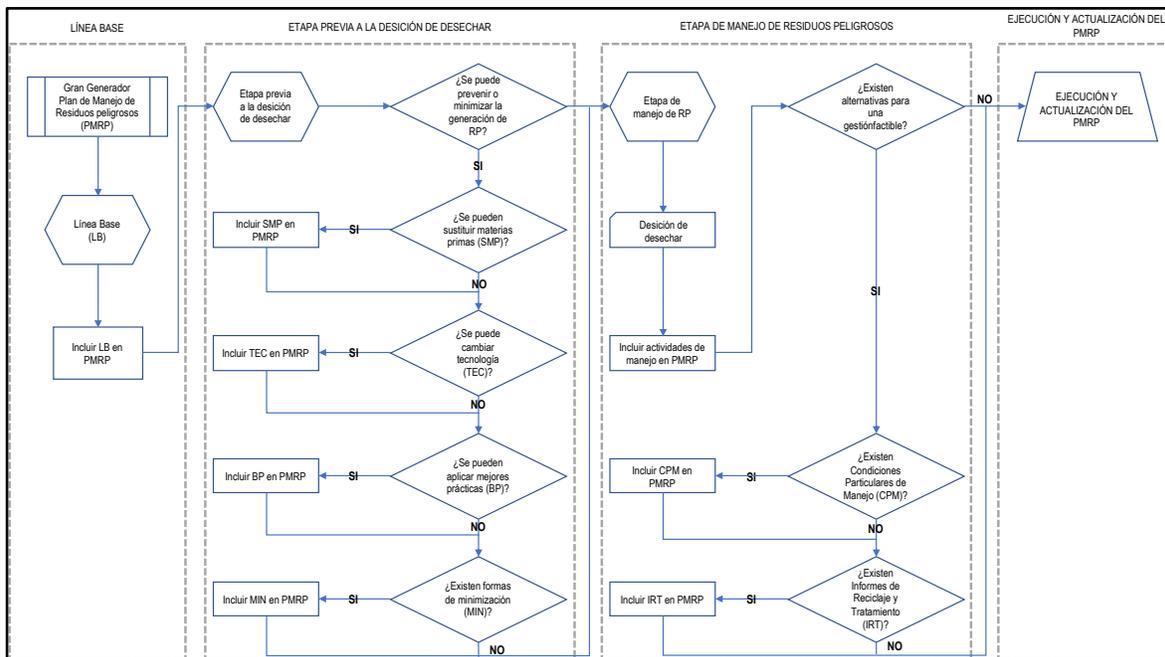


Figura B. Diagrama para formular planes de manejo de grandes generadores.
Fuente: PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011.

⁵ PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011. Que establece los elementos y procedimientos para formular los planes de manejo de residuos peligrosos.



I. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO.

I.1. PRODUCCIÓN DE AMONIACO.

El Complejo Petroquímico Cosoleacaque tiene como actividad principal la producción de amoníaco (NH_3) y bióxido de carbono (CO_2) como subproducto, así como su almacenamiento, distribución y comercialización. También se realiza la recuperación de hidrógeno (H) a través de la Unidad Recuperadora de Hidrógeno (URH). Todo proceso operativo realizado en las instalaciones del Complejo se lleva a cabo gracias al suministro de gas natural proveniente del Complejo Procesador de Gas (CPG) ubicado en Cactus, Chiapas (CPG Cactus).

Las plantas productoras de amoníaco operan con el proceso Haber-Bosch, a partir de gas natural. En la Figura I.1 se presenta el diagrama de bloques de la producción de amoníaco en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque y en párrafos siguientes una breve descripción de cada una de las etapas del proceso.

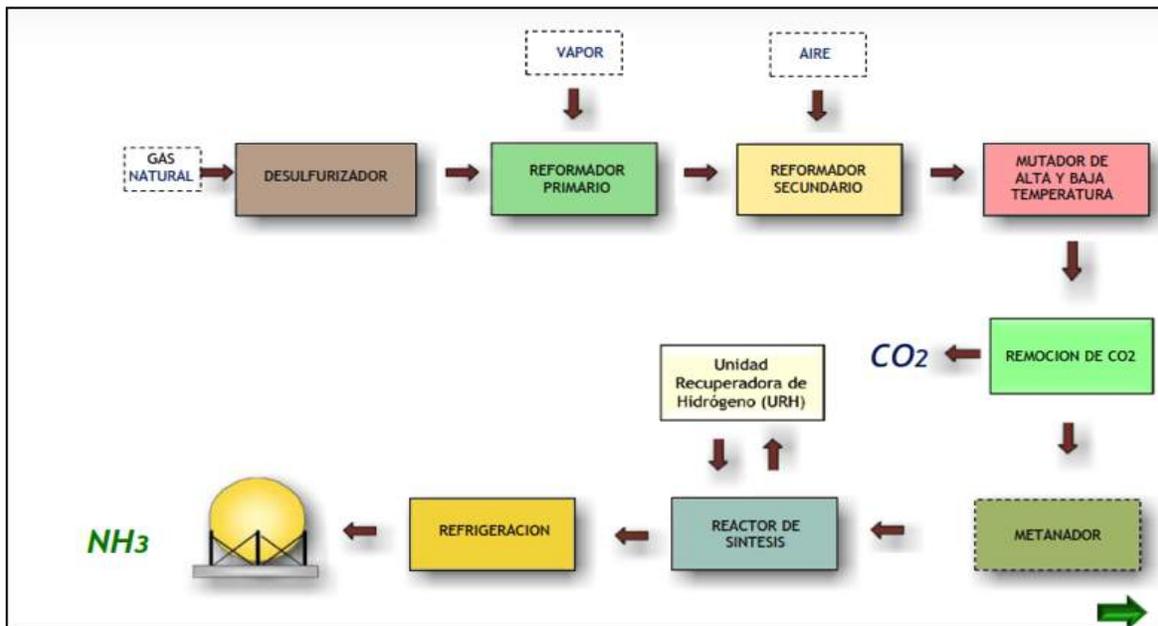


Figura I.1. Diagrama de bloques de la producción de amoníaco.

Fuente: Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

Desulfurizador.

La desulfuración consiste en la eliminación de los compuestos de azufre contenidos en el gas natural, por medio de adsorción en carbón activado a temperatura ambiente, y posteriormente a alta temperatura reaccionando con un catalizador de cobalto-molibdeno.

Reformador primario.

La reformación primaria es el primer paso en la disociación del metano para obtener el hidrógeno deseado para la generación de gas de síntesis. El gas natural desulfurizado se mezcla con vapor de

agua y esta corriente pasa al reformador primario (horno de fuego directo con tubos empacados de catalizador de níquel), donde sobre un catalizador de níquel, se lleva a cabo la siguiente reacción:



Debido a que la reacción de reformación primaria es altamente endotérmica, es necesario suministrar la energía absorbida por la reacción, esto se logra mediante el gas combustible que se quema en la sección de radiación del reformador primario a través de 260 quemadores de techo y doce quemadores de túnel.

Reformador secundario.

En la etapa de reformación secundaria se adiciona el aire a proceso y con éste el nitrógeno requerido para la reacción de síntesis de amoníaco.

Mutador de alta y baja temperatura.

Después de pasar por el reformador secundario, el gas crudo de síntesis pasa a través de dos etapas de mutación (alta y baja temperatura), donde el monóxido de carbono se transforma en bióxido de carbono, la primera en presencia de un catalizador de hierro-cromo, y la segunda de un catalizador de cobre.



Remoción de CO₂.

En la etapa de purificación el bióxido de carbono generado en la sección de mutación se elimina de la corriente de gas mediante un sistema de absorción-desorción con una solución a base de carbonato de potasio de donde es tomado para ventas como subproducto.

Metanador.

La metanación es la última etapa para la purificación del gas de síntesis, la corriente pasa al metanador, donde las trazas de monóxido de carbono residuales son transformadas en metano y agua en presencia de un catalizador de níquel. Es la reacción contraria a la reacción de reformación de vapor-hidrocarburo.

Reactor de síntesis.

En la etapa de síntesis del amoníaco el gas de síntesis se envía al reactor principal del proceso, donde en presencia de un catalizador de hierro promovido se obtiene el amoníaco en estado gaseoso, que posteriormente es condensado en el sistema de refrigeración.



La reacción del hidrógeno y nitrógeno para la síntesis del amoníaco es exotérmica.



Refrigeración.

Por último, en la etapa de refrigeración se suministra el refrigerante en cuatro diferentes etapas de presión y temperatura para condensar todo el amoníaco gaseoso efluente del convertidor, así como purificar el amoníaco producto.

I.2. ALMACENAMIENTO DE AMONIACO.

El almacenamiento de amoníaco se realiza en fase líquida en tanques esféricos distribuidos en dos áreas de almacenamiento en el interior del centro de trabajo. El primero en la zona sur con dos esferas de almacenamiento (T-3401 y T-3402) con capacidad de 1,500 toneladas cada una y el segundo en la zona norte con cuatro esferas de almacenamiento (TE-200, TE-201, TE-202 y TE-203) con capacidad de 1,900 toneladas en las dos primeras y 2,000 toneladas las dos restantes.

El inventario normal de almacenamiento se mantiene como máximo al 60% de capacidad en cada uno de los recipientes por cuestiones de seguridad.

I.3. DISTRIBUCIÓN DEL AMONIACO.

El Complejo Petroquímico Cosoleacaque cuenta con dos áreas locales de despacho de productos, una de ellas para auto tanques y carro tanques y otra únicamente para carro tanques. La distribución de amoníaco fuera del Complejo Petroquímico Cosoleacaque se realiza a través de auto tanques, carro tanques, ductos y embarcaciones hacia distintos puntos del país como son Terminal Marítima de Salina Cruz, Oaxaca y Puerto Pajaritos, Veracruz; Guaymas, Sonora y Topolobampo, Sinaloa. Tal y como se puede ver en la Figura I.2.

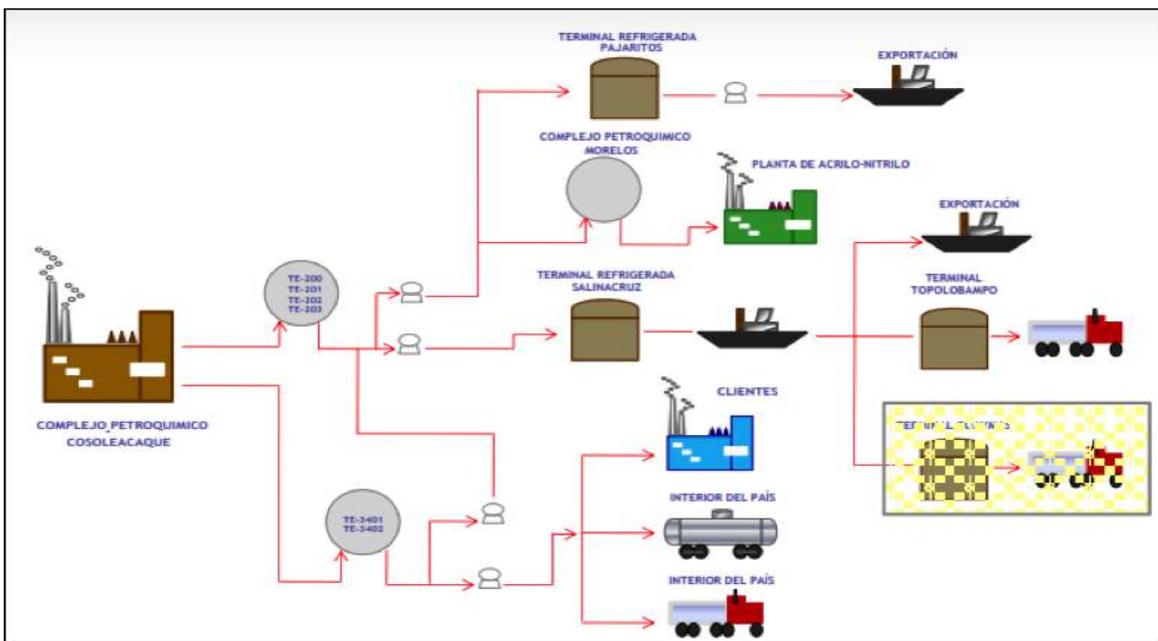


Figura I.2. Distribución del amoníaco producido en la instalación.

Fuente: Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

I.4. CLASIFICACIÓN E INVENTARIO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

La clasificación e inventario de los residuos peligrosos generados en las instalaciones del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, se encuentra fundamentado en Artículo 43, Fracción I, Inciso f) y g) del RLGPGIR y en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.

La clasificación específica de los residuos peligrosos se realizó tomando en cuenta los nombres genérico y claves para la identificación de los residuos peligrosos, propuestos por la SEMARNAT.

Con esta información se obtuvo la clasificación e inventario que sirvieron como base para la elaboración del presente plan de manejo. Es así como en la Tabla I.1 se presenta la clasificación de los residuos peligrosos generados en la instalación del Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

Tabla I.1. Clasificación de los residuos peligrosos generados.

| Nombre genérico de los residuos peligrosos | Clave del residuo peligroso |
|---|-----------------------------|
| Aceite lubricante gastado | O1 |
| Material impregnado con aceite | SO4 |
| Barreduras de bodegas de reactivos químicos y escombros | SO4 |
| Residuos de pintura y solventes | S1 |
| Baterías níquel-cadmio | SO4 |
| Baterías o acumuladores plomo-ácido | SO4 |
| Lámparas fluorescentes | SO4 |
| Lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos | E4/05 |
| Residual del análisis de la DQO | O |
| Reactivo químico caduco | O |

Fuente: SEMARNAT: Nombre genérico y claves para la identificación de los residuos peligrosos.

I.5. PUNTOS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.

Para poder implementar medidas de control y minimización de residuos peligrosos, fue necesario analizar las áreas, procesos y puntos específicos donde se generan y manejan residuos peligrosos o susceptibles de convertirse en peligrosos, establecer un inventario de puntos de generación, manejo de residuos por volumen, características de peligrosidad y sus posibles incompatibilidades de manejo.

Contar con esta información permitirá: identificar los tipos y volúmenes de residuos generados en las diferentes áreas, analizar las causas que originan la generación de residuos peligrosos enfatizando en la prevención de contaminación de otros materiales con residuos o sustancias peligrosas y detección de causas de desperdicio de recursos, diseñar sistemas simplificados de registros del volumen de residuos generados, generando indicadores unitarios por área, proceso y/o punto de generación que permitan identificar oportunidades de mejora y racionalizar la utilización de los recursos, y definir propiedades para el establecimiento de medidas de control y administración de las actividades, procesos e instalaciones que generan residuos peligrosos, conforme al volumen

generado, la magnitud de los costos y riesgos involucrados y la factibilidad técnica y económica de llevar a cabo las medidas contundentes.

En la Tabla I.2, se presentan los residuos peligrosos generados en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque identificando su área de generación.

