



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

*Elaboración de un Programa para la Prevención
de Accidentes (PPA) en una Refinería de Petróleo en México*

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA

PRESENTA:

ALMA DELIA ROJAS RODRÍGUEZ



México, D.F.

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	I
ÍNDICE DE FIGURAS	II
ABREVIATURAS	III
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivos generales	2
1.1.2 Objetivos particulares	
1.2 Alcances del proyecto	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Accidentes químicos	4
2.1.1 Accidentes químicos a nivel mundial	5
2.2 Legislación internacional	10
2.2.1 Unión Europea	10
2.2.2 Estados Unidos de América	13
2.2.3 Canadá	16
2.3 Legislación nacional	17
2.3.1 Cronología	17
2.3.2 Marco jurídico	21
2.4 Estudio de Riesgo Ambiental	25
2.4.1 Información requerida	26
2.4.2 Nivel de Estudio de Riesgo	27
2.5 Análisis de riesgos de proceso	32
2.5.1 Definición de riesgos y su clasificación	32
2.5.2 Etapas de un análisis de riesgos proceso	34
2.5.3 Técnicas de análisis de riesgos proceso	35
2.6 Análisis de consecuencias	36
2.6.1 Etapas del análisis de consecuencias	37



2.7 Análisis de vulnerabilidad	38
2.8 Programa para la prevención de accidentes (PPA)	39
2.8.1 Guía para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA)	39
2.8.2 Estructura del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).	40
2.8.3 Aprobación del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA)	41
2.9 Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas del Río”	42
2.9.1 Instalaciones	45
CAPÍTULO III. TRABAJO EN CAMPO	47
3.1 Desarrollo del Programa para la Prevención de Accidentes	47
3.2. Información: recopilación, actualización y análisis	54
3.3 Trabajo realizado	59
CAPITULO IV. RESULTADOS	65
4.1 Programa para la Prevención de Accidentes en la Refinería	65
4.1.1 Antecedentes. Riesgo ambiental	65
4.1.2 Medidas preventivas y de seguridad	72
4.1.3 Equipos y servicios	73
4.1.4 Plan de control y atención a emergencias ambientales	81
4.2 Hojas de datos de seguridad	98
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
5.1 Conclusiones del Programa para la Prevención de Accidentes en la Refinería	99
5.2 Recomendaciones del Programa para la Prevención de Accidentes en la Refinería	102
ANEXOS	
Anexo A. Guía para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).	103
Anexo B. Diagrama de pétalos.	114
Anexo C. Plano general de la Refinería.	115
Anexo D. Diagrama General de Localización de Equipos.	116
Anexo E. Hoja de Datos de Seguridad.	117



Glosario de Términos

123

Bibliografía

129



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Accidentes químicos de mayor relevancia a nivel mundial.	6
Tabla 2.	Reseña histórica de la gestión ambiental y la prevención de accidentes de alto riesgo ambiental de actividades altamente riesgosas en México.	19
Tabla 3.	Regulación federal en materia de prevención de accidentes químicos industriales.	24
Tabla 4.	Métodos de Análisis de Riesgo de Proceso.	35
Tabla 5.	Etapa 1: Recopilación y elaboración de información general.	48
Tabla 6.	Etapa 2: Recopilación de información específica y actualización de la misma por sector.	50
Tabla 7.	Etapa 3: Lista de materiales peligrosos así como la captura y actualización de hojas de datos de seguridad.	51
Tabla 8.	Etapa 4: Integración del PPA, elaboración del reporte final y entrega a la SEMARNAT para su evaluación.	52
Tabla 9.	Componentes del SIASPA.	90
Tabla 10.	Señales visuales.	96
Tabla 11.	Simulacros mayores.	97



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Selección de Nivel de Riesgo.	31
Figura 2.	Proceso de refinación del petróleo.	43
Figura 3.	Organigrama de la Unidad de Respuesta a Emergencias.	82



ABREVIATURAS

- A. C. Asociación Civil.
- AC. Análisis de consecuencias.
- ANSI. American National Standard Institute (Instituto Nacional Americano de Normalización).
- API. American Petroleum Institute (Instituto Americano del Petróleo).
- ARP. Análisis de Riesgos de Procesos.
- ASME. American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos).
- ASTM. American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Ensayo y Materiales).
- BLEVE. Boiling Liquid Expansion Vapor Explosion (Explosión de vapor del líquido en expansión).
- BRIEM. Brigadas de emergencia.
- CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CERCLA. Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (Ley de Respuesta Ambiental Integral, Compensación y Responsabilidad).
- CFR. Code of Federal Regulations (Código de Regulaciones Federales).
- CNA. Comisión Nacional del Agua.
- COAAPPA. Comité de Análisis y Aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes.
- COE. Centro de Operación de Emergencias.
- CRETIB. Corrosivas, Reactivas, Explosivas, Tóxicas, Inflamables y Biológico – infecciosas.
- CRIS A. C. Comité Regional Integral de Seguridad, Asociación Civil.
- DCPD. Diciclopentadieno.



- DGGIMAR. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas.
- DGLE. Diagrama General de Localización de Equipos.
- EMA. Entidad Mexicana de Acreditación.
- EPA. Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental).
- EPCRA. Emergency Planning and Community Right – to – Know Act (Ley de Planeación de Emergencias y Derecho de la Comunidad a Saber).
- FQ. Facultad de Química.
- GAMI. Grupo de Ayuda Mutua Industrial.
- GLN. Gas licuado natural.
- GLP. Gas licuado de petróleo.
- GRENA. Guía de Respuesta a Emergencias en Norte América.
- HazOp. Hazards and Operability (Análisis de Peligros y Operabilidad).
- HDDS. Hojas de datos de seguridad.
- IDLH. Immediately Dangerous to Life or Health (Peligro inmediato para la vida o la salud).
- IMP. Instituto Mexicano del Petróleo.
- INE. Instituto Nacional de Ecología.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- ISO. International Standard Organization (Organización Internacional de Estandarización).
- Km. Kilómetro.
- lb. Libras.
- LERC. Local Emergency Response Comitee (Comité Local de Planeación de Emergencias).
- LGEEPA. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- MIACC. Major Industrial Accidents Council of Canada (Consejo de Accidentes Industriales Mayores de Canadá).
- MIC. Methyl Iso Cyanate (Isocianato de metilo).



- MSDS. Material Safety Data Sheets (Hojas de Datos de Seguridad de Materiales).
- NOM. Norma Oficial Mexicana.
- NO_x, SO_x y CO_x. Óxidos de nitrógeno, azufre y carbono.
- OSHA. Occupational Safety and Health Administration (Administración de Salud y Seguridad Industrial).
- PEMEX. Petróleos Mexicanos.
- PHAST. Process Hazard Analysis Safety Tool (Herramienta para el Análisis de Seguridad de Peligros en los Procesos).
- PPA. Programa para la Prevención de Accidentes.
- PRE. Plan de Respuestas a Emergencias.
- PROFEPA. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
- PRONAPAARA. Programa Nacional para la Prevención de Accidentes de Alto Riesgo Ambiental.
- PSM. Process Safety Management (Administración de la Seguridad de los Procesos).
- PVC. Poly Vynil Chloride (Policloruro de vinilo).
- RGLC. Refinería "Gral. Lázaro Cárdenas del Río".
- RMP. Risk Management Plan (Plan de Administración de Manejo de Riesgos).
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- SARA. Superfund Amendments and Reauthorization Act (Ley de Enmiendas y Reautorización del Superfondo).
- SEDESOL. Secretaría de Desarrollo Social.
- SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
- SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SERC. State Emergency Response Commission (Comisión Estatal de Respuesta a Emergencias).
- SGO. Superintendencia General de Operación.