Tabla I.2. Área de generación de los residuos peligrosos en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

| Residuos peligrosos | Área de generación |
|--|---|
| Residual del análisis de la DQO | Laboratorio de control químico |
| Reactivo químico caduco | Laboratorio de control químico, almacén de insumos |
| Aceite lubricante gastado | Plantas de amoníaco, planta de generación eléctrica, tratamiento de agua y generación de vapor, taller de mantenimiento mecánico y transporte terrestre |
| Material impregnado con aceite | Área operativa (plantas de amoníaco, servicios auxiliares), mantenimiento mecánico, transporte terrestre, mantenimiento eléctrico, laboratorio de control químico |
| Barreduras de bodegas de reactivos químicos y escombro | Almacenes de reactivos químicos |
| Residuos de pintura y solventes | Taller de mantenimiento eléctrico, taller de mantenimiento de instrumentos y taller de mantenimiento civil |
| Baterías níquel-cadmio | Inspección y seguridad |
| Baterías o acumuladores plomo-ácido | Todo el centro de trabajo |
| Lámparas fluorescentes | Todo el centro de trabajo |
| Lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos | Tanque de almacenamiento D-607, cárcamo de bombeo D-607 y fosa de la planta de generación eléctrica |

Fuente: Elaboración propia con base al Formato CPC-SCSIPA-FO-24: Lista maestra de generación de residuos y COA 2016.

I.6. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

La caracterización de los residuos peligrosos se realiza, a fin de identificar si un residuo presenta cualquiera de las siguientes características de peligrosidad: **CORROSIVO, REACTIVO, EXPLOSIVO, TÓXICO, INFLAMABLE o BIOLÓGICO-INFECCIOSO** (características de peligrosidad llamadas CRETIB), siguiendo el diagrama de flujo del procedimiento para identificar la peligrosidad de un residuo que se muestra en la Figura I.3 y si cumple con alguna de las condiciones descritas en la Tabla I.3.

Se consideran como peligrosos los residuos clasificados en listado 1, 2, 3, 4 y 5, así como las consideradas en el punto 5.5 de la NOM-052-SEMARNAT-2005.

De igual forma, se establece que para las características CRIT, la determinación se efectúa empleando métodos de prueba específicos y que, para la toxicidad ambiental, es indispensable llevar a cabo lo



establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993. La identificación de las características de explosividad se realiza mediante revisión bibliográfica.

Tabla I.3. Características de peligrosidad de los residuos peligrosos.

| Características | Símbolo | Descripción | Logotipo |
|-----------------|---------|---|---|
| Corrosivo | C | <p>Cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades: líquido acuoso o sólido que presenta un $\text{pH} \leq 2.0$ o ≥ 12.5. Líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6,35 milímetros o más por año a una temperatura de 328 °K (55°C). Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un $\text{pH} \leq 2.0$ o ≥ 12.5.</p> |  |
| Reactivo | R | <p>Cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades: Líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a 5 minutos sin que exista una fuente externa de ignición. Bajo condiciones normales (25 °C y 1 atmósfera), se combina o polimeriza violentamente sin detonación. Cuando se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 l/kg del residuo por hora. En condiciones normales (25 °C y 1 atmósfera) cuando se pone en contacto con agua en relación (residuo-agua) de 5:1, 5:3, 5:5 reacciona violentamente formando gases, vapores o humos. Bajo condiciones normales cuando se ponen en contacto con soluciones de pH; ácido (HCl 1.0 N) y básico (NaOH 1.0 N), en relación (residuo-solución) de 5:1, 5:3, 5:5 reacciona violentamente formando gases, vapores o humos. Cuando un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor. Cuando un residuo posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones de pH entre 2.0 y 12.5 generan gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por kilogramo de residuo o 500 mg de ácido sulfhídrico por kilogramo de residuo. Cuando un residuo es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y a 1.03 kg/cm³ de presión, solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento.</p> |  |

Tabla I.3. Características de peligrosidad de los residuos peligrosos (Continuación).

| Características | Símbolo | Descripción | Logotipo |
|---------------------|---------|--|---|
| Explosivo | E | Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo. Cuando tiene una constante de explosividad, mayor o igual al dinitrobenzeno. |  |
| Tóxico | T | Cuando la propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de provocar efectos adversos en la salud o en los ecosistemas. Cuando se somete a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-053-SEMARNAT-1993, el lixiviado de la muestra representativa que contenga cualquiera de los constituyentes listados en las tablas 5, 6 y 7 en concentraciones mayores a los límites señalados en dichas tablas por ejemplo: arsénico 5.0 mg/l, níquel 5.0 mg/l, mercurio 0.2 mg/l, plata 5.0mg/l, cloroformo 6.0mg/l, fenol 14.4 mg/l. |  |
| Inflamable | I | Líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución o suspensión que tiene un punto de inflamación inferior a 60,5°C, medido en copa cerrada, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%. No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25°C y a 1.03 kg/cm ² . Gas que, a 20°C y una presión de 101.3 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con aire de cuando menos 12% sin importar el límite inferior de inflamabilidad y un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material. |  |
| Biológico-Infecioso | B | La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como los derivados no comerciales, incluyendo las células progenitoras, hematopoyéticas y las fracciones celulares o acelulares de la sangre resultante (hemoderivados). Los cultivos y cepas de agentes biológico-infecciosos. Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados— |  |

Tabla I.3. Características de peligrosidad de los residuos peligrosos (Continuación).

| Características | Símbolo | Descripción | Logotipo |
|-----------------|---------|--|----------|
| | | <p>en la producción y control de agentes biológico-infecciosos y utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico-infecciosos.</p> <p>Los patológicos: tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentren en formol. Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico e histológico, excluyendo orina y excremento o los cadáveres y partes de animales inoculados con agentes enteropatógenos en centros de investigación y bioterios.</p> <p>Los residuos no anatómicos: recipientes desechables que contengan sangre líquida. Materiales de curación, empapados, saturados, o goteando sangre o cualquiera de los siguientes fluidos corporales: líquido sinovial, líquido pericárdico, líquido pleural, líquido cefalorraquídeo o líquido peritoneal. Materiales desechables que estén empapados, saturados o goteando sangre, o secreciones de pacientes con sospecha o diagnóstico de fiebres hemorrágicas, así como otras enfermedades infecciosas emergentes según infecciosas emergentes según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico y materiales absorbentes utilizados en las jaulas de animales que hayan sido expuestos a agentes enteropatógenos.</p> <p>Objetos punzocortantes: los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, únicamente: tubos capilares, navajas, lancetas, agujas de jeringas desechables, agujas hipodérmicas, de sutura, de acupuntura y para tatuaje, bisturís y estiletes de catéter, excepto todo material de vidrio roto utilizado en el laboratorio, el cual deberá desinfectar o esterilizar antes de ser dispuesto como residuo sólido urbano.</p> | |

Fuente: Elaboración propia con base a la NOM-052-SEMARNAT-2005.



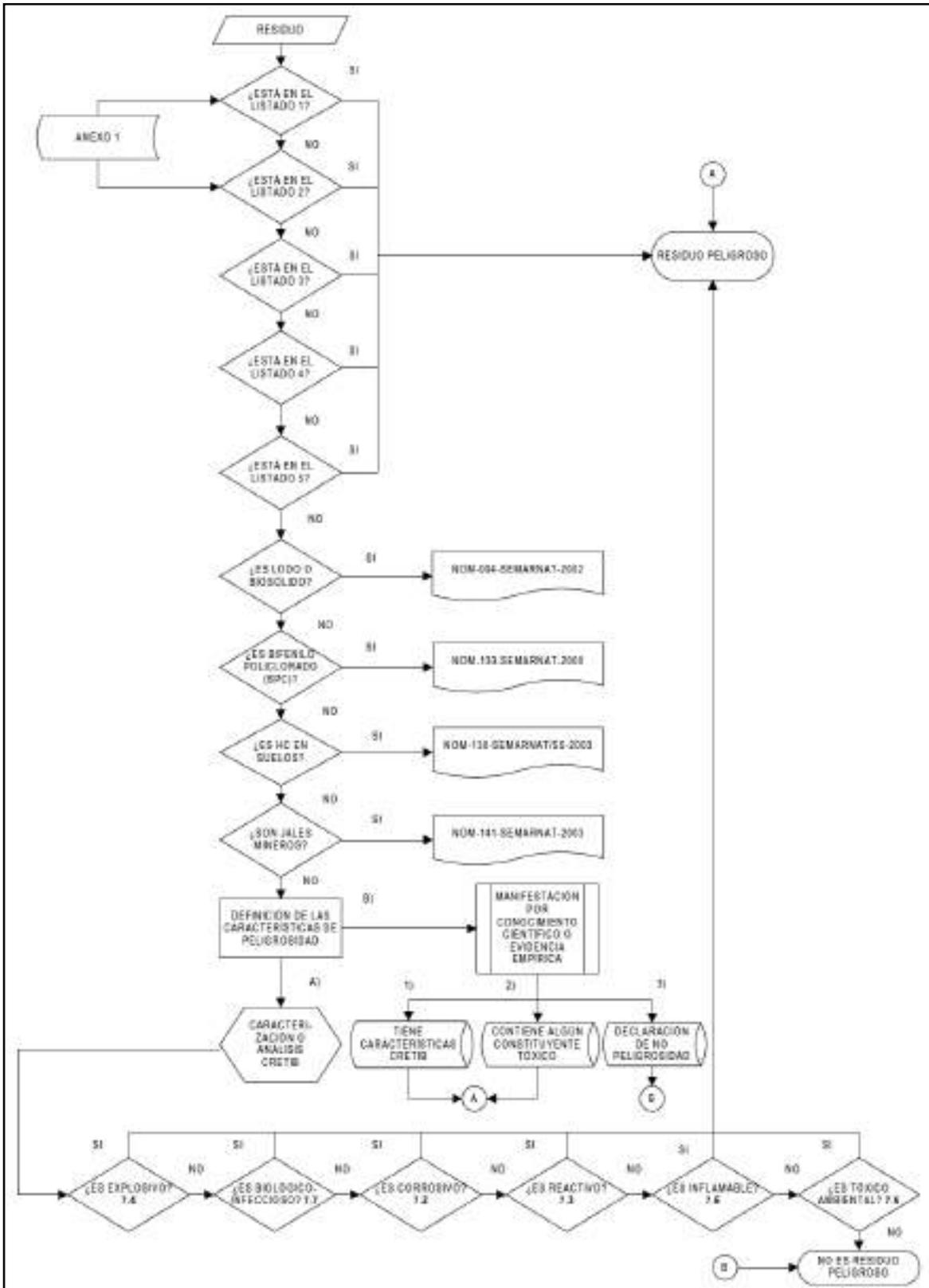


Figura I.3. Procedimiento para identificar la peligrosidad de un residuo (listado y caracterización).
Fuente: Tomado de la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Conforme a la clasificación anterior, los residuos peligrosos generados en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque se muestran en la Tabla I.4.

Tabla I.4. Clasificación CRETIB de los residuos peligrosos generados en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

| Residuos peligrosos | C | R | E | T | I | B |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Residual del análisis de la DQO | X | | | | | |
| Reactivo químico caduco | X | | | | | |
| Aceite lubricante gastado | | | | X | X | |
| Material impregnado con aceite | | | | X | | |
| Barreduras de bodegas de reactivos químicos y escombros | | | | X | | |
| Residuos de pintura y solventes | | | | X | | |
| Baterías níquel-cadmio | | | | X | X | |
| Baterías o acumuladores plomo-ácido | X | | | X | | |
| Lámparas fluorescentes | | | | X | | |
| Lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos | | | | X | | |

Fuente: Elaboración propia con base al Formato CPC-SCSIPA-FO-24: Lista maestra de generación de residuos y la NOM-052-SEMARNAT-2005.

I.7. VOLÚMENES DE GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.

De acuerdo con lo reportado por las diferentes áreas generadoras de residuos peligrosos en el Formato CPC-SCSIPA-F0-23 "Formato de registro de generación y entrega de residuos peligrosos", en la Tabla I.5, así como en la Figura I.4 se presentan las cantidades de cada uno de los residuos peligrosos generados durante el periodo que comprende los años 2016 y 2017.

Tabla I.5. Volumen de generación de residuos peligrosos en el Complejo petroquímico Cosoleacaque durante el periodo 2016-2017.

| Residuos peligrosos | Generación (kg) | | | |
|--|-----------------|--------------|-----------|-----------|
| | Periodo 2016 | Periodo 2017 | Total | Promedio |
| Aceite lubricante gastado | 47,990.00 | 22,432.00 | 70,422.00 | 35,211.00 |
| Material impregnado con aceite | 8,400.00 | 2,780.00 | 11,180.00 | 5,590.00 |
| Barreduras de bodegas de reactivos químicos y escombros* | - | - | - | 50.00* |
| Residuos de pintura y solventes | 760.00 | 390.00 | 1,150.00 | 575.00 |
| Baterías níquel-cadmio | 50.00 | - | 50.00 | 25.00 |
| Baterías o acumuladores Plomo-ácido** | - | - | - | 50.00** |



Tabla I.5. Volumen de generación de residuos peligrosos en el Complejo petroquímico Cosoleacaque durante el periodo 2016-2017 (Continuación).

| Residuos peligrosos | Generación (kg) | | | |
|---|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | Periodo 2016 | Periodo 2017 | Total | Promedio |
| Lámparas fluorescentes | 320.00 | 260.00 | 580.00 | 290.00 |
| Lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos | 15,310.00 | 15,960.00 | 31,270.00 | 15,635.00 |
| Residual del análisis de la DQO | 80.00 | - | 80.00 | 40.00 |
| Reactivo químico caduco | 12,150.00 | 270.00 | 12,420.00 | 6,210.00 |
| Total | 85,060.00 | 42,092.00 | 127,152.00 | 63,676.00 |

* En lo que respecta a los residuos de las «barreduras de bodegas de reactivos químicos y escombros» han sido dos años consecutivos que no se han generado; sin embargo, en caso de generarse se tienen registrados dentro del Registro como Generador de Residuos Peligrosos y se cuenta con los procedimientos necesarios para manejarlos como un residuo peligroso, por lo que, forman parte del presente plan de manejo y para ello se considera un valor promedio de generación en años anteriores de 50 kilogramos, ya que existe la posibilidad de generación.

** Las «baterías o acumuladores Plomo-ácido», forman parte del Registro como Generador de Residuos Peligrosos, durante dos años consecutivos no se ha generado este residuo peligroso; sin embargo, se considera un volumen de generación promedio en años anteriores de 50 kilogramos; por lo que existe la posibilidad de generación. Asimismo, una vez generados dentro del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, éstos son considerados como parte de un bien mueble y son manejados bajo los procedimientos internos de PEMEX Fertilizantes, bajo licitaciones públicas para su venta, previo establecimiento en las bases de contratación, que éstos residuos serán manejados conforme los requerimientos señalados en la LGPGIR, su Reglamento y la normatividad correspondiente; exigiendo al licitador que se cumpla con las autorizaciones respectivas para el transporte, reuso, reciclaje y/o tratamiento correspondiente. De igual forma, a través del presente plan, se manifiesta que se manejarán conforme a lo establecido en la LGPGIR, su reglamento y la normatividad correspondiente.

Fuente: Elaboración propia con base al Formato CPC-SCSIPA-FO-23 "Registro de generación y entrega de residuos.

Como se puede observar en la tabla I.5, los volúmenes de generación de un año con respecto a otro no han sido constantes, en el 2016 se presentó una generación de 85,060 kilogramos y en el 2017 una generación de 42,092 kilogramos (lo que representa un 50.5%); lo anterior es debido a que la generación de residuos peligrosos en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque está ligada directamente a la operación normal de las plantas de producción de amoníaco; durante el año de 2017 la mayor producción de amoníaco se tuvo por la operación de la planta de amoníaco VI, mientras que de las plantas de amoníaco V y VII su operación fue mínima, en tanto que la planta de amoníaco IV se encuentra en rehabilitación desde el 2014.

Por otra parte, durante el 2017 no se generaron «baterías níquel-cadmio» y «residual del análisis de la DQO»; sin embargo, en años anteriores se ha presentado la generación de estos residuos, por lo que para el presente plan de manejo se ha considerado un volumen promedio de generación de 25 y 40 kilogramos en promedio; y se tiene la posibilidad de generación en años subsecuentes.



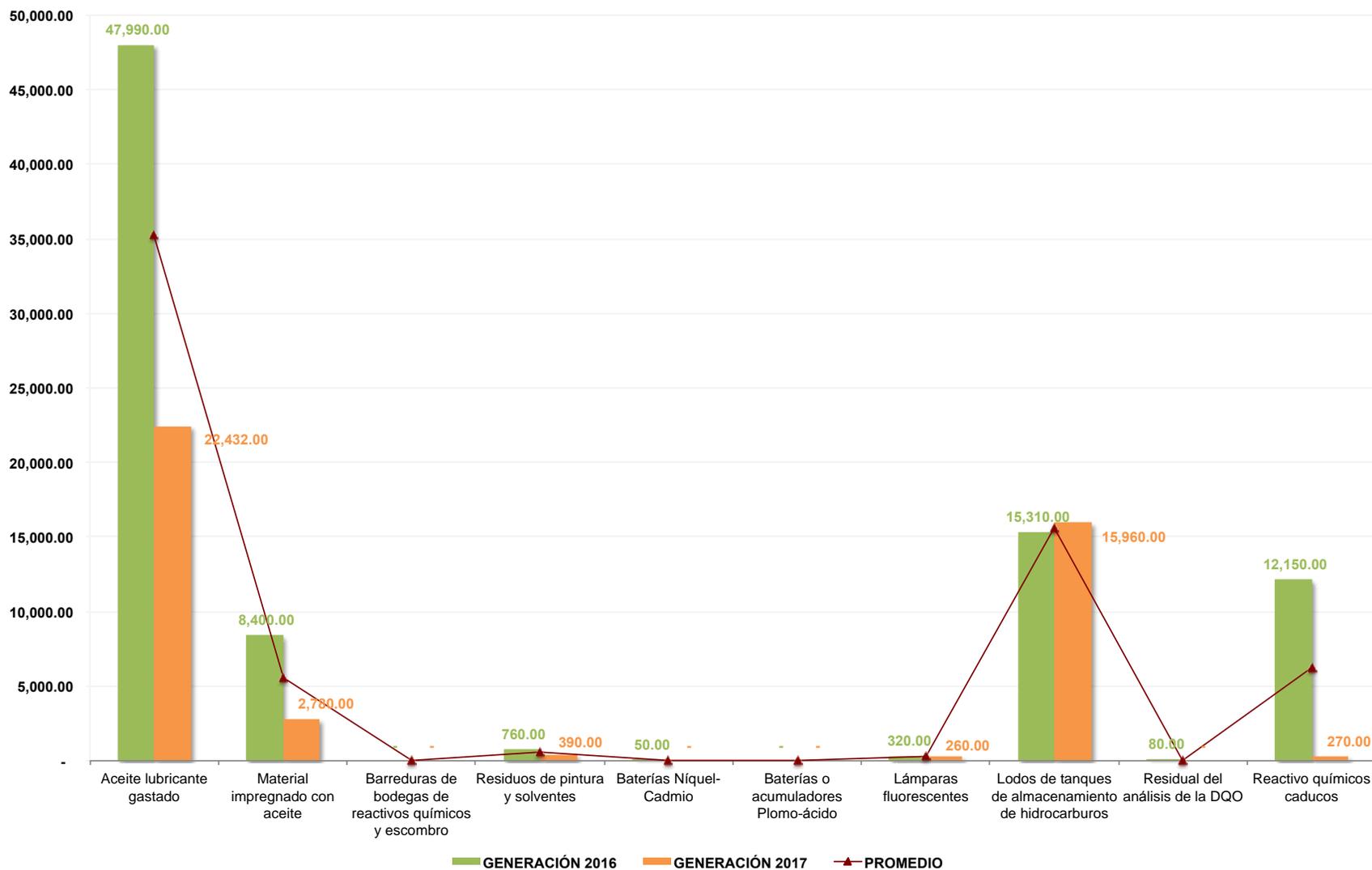


Figura I.4. Generación total anual de residuos peligrosos.

Fuente: Elaboración propia con base al Formato CPC-SCSIPA-FO-23 "Registro de generación y entrega de residuos".



II. DIAGNÓSTICO DEL MANEJO ACTUAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

II.1. INFRAESTRUCTURA.

II.1.1. Personal involucrado en el manejo de residuos peligrosos.

Si bien la responsabilidad para el seguimiento y ejecución del presente PMRP recae en el titular de la Jefatura del Departamento de Protección Ambiental, es necesario que cada área generadora comparta responsabilidad en la generación de sus residuos, formando parte en la caracterización y determinación de los grupos de compatibilidad.

Actualmente, el número de personas que de manera directa están involucrados en el manejo de los residuos peligrosos es de aproximadamente 21 administrativos y 87 sindicalizados, junto con ellos algunos trabajadores eventuales o contratistas.

En la Tabla II.1 se presenta una matriz del personal que de manera directa tiene contacto con el manejo de residuos peligrosos por área y categoría de labores.

Tabla II.1. Matriz de personal relacionado con el manejo de los residuos peligrosos dentro de la instalación.

| Área | Categoría de labores | Residuos peligrosos | | | | | | | | | |
|------|---------------------------------|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| PTA | Operador de segunda | X | | | | | | | | | |
| | Ayudante de operador de segunda | X | | | | | | | | | |
| | Ayudante de operador de segunda | | | X | | | | | | | |
| TMT | Operador especialista | X | X | | | | | | | | |
| | Operador de segunda | X | X | | | | | | | | |
| | Ayudante de operador de segunda | X | X | | | | | | | | |
| | Bodeguero | X | | | | | | | | | |
| | Operador especialista | | | | X | | | | | | |
| | Operador de segunda | | | | X | | | | | | |
| | Ayudante de operador de segunda | | | | X | | | | | | |
| | Operador especialista | | | | | X | | X | | | |
| | Operador de primera | X | | | | X | | X | | | |
| | Operador de segunda | | | | | | | X | | | |
| | Bodeguero | | | | | | | X | | | |
| TRT | Cabo de combustión interna | X | | | | | X | | | | |
| | Operador de primera | X | X | | | | | | | | |
| | Operador de segunda | X | X | | | | | | | | |
| | Operador de segunda | X | X | | | | | | | | |



Tabla II.1. Matriz de personal relacionado con el manejo de los residuos peligrosos dentro de la instalación (Continuación).

| Área | Categoría de labores | Residuos peligrosos | | | | | | | | | |
|------|--|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | Bodeguero | X | | | | | | | | | |
| | Ayudante de operador especialista y de segunda | X | X | | | | | | | | |
| CTQ | Especialista B ingeniería | | | | | | | | | X | X |
| | Probador analítico de ecología | | | | | | | | | X | |
| | Probador analítico de cromatografía | X | | | | | | | | | |
| | Ayudante de muestreo | | | | | | | | | X | |
| SAX | Bombero C - Torrero | X | | | | | | | | | |
| | Bombero C - Pretratador | | | X | | | | | | | |
| MPI | Bombero C | X | | | | | | | | | |
| | Ayudante operador de segunda | X | | | | | | | | | |
| PAM | Especialista B ingeniería | | | | | | | | X | | |

Abreviaturas de las áreas: PTA: Plantas de Amoníaco – TMT: Taller de Mantenimiento – TRT: Transporte Terrestre – CTQ: Control Químico – SAX: Servicios auxiliares – MPI: Movimiento de Productos e Integración – PAM: Protección Ambiental.

Código numérico de los residuos peligrosos: (1) aceite lubricante, (2) material impregnado con aceite, (3) barraduras de bodegas reactivos, (4) pinturas y solventes, (5) baterías níquel-cadmio, (6) baterías y acumuladores de plomo-ácido, (7) lámparas fluorescentes, (8) lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburo, (9) residual análisis de DQO, y (10) reactivos químicos caducos.

Fuente: Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

II.1.2. Recipientes y contenedores de residuos peligrosos.

Las recomendaciones para los diferentes tipos de contenedores a utilizar en el envasado de residuos peligrosos se muestran en la Tabla II.2.

Tabla II.2. Recomendaciones del tipo de contenedores a utilizar en el envasado.

| Tipo de residuo | Contenedor recomendado |
|-----------------|---|
| Corrosivo | Contenedor de plástico |
| Reactivo | Contenedor metálico, si es necesario con recubrimiento interno |
| Tóxico | Contenedor metálico completamente hermético |
| Inflamable | Contenedor metálico que evite la acumulación de electricidad estática |

Si el residuo es sólido: Deberá ser depositado en contenedores.

Si el residuo es líquido: Los contenedores deberán estar cerrados y llenados al 85% de su capacidad.

Fuente: Extraído del Procedimiento CPC-SCSIPA-PG-09.

Actualmente, los residuos generados dentro de la instalación son compatibles al momento de su almacenamiento; sin embargo, en la Tabla II.3 se presentan las recomendaciones a considerar para la incompatibilidad de residuos, en caso de que se generen residuos adicionales y que se tenga la necesidad de ingresarlos al almacén temporal de residuos peligrosos.



Tabla II.3. Recomendaciones para el envasado de residuos peligrosos incompatibles cuando se generen otro tipos de residuos. Grupos de reactividad para residuos incompatibles.

| Grupo reactivo | Incompatibles con: |
|--------------------------|--|
| Ácidos no oxidantes | Alcalinos, cianuros y sulfuros, inflamables y combustibles |
| Alcalinos no oxidantes | Ácidos |
| Oxidantes ácidos | Reductores, inflamables y combustibles, alcalinos, cianuros y sulfuros |
| Oxidantes alcalinos | Reductores, inflamables y combustibles, alcalinos, cianuros y sulfuros |
| Reductores | Oxidantes ácidos y alcalinos, inflamables y combustibles |
| Cianuros y sulfuros | Ácidos, oxidantes ácidos y alcalinos |
| Inflamables combustibles | Ácidos, oxidantes ácidos y alcalinos |
| Reactivos al agua | Todos |

Fuente: Extraído del Procedimiento CPC-SCSIPA-PG-09.

En el Procedimiento CPC-SCSIPA-PG-09 “Procedimiento genérico para el manejo integral de los residuos generados en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque”, se establecen recomendaciones de identificación para los recipientes o tambores utilizados para el almacenamiento de los residuos peligrosos, como son: nombre del residuo, estado físico, composición, característica CRET1, equipo del que proviene, planta o departamento, fecha de generación del residuo, fecha de ingreso al almacén temporal de residuos peligrosos, y fecha de salida del almacén temporal de residuos peligrosos.

En la Figura II.1 y II.2 se pueden observar dos ejemplos de etiquetas de identificación de residuos peligrosos; asimismo, en la Figura II.3 se presenta el formato de etiqueta utilizado en las instalaciones del Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

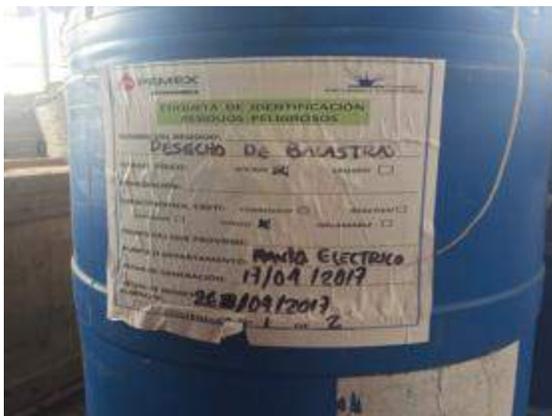


Figura II.1. Etiqueta de identificación de residuo de balastro.

Fuente: Complejo Petroquímico Cosoleacaque.



Figura II.2. Etiqueta de identificación de residuo del análisis de la DQO.

Fuente: Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

Para el caso del «aceite lubricante gastado» se debe contener en tambores de 200 litros, ya sean metálicos o de plástico, o en su defecto en totes de plástico de 1,000 litros rotulados con la leyenda “ACEITE LUBRICANTE GASTADO”, y debe almacenarse en el tanque de almacenamiento D-607.

**ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN
RESIDUOS PELIGROSOS**

NOMBRE DEL RESIDUO: _____

ESTADO FÍSICO: SÓLIDO LÍQUIDO

COMPOSICIÓN: _____

CARACTERÍSTICA CRET: CORROSIVO REACTIVO
 EXPLOSIVO TÓXICO INFLAMABLE

EQUIPO DEL QUE PROVIENE: _____

PLANTA O DEPARTAMENTO: _____

FECHA DE GENERACIÓN: _____

FECHA DE INGRESO AL ALMACEN: _____

FECHA DE RETIRO DEL ALMACEN: _____
(Cuando se entregue al prestador del servicio)

CONTENEDOR N° _____ DE _____

Figura II.3. Etiqueta de identificación para contenedores de residuos peligrosos
Fuente: Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

Por otra parte, el generador de los residuos peligrosos en su área debe verificar que el recipiente sea adecuado para el tipo de residuos peligrosos a disponer, no exceder al 80% de su capacidad, permanecer cerrados y rotulados para su pronta identificación antes de ser enviados para su almacenamiento temporal en el tanque de almacenamiento D-607 o bodega H según corresponda.

Los residuos peligrosos, una vez envasados, deben ser remitidos al área de transferencia de residuos peligrosos o al almacén temporal de residuos peligrosos donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses. De ser el caso, se deberá solicitar a la SEMARNAT la prórroga correspondiente.

II.1.3. Áreas de transferencia de residuos peligrosos.

Dentro del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, cada una de las áreas generadoras de residuos peligrosos cuentan con áreas de transferencia para los residuos que se generan, en las cuales se reciben los residuos peligrosos antes de ser transportados al almacén temporal de residuos peligrosos (bodega H) o tanque de almacenamiento D-607, según sea el caso.