- SIASPA. Sistema Integral de Administración de la Seguridad y Protección Ambiental.
- SSPA. Seguridad, Salud y Protección Ambiental.
- TCP. Tri Chloride Phenol (Triclorofenol).
- TEMA. Tubular Exchanger Manufactures Association (Asociación de Fabricantes de Intercambiadores Tubulares).
- UAF. Unidad de Administración y Finanzas.
- UE. Unión Europea.
- UIPGN. Unidad de Ingeniería de Proceso y Gestión del Negocio.
- UMSO. Unidad de Medicina y Salud Ocupacional.
- UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México.
- URE. Unidad de Respuesta a Emergencias.
- USD. Dólares Norteamericanos.
- USIPA. Unidad de Seguridad Industrial y Protección Ambiental.
- VCE. Vapor Cloud Explosion (Explosión por nube de vapor).



1. INTRODUCCIÓN

Las actividades industriales, comerciales y de servicios contribuyen de manera importante al desarrollo económico del país, sin embargo, no se puede ignorar el riesgo potencial que conllevan algunas de estas actividades. Por ejemplo, el uso y manejo de volúmenes importantes de sustancias con características peligrosas que constituye un riesgo para el ambiente y la población. La creación de asentamientos humanos densos como resultado de una inadecuada planeación de desarrollo urbano, alrededor de los sitios donde se manejan sustancias peligrosas eleva el potencial de riesgo. La literatura está llena de ejemplos que muestran las consecuencias que pueden tener los accidentes químicos cuando ocurren en la cercanía de zonas residenciales o comerciales de alta densidad, donde además, se ignoraba el comportamiento a seguir para atenuar sus consecuencias y se carecía de los recursos para atenderlo.

Por lo anterior, se ha desarrollado un proceso general de control de desastres en el que se pueden identificar dos líneas principales y complementarias: una que busca disminuir los riesgos latentes y la otra, orientada a enfrentar y resolver las situaciones de emergencia que se presentan cuando dichos riesgos se manifiestan. El énfasis que se ha dado a cada una de estas alternativas depende no sólo del tipo de desastre en consideración, sino de diversos factores, tanto de carácter tecnológico y económico como socio-político e ideológico.

Un Programa para la Prevención de Accidentes (PPA) es un documento especializado, que deben elaborar las empresas que realizan actividades altamente riesgosas. Integra acciones y recursos para responder a emergencias que involucren materiales peligrosos, así como para la recuperación y restauración, a fin de proteger a los trabajadores, a la población, al ambiente y los recursos naturales.



Las Refinerías de petróleo, son consideradas como empresas que realizan actividades altamente riesgosas, debido a las sustancias que manejan y a los altos inventarios de estas.

Este trabajo está centrado en mostrar los elementos que conforman la elaboración y desarrollo de un Programa para la Prevención de Accidentes, tomando como caso de estudio la elaboración del PPA de la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas del Río”, que es una empresa preocupada por la seguridad, y que busca ir a la cabeza aplicando el método de la mejora continua en el trabajo.

1.1 OBJETIVOS

1.1 1. Objetivo general

Elaborar un Programa para la Prevención de Accidentes (PPA) que aplique a una Refinería de Petróleo en México.

1.1 2. Objetivos particulares

- Recopilar la información necesaria.
- Analizar la información recopilada.
- Seleccionar, en su caso modificar y/o generar la información faltante.
- Identificar los riesgos propios de la actividad industrial, así como, los riesgos naturales a los que está expuesto el establecimiento.
- Identificar la organización de los recursos materiales y humanos para atender una emergencia.
- Integrar la información recopilada en un documento, para así desarrollar el PPA de acuerdo a la “Guía para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA)” proporcionada por la SEMARNAT.



1.2 ALCANCES DEL PROYECTO

El Programa para la Prevención de Accidentes que se desarrolló en el presente proyecto sólo aplica a la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas del Río” y así esta dará cumplimiento al párrafo segundo del artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).