Las áreas de transferencia en cada una de las áreas generadoras de residuos peligrosos de la instalación cuentan con la siguiente infraestructura (véase Figura II.4 y II.5):

- Muretes o sardinel de contención para derrames;
- Pisos con pendientes que conduzcan los derrames a los cárcamos de retención para su recolección y depósito en el recipiente respectivo;
- Señalamientos preventivos y de comunicación de riesgos: rombo (NOM-018-STPS-2000), carteles de equipo requerido de protección personal, letreros alusivos a la peligrosidad y ubicación de los residuos;
- Equipo fijo y/o móvil de contra incendio cerca del área de transferencia;
- Alumbrado cerca del área de transferencia;
- Pisos de concreto y juntas selladas (calafateadas);
- Contenedores suficientes para los diferentes tipos de residuos, en el área de transferencia, en donde cada área establecerá el número y tipo de contenedores necesarios, los cuales deben ser etiquetados con al menos la siguiente información: nombre del residuo, estado físico, composición, característica CRETl, equipo del que proviene, planta o departamento y fecha de generación del residuo, para que sean ingresados al almacenamiento temporal, y
- Área techada y con ventilación natural (abiertas).



Figura II.4. Área de transferencia de residuos peligrosos del área de Turbogeneradores.
Fuente: Complejo Petroquímico Cosoleacaque.



Figura II.5. Área de transferencia de residuos peligrosos del área de Movimiento de Productos.
Fuente: Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

Los mecanismos de control de supervisión de estas, se contemplan los siguientes requisitos:

- Los responsables de las diferentes áreas del Complejo, así como las compañías contratistas que derivado de sus actividades generan residuos peligrosos, deberán establecer por separado áreas de transferencia para residuos peligrosos en estado sólido y áreas de transferencia en estado líquido, respetando la incompatibilidad entre ellos. Asimismo, deben asegurarse de que los sitios de transferencia se encuentren delimitados y en condiciones adecuadas para evitar impactos al ambiente;

- Las áreas de transferencia de residuos peligrosos sean sólidos o líquidos, deben contar con área techada (libre de lluvia), estar despejadas y sin obstrucciones para que permita el libre tránsito del transporte recolector, mantener rotulada el área destinada a la transferencia de los residuos peligrosos, considerando la hoja de datos de seguridad, señalamientos preventivos y de comunicación de riesgos y carteles de quipo requerido de protección personal (ver Figura II.6);
- El trasiego de residuos peligrosos líquidos debe hacerse dentro del área de transferencia, para evitar manchas en las áreas adyacentes;
- El personal de pintura de mantenimiento civil son los encargados de rotular las áreas y los recipientes destinados a la recolección de los residuos peligrosos, previa solicitud del generador, con excepción de las compañías contratistas;
- Será responsabilidad del jefe de departamento, área o planta y del personal encargado de SSPA de la compañía contratista, asegurarse que el sitio destinado para la transferencia de residuos peligrosos se deba: mantener y observar ordenada y limpia, sin derrames ni manchas en el piso y que los recipientes no se encuentren fuera del área de transferencia, y
- Las áreas de transferencia de residuos peligrosos deben tener como máximo 10 contenedores para residuos peligrosos, contar con equipo fijo y/o móvil de contraincendios y alumbrado (ver Figura II.7).



Figura II.6. Área de transferencia de residuos peligrosos de la planta de amoníaco 7.
Fuente: Complejo Petroquímico Cosoleacaque.



Figura II.7. Área de transferencia de residuos peligrosos de Mantenimiento Civil.
Fuente: Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

Estos requisitos están plasmados en el procedimiento CPC-SCSIPA-PG-09 “*Procedimiento genérico para el control de las áreas de transferencia y almacenamiento temporal de materiales y residuos peligrosos en plantas de proceso, talleres y almacenes*”; el cual se da a conocer a personal tanto interno como externo, con la finalidad de cumplir con los lineamientos del presente plan de manejo.

El supervisor, encargado, mayordomo o la persona a cargo del área o departamento, así como el encargado de la Superintendencia de Seguridad y Protección al Ambiente de la compañía contratista, deben verificar de forma mensual que el lugar destinado para la transferencia de residuos peligrosos

se encuentre de acuerdo a lo indicado en el presente plan de manejo, así como en el procedimiento CPC-SCSIPA-PG-09, registrándolo en el Formato CPC-SCSIPA-FO-43 “*Revisión mensual de las áreas de transferencia de residuos peligrosos*”.

A continuación, en la Figura II.8, se representa de forma esquemática las áreas de transferencia destinadas en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque, así como la ubicación del almacén temporal de residuos peligrosos (bodega H) y el tanque de almacenamiento D-607.





Figura II.8. Ubicación de áreas de transferencia, almacén temporal de residuos peligrosos (bodega H y tanque de almacenamiento D-607) y rutas internas de manejo.

Fuente: Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

II.1.4. Transporte interno.

El generador de residuos en cada área del Complejo Petroquímico Cosoleacaque solicita mediante una orden de trabajo, apoyo del transporte interno, carga y descarga de los residuos peligrosos desde el área de transferencia hasta el almacén temporal de residuos peligrosos, debiéndose establecer los controles operacionales necesarios para la carga, acarreo y descarga. De no contar con unidades especializadas para el transporte de residuos peligrosos, el área designada podrá transportarlos en tambores con los controles operacionales correspondientes.

El Departamento de Mantenimiento Civil, es el responsable directo del transporte interno de los residuos peligrosos, para lo cual, establece los controles operacionales necesarios para la carga, acarreo y descarga en el almacén temporal de residuos peligrosos; y cuando el residuo es ingresado al almacén temporal de residuos peligrosos, éstos son registrados en la bitácora correspondiente.

En caso de que se presente una contingencia durante el trayecto del transporte interno de residuos peligrosos del área de transferencia hacia el almacén temporal de residuos peligrosos, se deberá dar aviso al teléfono de emergencias (444). De igual forma, el responsable de un derrame tiene la obligación de avisar inmediatamente al Departamento de Protección Ambiental para verificar y mitigar el impacto ambiental y de ser necesario notificarlo a las autoridades correspondientes. Cumpliendo así con lo estipulado en el Artículo 29 del RLGPGIR.

II.1.5. Almacén temporal de residuos peligrosos (bodega H y tanque de almacenamiento D-607).

El almacén temporal de residuos peligrosos cumple con lo estipulado en el Artículo 82 del RLGPGIR y está destinado para almacenar única y exclusivamente los residuos peligrosos (ver Figura II.9), con excepción de los aceites usados que son enviados al tanque de almacenamiento D-607 (Figura II.10).



Figura II.9. Bodega H.

Fuente: Complejo Petroquímico Cosoleacaque.



Figura II.10. Tanque de almacenamiento D-607.

Fuente: Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

Tanto la bodega H como el tanque de almacenamiento de aceite lubricante gastado D-607 están sujetos a su capacidad de almacenamiento que es de 50 toneladas y 150,000 litros respectivamente, y en ambos casos la capacidad máxima de almacenamiento no será superior al 80% de su capacidad. En el supuesto de que llegue a este límite, se informará oportunamente a los generadores y las áreas

involucradas en la gestión de la disposición para que se tomen las medidas necesarias para regularizar la situación; con la finalidad de no sobrepasar su capacidad en ningún momento.

Los residuos peligrosos que hayan sido almacenados en la bodega H como en el tanque de almacenamiento D-607, no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses. De ser el caso, se deberá solicitar a la SEMARNAT la prórroga correspondiente.

Para el control del almacén temporal de los residuos peligrosos se contemplan los siguientes requisitos:

- El encargado de la bodega H y el especialista de protección ambiental a cargo del tanque de almacenamiento D-607, son los responsables del cumplimiento del Procedimiento CPC-SCSIPA-PG-09;
- El almacén temporal de residuos peligrosos cuenta con cimientos y pisos de concreto, con muros, pretilas de contención o fosas de retención, además de estar provisto de piso con trincheras o canaletas que conduzcan los posibles derrames a las fosas de retención para su recolección. Cuenta con área techada (libre de lluvia), se mantiene rotulada el área donde se almacenan los residuos peligrosos considerando la hoja de datos de seguridad, señalamientos preventivos y de comunicación de riesgos, carteles de equipo requerido de protección personal. Está despejado y sin obstrucciones para que permita el libre tránsito del montacargas o transporte recolector. Cuenta con dispositivos de prevención contra incendios, con alumbrado y una altura máxima de las estibas que no excede los tres tambores en forma vertical, y área cerrada con ventilación natural suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos;
- Es responsabilidad de la Jefatura de Almacenes verificar que el recipiente donde se disponen los residuos peligrosos no exceda el 80% de su capacidad, permanecer cerrados y rotulados con el nombre del residuo, estado físico, composición, característica CRETl, equipo del que proviene, planta o departamento, fecha de generación y fecha de ingreso al almacén. Adicionalmente se debe verificar el correcto llenado del Formato 9 *“Solicitud de dictamen de no utilidad de bienes muebles”* y Formato 11 *“Dictamen de no utilidad”*.
- La Jefatura de Almacenes verificará que todos los residuos se almacenen por separado, evitando colocar residuos peligrosos incompatibles en el mismo sitio. Se debe verificar que las áreas de almacenamiento están claramente delimitadas.
- El encargado de la bodega H, del tanque de almacenamiento D-607 y de áreas operativas con casetas de reactivos, mantendrá en orden y limpieza las áreas de almacenamiento y casetas de reactivos, cumpliendo los requisitos establecidos en el procedimiento CPC-SCSIPA-PG-09, que establece una inspección mensual y que se cumpla con los puntos descritos anteriormente, lo que se mantendrá registro en el Formato CPC-SCSIPA-FO-44 *“Revisión mensual de almacén temporal de residuos peligrosos y/o sustancias químicas peligrosos en bodegas, casetas de reactivos de áreas operativas y tratamiento de agua y generación de vapor”*.



- Se deberá de respetar las recomendaciones para los diferentes tipos de contenedores a utilizar en el envasado de residuos peligrosos, así como los grupos de reactividad para residuos incompatibles que ingresen al almacén temporal de residuos peligrosos descritos en la Tabla II.2 y Tabla II.3, del presente documento.

Los requisitos anteriores, se encuentran especificados de igual forma en el procedimiento CPC-SCSIPA-PG-09 "Procedimiento genérico para el control de las áreas de transferencia y almacenamiento temporal de materiales y residuos peligrosos en plantas de proceso, talleres y almacenes".

II.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL MANEJO.

A continuación, en la Figura II.11 se presenta de forma esquemática el manejo de los residuos peligrosos que se generan dentro del Complejo Petroquímico Cosoleacaque desde la fuente de generación hasta el manejo integral *ex situ*.

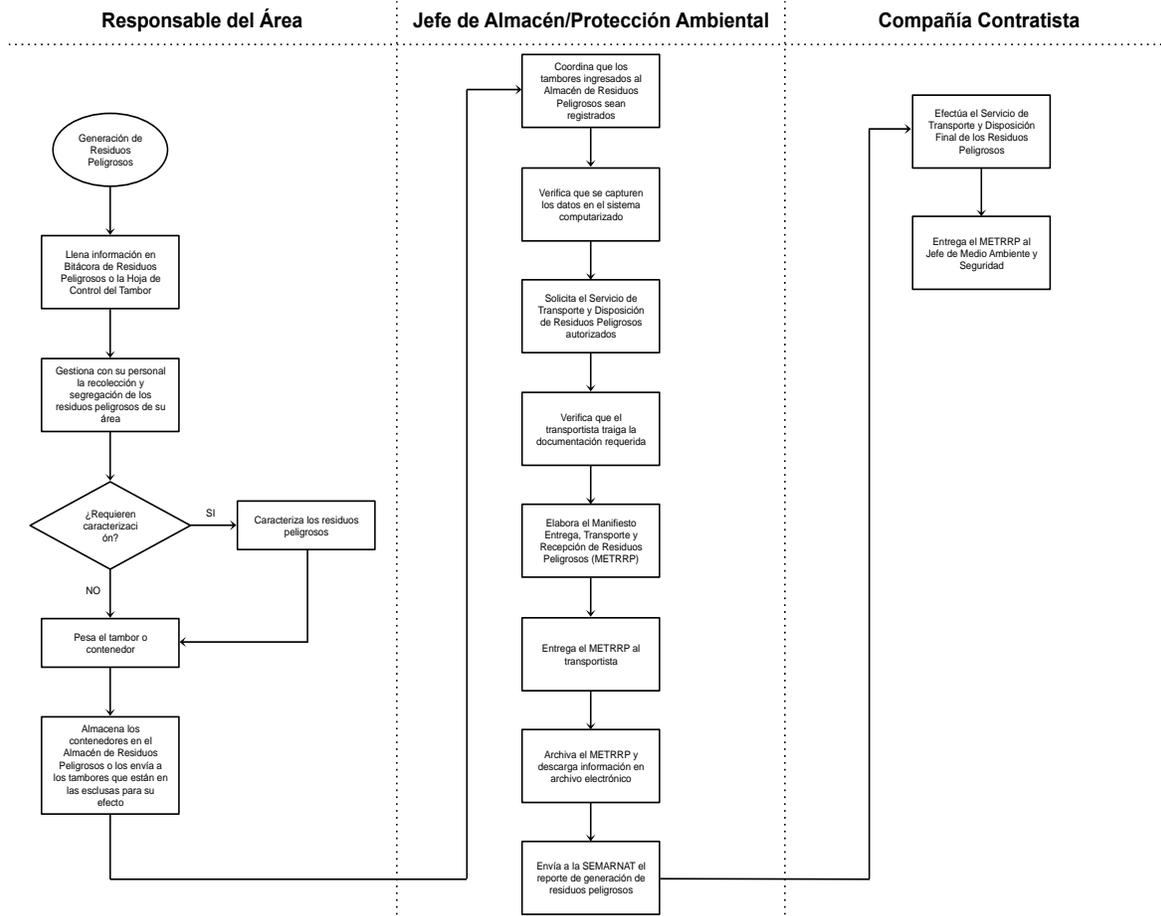


Figura II.11. Diagrama de flujo del manejo de los residuos peligrosos.
Fuente: Elaboración propia.

II.3. CONTROLES ADMINISTRATIVOS.

II.3.1. Registro como generador de residuos peligrosos.

De acuerdo con el Artículo 46 de la LGPGIR, todos los grandes generadores de residuos peligrosos están obligados a registrarse ante la SEMARNAT. Es así como el 2 de diciembre de 2002 mediante número de registro 300483511176802 el Complejo Petroquímico Cosoleacaque quedo registrado como generador de residuos peligrosos.

II.3.2. Bitácora del almacén temporal de residuos peligrosos.

Los movimientos de entrada y salida de residuos peligrosos del área de almacenamiento temporal deben registrarse en una bitácora que cumpla con lo estipulado en el Artículo 71 del RLGPGR. La bitácora de residuos peligrosos es un documento muy importante y debe estar en el almacén temporal de residuos peligrosos, bajo el resguardo permanente del responsable técnico de su llenado, no deberá ser alterada o modificada y se debe conservar en buen estado.

Los generadores de residuos peligrosos deben mantener un registro de generación y entrega de residuos en el Formato CPC-SCSIPA-FO-23 “Registro de generación y entrega de residuos” por cada tipo de residuo generado, registrando la cantidad en el día de su generación, enviando copia al Departamento de Protección Ambiental los primeros cinco días del mes siguiente. O la ausencia de generación de residuos peligrosos, en el mismo formato.

Cuando se trate de residuos que contengan lodos aceitosos y material impregnado con aceite o cualquier otro residuo peligroso que requiere enviarse a la bodega H, el generador elabora la “Solicitud de Dictamen de No Utilidad” en el Formato 9 y el “Formato de Dictamen de No Utilidad” en el Formato 11, tramitando previo a su envío a recepción para el almacenamiento en la bodega H.

En base a la “Solicitud de Dictamen de No Utilidad”-Formato 9 y el “Formato de Dictamen de No utilidad”-Formato 11 recibidas, la Jefatura de Almacenes será el responsable de llevar la bitácora de entradas y salidas del almacén temporal de residuos peligrosos en el Formato CPC-SCSIPA-FO-25 “Bitácora de entradas y salidas del almacén temporal de residuos peligrosos”, registro que consolidará de forma mensual.

Personal de la Jefatura de Almacenes elaborará de forma mensual el reporte de bitácora de residuos peligrosos, enviándolo durante los primeros cinco días del mes siguiente al Departamento de Protección Ambiental, para su registro en el SISPA, a tratamiento *in situ* o salidas de los residuos peligrosos del almacén.

II.3.3. Manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos.

Los manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos validan la información sobre el destino de los residuos peligrosos que salen del Complejo Petroquímico Cosoleacaque. Proporciona información sobre las empresas que realizan la recolección y transportación de estos, como son: número de autorización, tipo de vehículo, placas del vehículo, nombre y firma del operador de la



unidad); asimismo cuenta con información de la(s) empresa(s) que realiza(n) la última actividad de manejo, como es: nombre de la empresa, número de autorización, tipo de tratamiento, nombre y firma del responsable).

II.3.4. Cédula de Operación Anual (COA).

La Jefatura de Protección Ambiental es la responsable de enviar a la SEMARNAT dentro de la COA la información del manejo de los residuos peligrosos durante el año inmediato anterior, conforme se establece en el Artículo Sexto transitorio del Decreto por el que se expide el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (RLGEEPA) en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

II.3.5. Procedimientos genéricos internos.

Además de los controles administrativos mencionados anteriormente, en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque se han implementado una serie de procedimientos genéricos, los cuales están relacionados al manejo interno de residuos peligrosos:

- CPC-SCSIPA-PG-12. *“Procedimiento genérico para el manejo integral de los residuos generados en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque”*. Asegura el manejo, tratamiento y disposición de los residuos generados por las actividades administrativas, de producción, mantenimiento y servicios, se lleven a cabo minimizando los impactos ambientales y cumplimiento con la legislación aplicable.
- CPC-SCSIPA-PG-09. *“Procedimiento genérico para el control de las áreas de transferencia y almacenamiento temporal de materiales y residuos peligrosos en plantas de proceso, talleres y almacenes”*. Establece los mecanismos para el desarrollo adecuado de las actividades de recolección y almacenamiento temporal de los materiales y residuos peligrosos, para controlar y prevenir su potencial impacto al medio ambiente.
- CPC-SCSIPA-FO-24. *“Lista maestra de generación de residuos”*. Establece de manera simplificada todos los residuos que se generan en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque, brindando información compilada de aplicación y consulta para toda la organización.

II.4. ASIGNACIÓN DE RECURSOS.

Derivado del gasto histórico realizado a través de los últimos servicios de recolección y manejo de los residuos peligrosos, el Complejo Petroquímico Cosoleacaque en el año 2017 asignó un monto mínimo de \$61,280 y un monto máximo de \$153,200 para el manejo integral de residuos peligrosos y de manejo especial del Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

La inversión mencionada no incluía la adquisición de insumos, mantenimiento de las diferentes áreas destinadas al manejo de residuos, únicamente el pago de proveedores encargados de la recolección, transporte, almacenamiento y acopio, tratamiento e incineración de residuos peligrosos (según corresponda).



II.5. DESTINOS O FORMAS DE MANEJO (PRESTADORES DE SERVICIO, TRATAMIENTOS, ENTRE OTROS).

El manejo adecuado de los residuos peligrosos comprende actividades encaminadas a la reducción, separación, reutilización, reciclaje, recolección y transporte, acopio, y almacenamiento, coprocesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico y en el último de los casos su disposición final o confinamiento.

En este capítulo se hace mención de cada una de las actividades que se realizan o pretenden realizar en futuro al interior de las instalaciones para cumplir con un manejo integral y adecuado de los residuos peligrosos.

II.5.1. Reducción en la fuente y separación.

A través del tiempo se ha determinado que, para lograr una reducción en la generación de los residuos peligrosos, tenemos que realizar el análisis de las materias primas utilizadas, los procesos productivos y las tecnologías aplicadas en el centro de trabajo. De la misma forma, cuando no existe manera de reducir en la fuente (como es el caso del Complejo Petroquímico Cosoleacaque), se pueden emplear buenas prácticas de operación y separación de residuos; esto con el fin de no incrementar los volúmenes de generación.

Todas las estrategias propuestas deben ser viables en términos técnicos, económicos y ambientales, así como las etapas y necesidades para la programación, implementación y operación del plan de manejo.

En el Complejo Petroquímico Cosoleacaque; se establecieron procedimientos para el manejo de residuos peligrosos (CPC-SCSIPA-PG-09 "*Procedimiento genérico para el control de las áreas de transferencia y almacenamiento temporal de materiales y residuos peligrosos en las plantas de proceso, talleres y almacenes*"; y el CPC-SCSIPA-PG-12 "*Procedimiento genérico para el manejo integral de los residuos generados en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque*"), los cuales contemplan las medidas orientadas a la prevención y/o minimización de los residuos generados por la operación o accidentales, y se caracterizan por no requerir grandes cambios técnicos, ni interferir en el proceso productivo, como por ejemplo para los reactivos químicos, pinturas y solventes, se pueden aplicar las siguientes medidas:

- Comprar la cantidad de insumos o materiales estrictamente necesaria para cada etapa de producción, evitando que sobren materiales o que se caduquen;
- Reducir el número de envases parcialmente llenos, y
- Utilizar los insumos o materiales más antiguos dentro del almacenamiento.



Las buenas prácticas son sobre todo aplicables a la manipulación y la gestión de residuos peligrosos; por ejemplo: los bidones de 1,000 litros o tótem utilizados para el suministro de aceite, cuando se vacían no se convierten en residuos peligrosos, ya que se regresan al proveedor para su reuso y posterior relleno.

II.5.2. Recolección y transporte de residuos peligrosos.

La recolección y transporte de los residuos peligrosos se realiza con todas las precauciones necesarias, a fin de disminuir riesgos, accidentes, fugas o derrames que puedan afectar la salud del personal involucrado o el medio ambiente. Para lograr este objetivo, dentro de la instalación se tiene implementado el Procedimiento CPC-SCSIPA-PG-12. *“Procedimiento genérico para el manejo integral de los residuos generados en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque”*. Asimismo, a través del manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos se conoce la trazabilidad de los residuos recolectados.

El responsable (Jefe de Protección Ambiental o quien en su caso desempeñe las funciones del cargo) debe conocer y validar la siguiente información del transportista: número de autorización y que ésta se encuentre vigente durante la permanencia del contrato, que la autorización coincida con los tipos de residuos a recolectar, tipo de vehículo, placas, licencia, tarjeta de circulación, y nombre y firma del operador.

Posteriormente la empresa encargada de la recolección y transportación debe entregar los residuos al responsable del lugar en donde se realizará el reuso, reciclaje, tratamiento, coprocesamiento y/o disposición final de los residuos.

De igual forma que, con el transportista, el responsable debe verificar que los datos de los residuos peligrosos que ingresan al sitio y la información de la empresa que realiza la última actividad de manejo al momento de la entrega para reuso, reciclaje, tratamiento, coprocesamiento y/o disposición final, tenga la información siguiente: número de autorización vigente, que la autorización coincida con los tipos de residuos para reuso, reciclaje, tratamiento, coprocesamiento y/o disposición final, y que el manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos cuente con el nombre y firma del responsable que recibe, y sello de recepción.

Si los residuos llegan a sitios de acopio y almacenamiento, el transportista debe informar al generador el nombre de la empresa encargada del acopio y almacenamiento y número de autorización, y posteriormente los datos del segundo transportista (al igual que fue con el primero), con la finalidad de no perder trazabilidad de los residuos peligrosos. Una vez concluido este proceso, el manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos original que llegue al lugar de tratamiento o disposición final, deberá ser remitido al generador de manera inmediata.

Si transcurrido 60 días naturales, contados a partir de la fecha en que el proveedor de la recolección reciba los residuos, no le devuelve al generador el original del manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos debidamente firmado por el destinatario, el generador deberá informar a la SEMARNAT.



II.5.3. Acopio y almacenamiento.

El acopio y almacenamiento de residuos peligrosos es la acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo en áreas que cumplen con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables, en tanto se procesan para su aprovechamiento o se realizan movimientos de los residuos, con el fin de conformar embarques que sean económicamente factibles de enviar a empresas de reciclaje, coprocesamiento, tratamiento o disposición final autorizadas. El objetivo principal del acopio y el almacenamiento es manejar de manera segura los residuos peligrosos, evitando así su liberación y posibles daños al ambiente o a la salud de la población.

II.5.4. Reutilización.

Esta actividad es muy importante en el manejo integral de los residuos, toda vez que se valorizan los residuos peligrosos. En primer lugar, se identifican compuestos o propiedades que pueden ser de utilidad en cualquier proceso y, por otro lado, la reutilización de un residuo debe efectuarse sin que intervenga un proceso de transformación.

Es importante señalar que en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque los residuos peligrosos con potencial de reutilización son:

- Los bidones de 1,000 litros o tótem que son utilizados para el suministro de aceite, los cuales, cuando están vacíos no son manejados como residuos peligrosos, debido a que son regresados al proveedor que surte este insumo, para seguir siendo usados como contenedores de aceite, y
- En el caso de los tambores metálicos de 200 litros que contuvieron aceite; son reusados para contener residuos similares y compatibles, y manejados como «material impregnado con aceite».

II.5.5. Reciclaje.

El reciclaje es la transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final. La restitución debe favorecer el ahorro de energía y el empleo de materias primas sin perjuicio para la salud o el medio ambiente; por ejemplo, el reciclaje energético de residuos peligrosos como grasas y aceites, solventes y otros materiales que poseen alto poder calorífico, los cuales se realizan al formular combustibles alternos que pueden ser utilizados en otros procesos productivos.

Al respecto de lo anterior, en específico para el Complejo Petroquímico Cosoleacaque, actualmente el aceite lubricante gastado es enviado al Complejo Petroquímico Morelos para ser usado como combustible alternativo; sin embargo, a través del presente plan de manejo, se considera también la opción de un manejo integral (*ex situ*) con proveedores autorizados por la SEMARNAT para este tipo de manejo.



II.5.6. Tratamiento biológico, químico, físico o térmico.

El tratamiento de los residuos peligrosos por medios físicos, químicos o biológicos está orientado a neutralizarlos, estabilizarlos y/o a reducir su volumen y peligrosidad. Un tratamiento cambia las características de los residuos peligrosos y puede reducir su volumen o su peligrosidad.

En el año 2016 y 2017 los residuos de «reactivos químicos caducos», «residuos de pintura y solventes», «material impregnado con aceite», «residual del análisis de DQO», «baterías níquel-cadmio» y «lámparas fluorescentes» generados en las instalaciones del Complejo Petroquímico Cosoleacaque fueron sometidos a un tratamiento térmico (incineración) por parte de la empresa Cleanmex, S.A. de C.V; en tanto los «lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos» fueron sometidos a un tratamiento de oxidación por la empresa Ambiental y Energía Racional, S.A. de C.V.

II.5.7. Coprocesamiento.

El coprocesamiento es la integración segura de residuos peligrosos como insumo de otro proceso productivo.

Cabe señalar que, en México, este proceso se aplica mayormente en la industria del cemento, mediante el uso de combustibles alternos y otros residuos que aportan poder calórico a los hornos. Por otra parte, algunos compuestos remanentes de la combustión son integrados al producto llamado "Clinker".

Esta actividad actualmente no se ha realizado para los residuos generados en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque; pero a través del presente plan de manejo, se considera también la opción de un manejo integral (*ex situ*) con proveedores autorizados por la SEMARNAT para este tipo de manejo.

III. ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS A MANEJAR EN EL PLAN DE MANEJO.

Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, coprocesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte o disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, serán adaptadas a las condiciones y necesidades de cada área de trabajo, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

III.1. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS CON POTENCIAL DE: MINIMIZACIÓN, VALORIZACIÓN, APROVECHAMIENTO, ENTRE OTROS.

Siendo uno de los propósitos del PMRP, minimizar, valorizar y aprovechar la generación de residuos peligrosos, las políticas que a continuación se citan deberán ser implementadas, con lo cual se reducirá sensiblemente el volumen de dichos residuos, con el consecuente ahorro económico. Para facilitar estas prácticas es indispensable que cada sustancia peligrosa que se adquiera cuente con la hoja de datos de seguridad, en idioma español y acorde a la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, para así saber su potencial de valorización o aprovechamiento.

III.1.1. Residuos con potencial de minimización.

La minimización tiene como objeto establecer el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos, a conseguir su reducción en la fuente, o la reducción de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos. Es así que, de acuerdo a la clasificación e inventario de residuos peligrosos en el centro de trabajo, se puede expresar que todos y cada uno de los residuos peligrosos generados tienen la posibilidad de minimizar su generación.

Como ya se mencionó en el Capítulo II.5.1, a través del tiempo se ha determinado que, para lograr una reducción en la generación de los residuos peligrosos, se tiene que realizar el análisis de las materias primas utilizadas, los procesos productivos y las tecnologías aplicadas en el centro de trabajo. De la misma forma, cuando no existe manera de reducir en la fuente (como es el caso del Complejo Petroquímico Cosoleacaque), se pueden emplear buenas prácticas de operación y separación de residuos; esto con el fin de no incrementar los volúmenes de generación.

III.1.2. Residuos con potencial de valorización.

Partiendo de la definición de valorización descrita en la LGPGIR, que la define como el principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica.

En el Complejo Petroquímico Cosoleacaque, los residuos peligrosos que tienen el potencial de valorización son: «aceite lubricante usado», «material impregnado con aceite» y los «lodos de tanques



de almacenamiento de hidrocarburos»; los cuales pueden utilizarse como parte del combustible alternativo, a través de tratamiento *ex situ* con empresas autorizadas para este tipo de manejo.

Este tipo de manejo no se realiza dentro de las instalaciones del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, pero está considerado el manejo integral *ex situ*, con empresas autorizadas por la SEMARNAT para este tipo de manejo.

III.1.3. Residuos con potencial de aprovechamiento.