2. MARCO TEÓRICO

2.1 ACCIDENTES QUÍMICOS ^(9, 10, 12, 41, 43, 44, 45)

Las actividades industriales, comerciales y de servicios contribuyen de manera importante al desarrollo económico del país. Sin embargo, no se puede ignorar el riesgo potencial que conllevan algunas de estas actividades en virtud del uso, procesamiento, almacenamiento y transporte de volúmenes importantes de sustancias con características peligrosas, lo cual, puede constituir un riesgo para el ambiente y la salud de la población.

Un accidente es un evento no deseado e inesperado que altera la actividad productiva de una instalación, con daño físico a las instalaciones, equipos, al personal o a terceros, en sus bienes o al ambiente.

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) un accidente de alto riesgo ambiental es una explosión, incendio, fuga o derrame súbito que resulte de un proceso, en el curso de las actividades de cualquier establecimiento, así como en ductos, en los que intervengan uno o varios materiales o sustancias peligrosas y que representen un peligro grave (de manifestación inmediata o retardada, reversible o irreversible) para la población, los bienes, el ambiente y los ecosistemas. A este tipo de accidentes se les considera, también, como accidentes mayores e incluyen los siguientes tipos:

- Cualquier liberación de una sustancia peligrosa, en la que la cantidad total liberada sea mayor a la que se haya fijado como umbral o límite (cantidad de reporte o de control).



- Cualquier fuego mayor que dé lugar a la elevación de la radiación térmica en el lugar o límite de la planta o instalación, que exceda de 5 kw/m^2 por varios segundos.
- Cualquier explosión de vapor o gas que pueda ocasionar ondas de sobrepresión iguales o mayores de 1 lb/pulg^2 .
- Cualquier explosión de una sustancia reactiva o explosiva que pueda afectar a edificios o plantas, en la vecindad inmediata, tanto como para dañarlos o volverlos inoperantes por un tiempo.
- Cualquier liberación de sustancias tóxicas, en la que la cantidad liberada pueda ser suficiente para alcanzar una concentración igual o por arriba del nivel que representa un peligro inmediato para la vida o la salud humana (Immediately Dangerous to Life or Health IDLH), en áreas aledañas a la fuente emisora.
- En el caso del transporte, se considera como un accidente, el que involucre la fuga o derrame de cantidades considerables de materiales o residuos peligrosos que pueden causar la afectación severa de la salud de la población y/o del ambiente.

2.1.1 Accidentes químicos a nivel mundial

Los accidentes ocurridos en el mundo durante el siglo XX, tuvieron consecuencias lamentables para el ambiente así como, la pérdida de vidas humanas (ver tabla 1).

**Tabla 1.** Accidentes químicos de mayor relevancia a nivel mundial.⁴³

Fecha (día/mes/año)	Lugar	Actividad	Producto	Causa	Consecuencias
16/04/1947	Texas City, Estados Unidos	Transporte marítimo	Nitrato de amonio	Evento	552 muertos, 3 000 heridos
04/01/1966	Feyzin, Francia	Almacenamiento	Propano	BLEVE	18 muertos, 81 heridos Pérdidas de USD 68 millones
13/07/1973	Potchefstroom, África del Sur	Almacenamiento	Amoníaco	Fuga	18 muertos, 65 intoxicados
01/06/1974	Flixborough, Reino Unido	Planta de Caprolactama	Ciclohexano	Explosión Incendio	28 muertos, 104 heridos Pérdidas de USD 412 millones
10/07/1976	Seveso, Italia	Procesamiento en planta	Dioxina	Explosión	Contaminación de un área extensa debido a la emisión de dioxina
06/03/1978	Portsall, Reino Unido	Transporte marítimo	Petróleo	Encalladura	Pérdidas de USD 85.2 millones
11/07/1978	San Carlos, España	Transporte en autotank	Propano	VCE	216 muertos, 200 heridos
19/11/1984	Estado de México, México	Almacenamiento	GLP	BLEVE Incendio	542 muertos, 7 231 heridos Pérdidas de USD 22.5 millones
04/12/1984	Bhopal, India	Almacenamiento	Isocianato de metilo	Emisión tóxica	4 000 muertos, 200 000 intoxicados
28/04/1986	Chernobyl, Rusia	Fábrica nuclear	Uranio	Explosión	135 000 personas evacuadas
03/06/1989	Ufa, Rusia	Conducción por ducto	GLN	VCE	645 muertos, 500 heridos
24/03/1989	Alaska, Estados Unidos	Transporte marítimo	Petróleo	Encalladura	40 000 toneladas, 100 000 aves muertas
22/04/1991	Guadalajara, México	Conducción por ducto	Gasolina	Explosión	300 muertos