En el caso de residuos con potencial de aprovechamiento dentro del Complejo Petroquímico Cosoleacaque se tienen, los siguientes:

- Los residuos de «pinturas y solventes» que tienen el potencial de ser aprovechados en el proceso de generación de calor;
- Los residuos como «aceite lubricante gastado», el «material impregnado con aceite», los «lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos» y algunos ácidos cuentan con el potencial de aprovecharse como combustibles alternos, y
- Las «baterías y/o acumuladores plomo-ácido», también tienen el potencial de ser remanufacturadas a través de un proceso de reciclaje para incorporarlas nuevamente al mercado como baterías y/o acumuladores nuevos. Por ejemplo, el plomo recuperado se utiliza con frecuencia en el componente de plomo de unidades nuevas, el plástico recuperado puede emplearse para fabricar carcasas de batería, mientras que el que no puede separarse de los componentes de plomo se utiliza a veces como complemento del combustible en las operaciones de reducción y refinación de plomo.

Este tipo de manejo no se realiza dentro de las instalaciones del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, pero está considerado el manejo integral *ex situ*, con empresas autorizadas por la SEMARNAT para este tipo de manejo.

III.2. IDENTIFICACIÓN DE LA “RUTA DE MANEJO”.

Las rutas de manejo interno dentro del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, están representadas de forma esquemática en la Figura II.8; en esta figura se representan las rutas de manejo de las áreas de transferencia hacia el almacén temporal de residuos peligrosos (bodega H) y al tanque de almacenamiento D-607, así como de estas áreas de almacenamiento al límite del Complejo Petroquímico Cosoleacaque a la Carretera Costera del Golfo, punto a partir del cual será diferente la ruta de manejo, de acuerdo al lugar donde se le dará un reuso, reciclaje, tratamiento, coprocesamiento y/o disposición final al residuo peligroso, dependiendo de la empresa que haya resultado ganadora de la licitación.

Las rutas de manejo estarán fundamentadas con base a lo planteado en el Capítulo III.1: Identificación de residuos con potencial de: minimización, valorización, aprovechamiento, entre otros y cumpliendo con lo descrito en el Capítulo IV.2. Establecimiento de metas trazando la metodología a seguir para cada residuo peligroso.



Dichas rutas obedecen al tipo de valorización o tratamiento que merezca el residuo. Para cumplir con lo señalado, la empresa se dará a la tarea de seleccionar a alguno de los proveedores de los diferentes servicios que participen en la licitación, para después iniciar con el proceso de ejecución del manejo *ex situ* de los residuos peligrosos.

A la implementación del nuevo manejo de residuos peligrosos se le podrá dar seguimiento a través de los indicadores mencionados en el Capítulo IV.3. Identificación y asignación de indicadores de desempeño.

III.3. BÚSQUEDA DE CONTACTOS PARA LAS FORMAS DE MANEJO IDENTIFICADAS.

Los contactos para realizar y cumplir con las formas de manejo implementadas en el presente Plan de Manejo de Residuos Peligrosos pueden consultarse en el portal digital de la SEMARNAT: <http://www.semarnat.gob.mx/transparencia/transparencia-focalizada/residuos/empresas-autorizadas-para-el-manejo-de-residuos>. En ellas se presenta un listado de empresas prestadoras de servicio de recolección y transporte, almacenamiento y acopio, reutilización, reciclaje, aprovechamiento, coprocesamiento y tratamiento de residuos peligrosos autorizadas por la SEMARNAT.

Corresponde a la Jefatura de Protección Ambiental del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, revisar que la empresa ganadora del proceso de licitación pública federal para la prestación del servicio de manejo integral de residuos peligrosos cumpla con los requerimientos legales establecidos por la SEMARNAT y la SCT.

IV. PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

En los siguientes apartados se describe el PMRP iniciando por las funciones que tiene el personal para su implantación y cumplimiento, el seguimiento por tipo de residuos a fin de garantizar el cumplimiento del presente plan y el empleo de indicadores de desempeño cuantitativo y la capacitación que se requiere a fin de lograr el éxito de la implantación.

IV.1. ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES Y MANEJO ADMINISTRATIVO DEL PMRP.

A fin de ubicar la asignación de responsabilidades en el contexto de la organización del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, a continuación, en la Figura IV.1 se presenta su organigrama y las responsabilidades de los puestos con injerencia directa en el manejo administrativo del PMRP.

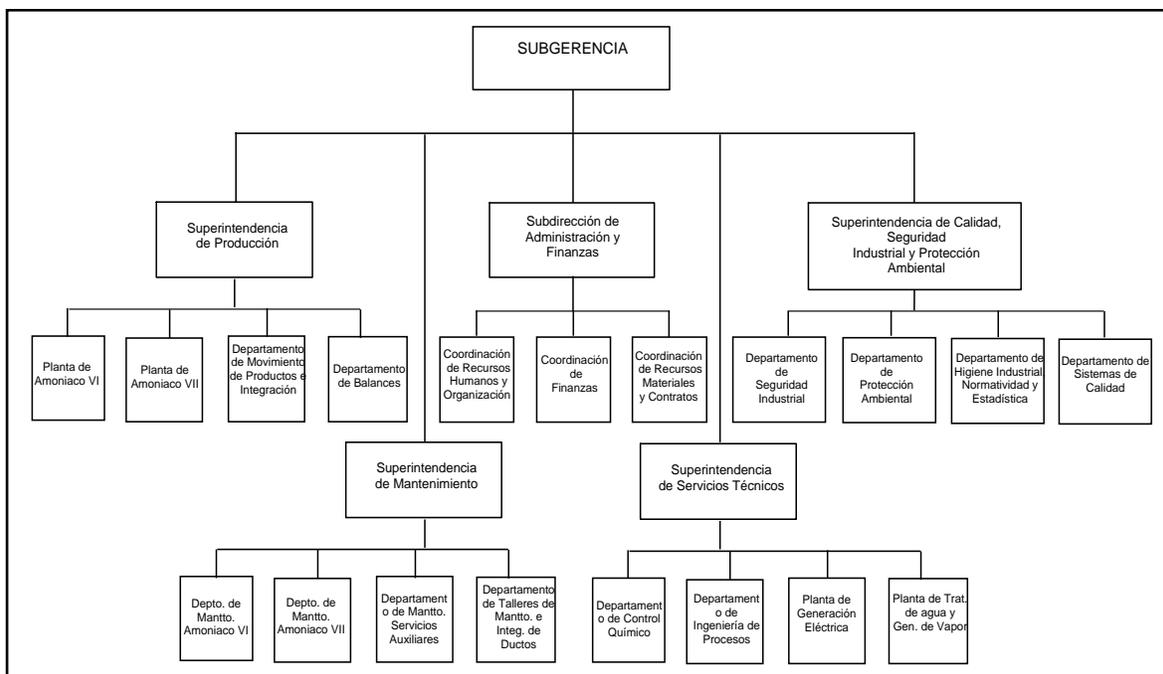


Figura IV.1. Organigrama del Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

Fuente: Manual de Organización del Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

IV.1.1. Subgerente del Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

- Coordinar la operación, el mantenimiento, los servicios auxiliares y técnicos de las diferentes plantas productivas que integran el centro de trabajo, asegurando su óptimo funcionamiento dentro de las máximas condiciones de calidad, seguridad industrial protección ambiental e higiene industrial;
- Emitir y proponer el programa del presupuesto anual de operación del centro de trabajo;
- Supervisar el cumplimiento de los programas de producción y distribución, detectar desviaciones y adoptar las medidas correctivas;

- Supervisar el balance de producción y consumo diario;
- Proponer y realizar los ajustes a los programas de producción y distribución de conformidad con los programas de comercialización del Organismo;
- Coordinar los programas del sistema de calidad para garantizar la calidad de insumos, procesos y productos, conforme a los estándares del centro de trabajo;
- Supervisar y dar seguimiento al programa de presupuesto de mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo y a planta parada del centro de trabajo;
- Autorizar los programas de trabajo de servicios auxiliares (vapor, energía, agua), integrar y consolidar la información referente a la compraventa de energía eléctrica y agua, para realizar los convenios con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA);
- Informar a la Subdirección de Operaciones de PEMEX Fertilizantes los avances relativos a los programas de producción y distribución de productos, así como, participar en el Comité de Dirección de PEMEX Fertilizantes;
- Aplicar, observar y difundir las disposiciones relativas a la seguridad industrial y protección ambiental en todas las instalaciones y procesos productivos;
- Coordinar la realización del mantenimiento preventivo y correctivo de las plantas e instalaciones industriales;
- Coordinar los proyectos que se generen como resultado de áreas de oportunidad para mejorar la eficiencia de las plantas productivas, y
- Atender los requerimientos de las entidades gubernamentales.

IV.1.2. Superintendente de Calidad, Seguridad Industrial y Protección Ambiental.

- Coordinar y participar en el cumplimiento de la seguridad y protección ambiental, y de la normatividad nacional e internacional, en materia de Calidad, Seguridad Industrial, Protección Ambiental e Higiene Industrial;
- Coordinar la elaboración de los programas de auditoria y dar seguimiento a los resultados y áreas de efectividad de estas, para asegurar la certificación y recertificación de las Normas ISO 9000 e ISO 14000;
- Hay que asegurar que se difundan las tendencias nacionales e internacionales y nuevas tecnologías en la materia, que permita la correcta aplicación de la seguridad, salud y protección ambiental;
- Supervisar que se aplique el marco normativo, sobre el funcionamiento y desempeño en materia de Calidad, Seguridad Industrial, Protección Ambiental e Higiene Industrial;



- Verificar que los proyectos de nuevas instalaciones del centro de trabajo cumplan con las normas y reglamentos establecidos;
- Promover la realización de estudios que permitan evaluar los sistemas ecológicos afectados por actividades productivas de la empresa y la aplicación de medidas para la restauración, mejoramiento y conservación de dichos sistemas;
- Proponer el presupuesto de operación en materia de Calidad, Seguridad Industrial, Protección Ambiental e Higiene Industrial, y
- Coordinar con las áreas operativas, seguridad física y militar la atención a emergencias, contingencias y siniestros que ocurran en el centro de trabajo.

IV.1.3. Jefe del Departamento de Protección Ambiental.

- Será responsable de supervisar, monitorear y evaluar todas las actividades encaminadas a la implementación del plan de manejo;
- Instruir, difundir y vigilar el cumplimiento de las políticas, normas y lineamientos nacionales e internacionales, en materia de protección ambiental;
- Realizar estudios para evaluar los sistemas ecológicos a través de estrategias de ecoeficiencia, afectados por actividades productivas del centro de trabajo y promover la aplicación de medidas para la restauración, mejoramiento y conservación de dichos sistemas;
- Atender e informar los programas y planes relacionados con los servicios ecológicos a la producción, así como los relativos a ISO-14000;
- Supervisar e informar la recuperación de corrientes potencialmente contaminantes y contribuir a la prevención de contaminación ambiental;
- Supervisar contratos de servicios especializados para la disposición final de los residuos sólidos generados en los procesos productivos y en los almacenes, así como para la inspección y prueba de drenajes de integración;
- Compilar y facilitar documentación en legislación y normatividad ambiental, estudios, proyectos, equipos, materiales, etc., relativos a recuperación de contaminantes, control de fugas y derrames a sistema de drenajes;
- Contribuir con el cumplimiento de disposiciones normativas y en la disminución de pasivos ecológicos y/o sanciones de la autoridad competente;
- Analizar e informar las causas de los accidentes ambientales, por derrames o fugas de líquidos y otros materiales potencialmente contaminantes, y
- Ejecutar e informar sobre subprogramas y planes relacionados con la gestión ambiental, las emisiones a la atmósfera, la difusión y concientización en protección ambiental y el rescate ecológico.



IV.1.4. Personal involucrado indirectamente.

- Cumplir estrictamente con todos los lineamientos establecidos en cada una de las secciones de este PMRP;
- Cumplir con las metas y objetivos establecidos en este PMRP, y
- Reportar a sus jefes inmediatos cualquier desviación que pueda tener impacto ambiental significativo sobre el cumplimiento de este PMRP.

IV.2. ESTABLECIMIENTO DE METAS TRAZANDO LA METODOLOGÍA A SEGUIR PARA CADA RESIDUO PELIGROSO.

De la lista maestra de residuos peligrosos, a continuación, en la Tabla IV.1 se muestra el extracto de la generación anual de residuos peligrosos que ha registrado el Complejo Petroquímico Cosoleacaque del año 2016 a 2017.

Tabla IV.1. Generación anual de residuos peligrosos de 2016 a 2017.

| Residuos peligrosos | Generación (kg) | |
|--|-------------------|------------------|
| | Total 2016-2017 | Promedio |
| Aceite lubricante gastado | 70,422.00 | 35,211.00 |
| Material impregnado con aceite | 11,180.00 | 5,590.00 |
| Barreduras de bodegas de reactivos químicos y escombros* | - | 50.00* |
| Residuos de pintura y solventes | 1,150.00 | 575.00 |
| Baterías níquel-cadmio*** | 50.00 | 25.00 |
| Baterías o acumuladores plomo-ácido** | - | 50.00** |
| Lámparas fluorescentes | 580.00 | 290.00 |
| Lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos | 31,270.00 | 15,635.00 |
| Residual del análisis de la DQO | 80.00 | 40.00 |
| Reactivo químico caduco | 12,420.00 | 6,210.00 |
| Total | 127,152.00 | 63,676.00 |

* En lo que respecta a los residuos de las «barreduras de bodegas de reactivos químicos y escombros» han sido dos años consecutivos que no se han generado; sin embargo, en caso de generarse se tienen registrados dentro del Registro como Generador de Residuos Peligrosos y se cuenta con los procedimientos necesarios para manejarlos como un residuo peligroso, por lo que, forman parte del presente plan de manejo y para ello se considera un valor promedio de generación en años anteriores de 50 kilogramos, ya que existe la posibilidad de generación.

** Las «baterías o acumuladores Plomo-ácido», forman parte del Registro como Generador de Residuos Peligrosos, durante dos años consecutivos no se ha generado este residuo peligroso; sin embargo, se considera un volumen de generación promedio en años anteriores de 50 kilogramos; por lo que existe la posibilidad de generación. Asimismo, una vez generados dentro del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, éstos son considerados como parte de un bien mueble y son manejados bajo los procedimientos internos de PEMEX Fertilizantes, bajo licitaciones públicas para su venta, previo establecimiento en las bases de contratación, que éstos residuos serán manejados conforme los requerimientos señalados en la LGPGIR, su Reglamento y la normatividad correspondiente; exigiendo al licitador que se cumpla con las autorizaciones respectivas para el transporte, reuso, reciclaje y/o tratamiento correspondiente. De igual forma, a través del presente plan, se manifiesta que se manejarán conforme a lo establecido en la LGPGIR, su reglamento y la normatividad correspondiente.

Fuente: Elaboración propia con base al Formato CPC-SCSIPA-FO-23 "Registro de generación y entrega de residuos.



Considerando las aclaraciones anteriores, se procederá a aplicar la siguiente metodología para determinar la Meta Anual de Reducción (MAR), utilizando el promedio de generación de residuos peligrosos durante el periodo de 2016 a 2017, y considerando la producción de amoníaco de 2017.

La metodología para la definición de la Meta Anual de Reducción (MAR) para el Complejo Petroquímico Cosoleacaque por tipo de residuo peligroso, inicia estableciendo el “Tiempo Cero (T0)” como se indica a continuación.

IV.2.1. T0 del Complejo Petroquímico Cosoleacaque (T0CPC).

1. Producción anual de amoníaco (en toneladas), bajo las condiciones de operación definidas en la COA del año 2017 y que se denominará $COA_{T0} = \text{valor } A_{T0}$ (toneladas).

La producción anual de amoníaco en el año 2017 fue de 499,673.00 toneladas.

$$COA_{T0} = 499,673.00 \text{ (toneladas)}$$

2. Generación anual de residuos peligrosos reportada (en toneladas), bajo las condiciones de operación definidas en la $COA_{T0} = \text{valor } B_{T0}$ se establece en la siguiente tabla:

Tabla IV.2. Generación anual de los RP que asumirá el valor B_{T0} por tipo de residuo.

| Residuo Peligroso | Promedio para MAR (kg) | Clave y valor B_{T0} Por tipo de residuo (t) |
|---|------------------------|---|
| Aceite lubricante gastado | 35,211.00 | ALG _{T0} = 35.211 |
| Material impregnado con aceite | 5,590.00 | MIA _{T0} = 5.590 |
| Barreduras de bodegas de reactivos químicos y escombros | 50.00* | BRQ _{T0} = 0.05 |
| Residuos de pintura y solventes | 575.00 | RPS _{T0} = 0.575 |
| Baterías níquel-cadmio | 25.00 | BNC _{T0} = 0.025 |
| Baterías o acumuladores plomo-ácido | 50.00** | BPA _{T0} = 0.050 |
| Lámparas fluorescentes | 290.00 | LF _{T0} = 0.290 |
| Lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos | 15,635.00 | LTA _{T0} = 15.635 |
| Residual del análisis de la DQO | 40.00 | DQO _{T0} = 0.040 |
| Reactivo químico caduco | 6,210.00 | RQC _{T0} = 6.210 |
| Total | 63,676.00 | 63.676 |

Fuente: Elaboración propia

3. Se divide la generación anual de cada uno de los residuos peligrosos entre la producción anual de amoníaco:

$$\text{valor } B_{T0} \text{ (tonelada)} / \text{valor } A_{T0} \text{ (tonelada)} = \text{valor } C_{T0} \text{ (tonelada)}.$$

$$63.676 \text{ (tonelada)} / 499,676.00 \text{ (tonelada)} = 0.0001274 \text{ tonelada o } 0.127 \text{ kilogramos.}$$



A continuación, se presenta el cálculo de C_{T0} (toneladas) para cada tipo de residuo:

Tabla IV.3. Cálculo del valor C_{T0} por tipo de residuo.

| Residuo Peligroso | Clave y valor C_{T0} Por tipo de residuo(t) |
|--|--|
| Aceite lubricante gastado | 7.04677 E-05 |
| Material impregnado con aceite | 1.11872 E-05 |
| Barreduras de bodegas de reactivos químicos y escombro | 1.00065 E-07 |
| Residuos de pintura y solventes | 1.15075 E-06 |
| Baterías níquel-cadmio | 5.00324 E-08 |
| Baterías o acumuladores plomo-ácido | 1.00065 E-07 |
| Lámparas fluorescentes | 5.80376 E-07 |
| Lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos | 3.12903 E-05 |
| Residual del análisis de la DQO | 8.00519 E-08 |
| Reactivo químico caduco | 1.24281 E-05 |
| Total | 0.000127435 |

Fuente: Elaboración propia.

- La interpretación de la operación anterior es: existe una relación entre la producción de 1 tonelada de amoníaco en que se genera el valor total de C_{T0} (tonelada) de residuos peligrosos igual a 0.0001274 toneladas o 0.127 kilogramos.

Lo anterior también se puede interpretar que existe una relación para una unidad de producción (expresada en unidades de tonelada) de una unidad de generación de los residuos peligrosos igual al valor C_{T0} (expresada en unidades de tonelada).

IV.2.2. MAR para cada uno de los residuos peligrosos.

- Se establecerá una MAR para los residuos peligrosos para el Complejo Petroquímico Cosoleacaque (MAR_{CPC}) que sea realista de alcanzar y expresada en tonelada y en %.
- Se emplearán los resultados obtenidos en el T0 de cada uno de los residuos peligrosos a fin de orientar y cuantificar el alcance del MAR_{CPC} .
- La MAR_{CPC} tendrá las siguientes expresiones:

$$MAR_{CPC} = \text{valor E (\%)} \text{ asignado y valor F (toneladas) calculado}$$

- Se establece la MAR_{CPC} bajo criterios de factibilidad técnica y operacional real del Complejo Petroquímico Cosoleacaque empleando los datos reportados en la COA_{T0} como guía de la operación real y el T0 de la tabla anterior para cada uno de los residuos peligrosos generados.
- El valor E (%) se asigna por el Complejo Petroquímico Cosoleacaque, y es de 1%.



10. El valor F (toneladas) se calcula conforme a lo siguiente:

$$(\text{valor E } \%) (\text{valor B}_{T0} \text{ toneladas}) / 100 = \text{valor F (toneladas)}$$

$$1\% (63.676) / 100 = 0.6368 \text{ toneladas}$$

11. Lo anterior significa que el Complejo Petroquímico Cosoleacaque se compromete a reducir la generación anual de los residuos peligrosos del siguiente año (T1) en el valor E % equivalente a valor F (tonelada) o del 1% equivalente a 0.6368 tonelada o 636.8 kilogramos.

Es necesario indicar que la MAR_{CPC} se encuentra diseñada en función a la producción de amoníaco obtenida en el T0 y si la producción del año siguiente o T1, aumenta o disminuye, se tiene que ponderar la MAR_{CPC} en forma proporcional, empleando para ello la proporción obtenida en el punto 4.

Tabla IV.4. Meta de Reducción Anual por tipo de residuo para el 2018.

| Residuo Peligroso | MAR por tipo de residuo(t) |
|---|-----------------------------|
| Aceite lubricante gastado | ALG _{T0} = 0.35211 |
| Material impregnado con aceite | MIA _{T0} = 0.0559 |
| Barreduras de bodegas de reactivos químicos y escombros | BRQ _{T0} = 0.0005 |
| Residuos de pintura y solventes | RPS _{T0} = 0.00575 |
| Baterías níquel-cadmio | BNC _{T0} = 0.00025 |
| Baterías o acumuladores plomo-ácido | BPA _{T0} = 0.00050 |
| Lámparas fluorescentes | LF _{T0} = 0.00290 |
| Lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos | LTA _{T0} = 0.15635 |
| Residual del análisis de la DQO | DQO _{T0} = 0.00040 |
| Reactivo químico caduco | RQC _{T0} = 0.621 |
| Total | 0.63676 |

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describirá el proceso para la obtención del éxito de cumplimiento de obtención para el nivel 1 (la totalidad del Complejo Petroquímico Cosoleacaque) y el nivel 2 (por unidad de producción).

IV.2.3. Nivel 1: indicador del éxito de cumplimiento en el “Tiempo 1 (T1)”.

1. El T0 es el punto base de comparación obtenido con los datos reportados en la COA_{T0} de ese año.
2. El T1 es el año siguiente al T0 y se requiere la COA_{T1}, bajo las condiciones de operación que ahí se definen.
3. De la COA_{T1} se obtiene lo siguiente:

$$\text{Producción total anual de Amoníaco (toneladas) del T1} = \text{valor G}_{T1} \text{ (toneladas).}$$



Generación anual de cada uno de los residuos peligrosos generados (toneladas) del T1 = $\text{valor } H_{T1}$ (toneladas).

4. Se divide la generación anual de cada uno de los residuos entre la producción anual:

$$\text{valor } H_{T1} \text{ (toneladas)} / \text{valor } G_{T1} \text{ (toneladas)} = \text{valor } I_{T1} \text{ (toneladas)}$$

5. La interpretación de la operación anterior es que para la producción de 1 tonelada de amoníaco se genera el $\text{valor } I_{T1}$ (toneladas) para cada uno de los residuos peligrosos.
6. El porcentaje de generación de cada uno de los residuos peligrosos para el 100% de la producción se calcula:

$$(\text{valor } I_{T1} \text{ toneladas}) (100) / \text{valor } G_{T1} \text{ toneladas} = \text{valor } J_{T1} \%$$

7. Se comparan los MAR_{CPC} en su $\text{valor } E \%$ con el $\text{valor } J_{T1} \%$ a fin de determinar si son iguales, mayores o menores.
8. Si el $\text{valor } E \%$ es igual o mayor al $\text{valor } J_{T1} \%$, significa que en el T1 existió una generación menor de cada uno de los residuos peligrosos en función de la producción total (real o ponderada) bajo las condiciones de operación normal.
9. El Complejo Petroquímico Cosoleacaque deberá determinar si las condiciones de operación son equivalentes y comparables entre el T0 y el T1 a fin de validar lo anterior y continuar al inciso 4.2.3.
10. En caso de no ser equivalentes ni comparables, no es posible evaluar el éxito de la MAR_{CPC} y se procederá a definir nuevamente el T0, conforme a lo ya establecido. Adicional a lo anterior deberá justificar los motivos por los que no se consideran condiciones equivalentes ni comparables a fin de dejar un sustento documental que lo justifique ante la autoridad competente.
11. Si el $\text{valor } E \%$ es menor al $\text{valor } J_{T1} \%$, significa que en el T1 existió una generación mayor para cada uno de los residuos peligrosos.
12. Se procederá a identificar el rango de cumplimiento y las acciones correctivas que aplican.

IV.2.4. Definición del rango de cumplimiento.

La MAR_{CPC} significa que se debe cumplir en su totalidad ya que cualquier incremento que se registre en la generación de cada uno de los residuos peligrosos en el T1, implica que se tiene que implantar acciones correctivas; para determinar el grado de cumplimiento o no del MAR_{CPC} (real o ponderada) se llevará a cabo lo siguiente:

13. Efectuar la resta entre el $\text{valor } F$ (toneladas) y el $\text{valor } I_{T1}$ (toneladas) a fin de determinar en cuanto se sobrepasó la generación para cada uno de los residuos peligrosos en relación a la MAR_{CPC} (real o ponderada).

$$\text{valor } F \text{ (toneladas)} - \text{valor } I_{T1} \text{ (toneladas)} = \text{valor } K_{T1} \text{ (toneladas)}$$



14. Se calcula el excedente de generación de cada uno de los residuos peligrosos empleando el valor absoluto del valor K_{T1} (toneladas), (es decir que se convierte el signo negativo en positivo) y se aplica lo siguiente:

$$\frac{\text{valor } K_{T1} \text{ (toneladas)} (100)}{\text{valor } F \text{ (toneladas)}} = \text{valor } L$$
$$\text{valor } L - 100 = \text{valor } M \%$$

15. Si la generación de cada uno de los residuos peligrosos en T1 es igual o superior al valor que se obtiene de multiplicar el valor F (toneladas) por dos, significa que en T1 no se aplicó ninguna de las medidas para la minimización de cada uno de los residuos peligrosos y se asigna un valor de 0% en la escala del rango de cumplimiento.

IV.2.5. Escala del rango de éxito de cumplimiento.

El valor M % se ubica en el rango de cumplimiento que le corresponde conforme a la siguiente escala:

- 90 % al 100% = Cumplimiento total de la MAR_{CPC} y no aplican acciones correctivas;
- 70% – 89% = Cumplimiento de la MAR_{CPC} “Aceptable”;
- 50% – 69% = Cumplimiento de la MAR_{CPC} “Medio”;
- 30% - 49% = Cumplimiento de la MAR_{CPC} “Bajo”, y
- 0% - 29% = Cumplimiento de la MAR_{CPC} “Nulo o Sin Cumplimiento”.

IV.2.6. Acciones que implantar.

Cumplimiento total de la MAR_{CPC} : Registrar las variables de estado que funcionaron durante la operación, producción, mantenimiento, normatividad interna, selección y contratación de proveedores de insumos y servicios, a fin de continuarlas para el siguiente año.

Cumplimiento de la MAR_{CPC} “Aceptable”: Identificar una variable de estado que puedan ser modificada a fin optimizar la operación, producción, mantenimiento, normatividad interna, selección y contratación de proveedores de insumos y servicios.

Cumplimiento de la MAR_{CPC} “Medio”: Identificar dos variables de estado que puedan ser modificadas a fin optimizar la operación, producción, mantenimiento, normatividad interna y selección de proveedores de insumos y servicios.

Cumplimiento de la MAR_{CPC} “Bajo”: Identificar una variable de estado para la operación, para el mantenimiento, para la normatividad interna y para la selección de proveedores de insumos y servicios, que puedan ser modificados.

Se procederá a evaluar los indicadores de desempeño por planta de producción, servicios auxiliares y planta eléctrica, siguiendo lo establecido desde el inicio del apartado IV.3.1 a fin de identificar las desviaciones en la MAR.



Cumplimiento de la MAR_{CPC} “Nulo o Sin Cumplimiento”: Identificar la totalidad de las variables de estado que intervinieron en el CPC a fin de realizar su evaluación crítica y plantear opciones reales de modificación.

Se procederá a evaluar los indicadores de desempeño por planta de producción, servicios auxiliares y planta eléctrica, siguiendo lo establecido desde el inicio de este apartado, para cada uno de ellos en forma individual a fin de identificar las desviaciones en la MAR_{CPC}.

IV.3. IDENTIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE INDICADORES DE DESEMPEÑO.

Se emplearán los registros que permiten cuantificar los residuos peligrosos que se generan, por tipo de residuo y proceso productivo, con el objeto de cuantificar y calificar el Indicador de Desempeño Ambiental (IDA). El IDA será empleado para establecer metas a largo, mediano y corto plazos, con el objeto de identificar áreas de oportunidad, desviaciones en los procedimientos establecidos e implantar las acciones correctivas a que haya lugar, a fin de dar cumplimiento a las metas anuales establecidas en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

La cuantificación y evaluación de los indicadores ambientales será anual, toda vez que se empleará como fuente de información la COA entregada y validada por la autoridad competente, así como los datos de producción anual de amoníaco del Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

El IDA, estará basado en las MAR, calculada de acuerdo con la metodología descrita en el apartado IV.2.1. Sólo para el caso de identificación de desviaciones en la MAR, se procederá al análisis por cada unidad de producción: plantas de producción de amoníaco, servicios auxiliares y planta eléctrica.

Se contará con una escala del rango de éxito de cumplimiento de la MAR a fin de identificar las opciones de acciones correctivas a implantar, el cual está descrito en el apartado IV.2.5.

Como la evaluación del éxito de cumplimiento es la comparación en dos unidades de tiempo, se partirá del establecimiento del “Tiempo Cero (T0)”, tal y como lo establece la MAR.

IV.3.1. Indicadores de desempeño por planta de producción, servicios auxiliares y planta eléctrica.

Los indicadores de desempeño serán anuales, por planta de producción, servicios auxiliares y planta eléctrica; siguiendo la metodología ya establecida a partir del apartado IV.2.1.

Las fuentes de información podrán ser: COA_{T1}, el registro de generación CPC-SCSIPA-F0-23, la lista maestra CPC-SCSIPA-F0-24.

Los datos y claves que emplear son:

- Planta de amoníaco 5 (PA5_{T1}) = Producción total de amoníaco (toneladas) y generación de los residuos peligrosos (toneladas);
- Planta de amoníaco 6 (PA 6_{T1}) = Producción total de amoníaco (toneladas) y generación de los residuos peligrosos (toneladas);

- Servicios auxiliares (SA_{T1}) = Litros de agua consumida o litros de gas natural y generación de los residuos peligrosos (toneladas), y
- Planta eléctrica (PE_{T1}) = kWh/toneladas y generación de los residuos peligrosos (toneladas).
- La MAR_{CPC} y su ponderación permanecen sin cambio.

Si una o varias de las unidades evaluadas tienen un cumplimiento “Nulo o Sin Cumplimiento” se procederá a realizar una auditoría interna de cumplimiento a fin de identificar áreas de oportunidad y generar un plan de corrección, con su respectivo cronograma de aplicación.



V. CONCLUSIONES Y REOMENDACIONES.

Una vez desarrollado cada uno de los capítulos del presente trabajo de titulación y con base a los resultados obtenidos, a continuación, se presentan las siguientes conclusiones:

- Se elaboró el PMRP del Complejo Petroquímico Cosoleacaque de acuerdo con la legislación federal en materia de residuos peligrosos, así como los procedimientos, normativas y lineamientos de PEMEX;
- Se realizó el diagnóstico de la situación actual sobre el manejo de los residuos peligrosos, proporcionando la siguiente información sobre la caracterización, volúmenes y puntos de generación:
 - Se generan residuos peligrosos (con las siguientes características de peligrosidad): aceite lubricante gastado (I y T), material impregnado con aceite (T), barreduras de bodegas de reactivos químicos y escombros (T), residuos de pintura y solventes (T), baterías níquel-cadmio (I y T), baterías o acumuladores plomo-ácido (C y T), lámparas fluorescentes (T), lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos (T), residual del análisis de la DQO (C) y reactivo químico caduco (C);
 - En 2016 y 2017 se generó un total de 127,152 kilogramos de residuos peligrosos, de los cuales el 55.38% corresponde a residuos de aceite lubricante gastado, 24.59% a lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos, 9.77% a reactivo químico caduco, 8.79% de material impregnado con aceite y el resto en menor cantidad, y
 - Las principales áreas de generación son, el almacén de insumos, almacén de reactivos químicos, laboratorio de control químico, plantas de amoníaco, planta de generación de energía eléctrica, área de tratamiento de agua y generación de vapor, talleres de mantenimiento, tanque de almacenamiento D-607, cárcamo de bombeo D-607, y fosa de la planta de generación eléctrica;
- Se logró describir la infraestructura actual existente, el diagrama de flujo de manejo, así como los controles administrativos; por lo tanto, en este objetivo concluimos que:
 - La instalación cuenta con infraestructura suficiente y en condiciones óptimas, así como controles administrativos que permiten un manejo interno adecuado de los residuos peligrosos. Para el manejo externo, existe relación con empresas autorizadas por la SEMARNAT para la recolección y transporte, almacenamiento y acopio, tratamiento e incineración de los residuos peligrosos generados.
- Se identificó que cada uno de los residuos peligrosos generados poseen el potencial de minimización, en tanto, los residuos de aceite lubricante gastado, lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos, reactivo químico caduco y material impregnado con aceite son los que cuentan con mayor potencial de valorización y aprovechamiento, y



- Derivado de la elaboración del presente PMRP se implementará un sistema de buenas prácticas a través de los procedimientos internos y genéricos, así como la implementación de cursos de capacitación y campañas de concientización al interior de la instalación.

Por último, se recomienda que instalaciones similares realicen esfuerzos para realizar y registrar sus planes de manejo de residuos generados o adherirse a PMRP previamente autorizados.



VI. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA.

Para los efectos de este Plan de Manejo de Residuos Peligrosos se consideran las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y sus reglamentos correspondientes, así como la terminología contenida en las disposiciones emitidas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) e internas de Petróleos Mexicanos (PEMEX), y son las siguientes:

Acopio: Acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo, antes de ser valorizados, tratados o trasladados a su disposición final.

Almacenamiento de residuos peligrosos: Acción de retener temporalmente los residuos peligrosos en áreas que cumplen con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se les aplica un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos.

Aprovechamiento: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante: reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o energía.

Áreas de transferencia de los residuos: Son aquellas áreas en las cuales se almacenarán los residuos peligrosos que se generen en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque, únicamente mientras se efectúa la actividad que está generando el residuo, y que por cuestiones de productividad en el trabajo, no es práctico enviarlos al almacén temporal de residuos peligrosos; por lo que son zonas de tiempo limitado de donde serán transportados al almacén temporal de residuos peligrosos para su envío a reuso, reciclaje, tratamiento y/o disposición final.

Cédula de Operación Anual (COA): Instrumento de reporte y recopilación de información de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos empleado para la actualización de la base de datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

Centro de acopio: Instalación de servicio que tiene por objeto resguardar temporalmente y bajo ciertas condiciones a los residuos peligrosos biológico-infecciosos para su envío a instalaciones autorizadas para su tratamiento o disposición final.

Compatibilidad: Se entiende por compatibilidad la factibilidad de transportar en la misma unidad vehicular al mismo tiempo, diferentes sustancias, materiales o residuos considerados como peligrosos, sin que representen riesgo por una posible reacción accidental.

Coprociamiento: Integración ambientalmente segura de los residuos generados por una industria o fuente conocida, como insumo a otro proceso productivo.

Corrosividad: Residuos que en estado sólido, líquido o gaseoso que causan destrucción o alteraciones irreversibles en el tejido vivo por acción química en el sitio de contacto.



CRETIB: El acrónimo de clasificación de las características a identificar en los residuos peligrosos y que significa: CORROSIVO, REACTIVO, EXPLOSIVO, TÓXICO, INFLAMABLE y BIOLÓGICO-INFECCIOSO.

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

Envase: Uno o más recipientes y todos los demás elementos o materiales necesarios para que el o los recipientes puedan desempeñar su función de contención y demás funciones de seguridad, durante su almacenamiento y transporte, hasta el tratamiento y/o destino final.

Equipo de Protección Personal: Conjunto de elementos y dispositivos, diseñados específicamente para proteger al trabajador contra accidentes y enfermedades que pudieran ser causados por agentes o factores generados con motivo de sus actividades de trabajo y de la atención de emergencias. En caso de que en el análisis de riesgo se establezca la necesidad de utilizar ropa de trabajo con características de protección, ésta será considerada equipo de protección personal.

Etiqueta: El conjunto de elementos escritos y gráficos, relativos a la información de una sustancia química peligrosa o mezcla, la cual puede estar marcada, impresa, pintada o adherida en los contenedores o envases móviles de dichas sustancias químicas.

Explosividad: Residuos que en estado sólido, líquido o gaseoso que, por un incremento de temperatura o presión sobre una porción de su masa, reaccionan repentinamente, generando altas temperaturas y presiones sobre el medio ambiente circundante.

Fuente específica: Las actividades que generan residuos peligrosos y que están definidas por giro o proceso industrial.

Generación: Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

Generador: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

Gran generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Hoja de datos de seguridad: Es la información sobre las condiciones de seguridad e higiene necesarias, relativa a las sustancias químicas peligrosas, que sirve como base para programas escritos de comunicación de peligros y riesgos en la instalación.

Identificación: La representación gráfica que proporciona información de seguridad y salud, que figura en la señalización o en la Hoja de Datos de Seguridad (HDS), y contiene el nombre de la sustancia química peligrosa o mezcla, el color de seguridad, la forma geométrica de la señal, la clase de peligro y la categoría de peligro, así como la simbología del equipo de protección personal que se deberá usar, a fin de permitir su conocimiento en el marco de la utilización. Por ejemplo: en el transporte, el consumo o el centro de trabajo.



Incineración: Cualquier proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido o gaseoso, mediante oxidación térmica, en la cual todos los factores de combustión, como la temperatura, el tiempo de retención y la turbulencia, pueden ser controlados, a fin de alcanzar la eficiencia, eficacia y los parámetros ambientales previamente establecidos.

Incompatibilidad: Es la característica de aquellas sustancias químicas que al mezclarse entre sí, debido a sus propiedades físicas o químicas, pueden generar una reacción en cadena, peligrosa para el trabajador, la instalación, el equilibrio ecológico o el ambiente.

Inflamabilidad: Residuos que en estado sólido, líquido o gaseoso con un punto de inflamación menor o igual a 37.8°C, que prenden fácilmente y se queman rápidamente, generalmente de forma violenta.

Manejo: Conjunto de operaciones que incluyen la identificación, separación, envasado, almacenamiento, acopio, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos.

Manejo integral: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, coprocesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social, dentro y fuera de la instalación.

Manifiesto: 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 y el cual se debe utilizar como base para la elaboración de la Cédula de Operación Anual.

Material peligroso: Sustancias peligrosas, sus remanentes, sus envases, embalajes y demás componentes que conformen la carga que será transportada por las unidades.

Plan de manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno.

Prestador de servicio: Empresa autorizada para realizar una o varias de las siguientes actividades: recolección, transporte, acopio, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos y biológico-infecciosos.

Reciclado: Transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos.



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

Residuo: 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 la legislación aplicable y demás ordenamientos que de ellas deriven.

Residuos incompatibles: Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos.

Residuo peligroso: 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.

Reutilización: El empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación.

Riesgo: La probabilidad de que los efectos nocivos de una sustancia química peligrosa o mezcla por una exposición crónica o aguda de los trabajadores altere su salud o, por su capacidad de arder, explotar, corroer, entre otras, dañe el centro de trabajo. Riesgo = Peligro x Exposición.

Segregación: Separación de las sustancias, materiales y residuos peligrosos, cuando representen algún riesgo en su almacenamiento o transporte.

Separación: Segregación de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de iguales características; cuando presentan un riesgo.

Símbolo: Imagen que muestra en forma gráfica y de fácil interpretación, el significado del riesgo inherente al material peligroso.

Toxicidad: La propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de provocar efectos adversos en la salud o en los ecosistemas.

Tratamiento: Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad.

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

VI. REFERENCIAS.

- SEMARNAT. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. México. Última reforma el 4 junio de 2012.
- SEMARNAT. 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. México. Última reforma el 19 de enero de 2018.
- SEMARNAT. 2006. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. México. Última reforma el 31 de octubre de 2014.
- SEMARNAT-INE. 2006. Diagnóstico Básico para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. México.
- SEMARNAT-INECC. 2013. Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. México.
- SEMARNAT. 2008. Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012. México.
- SEMARNAT. 2012. Integración y Actualización del Inventario Nacional de Generación de Residuos Peligrosos. México.
- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Última modificación D.O.F. 23 de junio de 2006;
- Norma Oficial Mexicana NOM-053-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Última modificación D.O.F. 22 de octubre de 1993;
- Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993. Última modificación: D.O.F. 22 de octubre de 1993;
- Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011. Que establece los elementos y procedimientos para formular los planes de manejo de residuos peligrosos. D.O.F. 12 de agosto de 2011;
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SCT2-2016. Placas metálicas, calcomanías de identificación y tarjetas de circulación empleadas en automóviles, tractocamiones, autobuses, camiones, motocicletas, remolques, semirremolques, convertidores y grúas, matriculados en la República Mexicana, licencia federal de conductor, calcomanía de verificación físico-mecánica, listado de series asignadas por tipo de vehículo, servicio y entidad federativa o



dependencia de gobierno, especificaciones y método de prueba. Última modificación D.O.F. 24 de junio de 2016;

- Norma Oficial Mexicana NOM-002-SCT-2011. Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados. Última modificación D.O.F. 27 de enero de 2012.
- Norma Oficial Mexicana NOM-003-SCT-2008. Características de las etiquetas de envases y embalajes, destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos. Última modificación D.O.F. 15 de agosto 2008;
- Norma Oficial Mexicana NOM-004-SCT-2008. Sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos. Última modificación D.O.F. 18 de agosto de 2008;
- Norma Oficial Mexicana NOM-005-SCT-2008. Información de emergencia para el transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos. Última modificación D.O.F. 14 de agosto de 2008;
- Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCT2-2011. Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos. Última modificación D.O.F. 22 de agosto de 2011;
- Norma Oficial Mexicana NOM-007-SCT2-2010. Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos. Última modificación D.O.F. 22 de agosto de 2011;
- Norma Oficial Mexicana NOM-009-SCT2-2009. Compatibilidad para almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 explosivos. Última modificación D.O.F. 12 de febrero de 2010;
- Norma Oficial Mexicana NOM-010-SCT2-2009. Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos. Última modificación D.O.F. 1 de septiembre de 2009;
- Norma Oficial Mexicana NOM-011-SCT2-2012. Condiciones para el transporte de las sustancias y materiales peligrosos envasadas y/o embaladas en cantidades limitadas. Última modificación D.O.F. 05 de julio de 2012;
- Norma Oficial Mexicana NOM-023-SCT2-2011. Información técnica que debe contener la placa que portarán los autotankes, recipientes metálicos intermedios para granel (RIG) y envases de capacidad mayor a 450 litros que transportan materiales y residuos peligrosos. Última modificación D.O.F. 14 de septiembre de 2011;
- Norma Oficial Mexicana NOM-027-SCT2-2009. Disposiciones generales para el envase, embalaje y transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la división 5.2. Peróxidos orgánicos. Última modificación D.O.F. 17 de febrero de 2010;



- Norma Oficial Mexicana NOM-028-SCT2-2010. Disposiciones especiales y generales para el transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables. Última modificación D.O.F. 10 de mayo de 2010, y
- Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCT2-2011. Especificaciones para la clasificación de las sustancias infecciosas y especificaciones especiales y adicionales para la construcción y ensayo (prueba) de los envases y/o embalajes que transporten sustancias infecciosas de la división 6.2. Categoría A. Última modificación D.O.F. 08 de diciembre de 2011.
- Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Última modificación D.O.F. 9 de diciembre de 2008, y
- Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015. Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. Última modificación D.O.F. 9 de octubre de 2015.
- Formato CPC-SCSIPA-PG-09. Procedimiento genérico para el control de las áreas de transferencia y almacenamiento temporal de materiales y residuos peligrosos en plantas de proceso, talleres y almacenes. Fecha de la última revisión: 22 de septiembre de 2017;
- Formato CPC-SCSIPA-PG-12. Procedimiento genérico para el manejo integral de los residuos generados en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque. Fecha de la última revisión: 24 de septiembre de 2017;
- Trámites relacionados al tema de residuos peligrosos - autorizaciones y permisos en materia de residuos peligrosos: <https://www.gob.mx/semamat/acciones-y-programas/tramites-relacionados-al-tema-de-residuos-peligrosos>