Fuga en Seveso, Italia (1976)

Los municipios de Seveso y Meda, en Italia están situados en la región de Lombardía, al norte de Milán. A partir de 1969, Icmesa comenzó a producir de manera creciente triclorofenol (TCP) de alto grado para la elaboración de hexaclorofeno, un desinfectante empleado en la fabricación de jabones medicinales.

Aproximadamente a las doce y media de la mañana del día 10 de julio, la brida de una válvula de seguridad del tanque de TCP estalló como resultado de una sobrepresión, causada por una reacción exotérmica. Como consecuencia, se liberó al ambiente una nube tóxica que contenía aproximadamente de 5 a 10 kg de 2,3,7,8-tetraclorobenzo-p-dioxina, la cual contaminó el suelo y los cultivos agrícolas en un área de cerca de 4 450 acres (la nube contaminante viajó a una distancia de 4 a 5 kilómetros), produjo la muerte de casi 100 mil animales domésticos que pastaban, así como de animales silvestres.

En las instalaciones de la planta no se contaba ni con el equipo de análisis ni con el personal debidamente capacitado para realizar la identificación del compuesto liberado y se tuvo que esperar la llegada del personal especializado de una de las plantas en Suiza para determinar la evacuación de la población, lo cual, tuvo lugar hasta seis días después del accidente, lo que provocó que se prolongara la exposición. Como resultado de la exposición a la dioxina, la población afectada manifestó trastornos gastrointestinales que se trataron rápidamente y los niños presentaron irritación de la piel que evolucionó hacia severos casos de cloracné.

La comisión oficial que se encargó de investigar las causas del accidente concluyó que era imposible haber previsto el accidente. Además, las escasas medidas de seguridad de la planta tampoco estaban preparadas para prevenir el accidente ya que:



- No se había establecido ningún plan de seguridad con las autoridades locales.
- Los controles de todos los procesos de la fábrica se realizaban de forma manual, incluyendo el sistema de refrigeración.
- El sistema de alarma del reactor no avisaba sobre el aumento de temperatura.
- Los obreros de la fábrica desconocían los riesgos de posibles accidentes y las medidas preventivas.
- No se había elaborado un análisis de riesgo de los distintos procesos de la fábrica.

San Juan Ixhuatepec, México (1984)

San Juan Ixhuatepec pertenece al municipio de Tlanepantla, Estado de México, ubicado en la zona norte de la Ciudad de México. En este sitio fue puesto en funcionamiento un centro de almacenamiento de Gas Licuado de Petróleo (gas LP) de PEMEX en el año de 1962. El gas LP se distribuía a través de tuberías subterráneas a las compañías privadas UNIGAS y GASOMÁTICO y a otras cinco compañías por medio de cilindros.

Cuando la planta fue puesta en servicio estaba ubicada en una zona industrial catalogada como de alto riesgo. Sin embargo, después de 22 años fue estrangulada por asentamientos humanos que estaban a sólo 130 m de distancia de los tanques de almacenamiento. La población estaba compuesta por aproximadamente 40 000 habitantes, en general, se trataba de familias con escasos recursos.

El 19 de noviembre de 1984 a las 5:30 a.m. se inició el fuego en el centro de almacenamiento y distribución de gas LP que ocasionó la explosión de 4 esferas de almacenamiento. Cuando ocurrió la explosión las esferas contenían aproximadamente 11 000 m³ de propano y gas LP. Las llamas alcanzaron hasta 500 m de altura y pedazos de metal caliente fueron lanzados a una distancia de hasta 1 200 m. Se reportaron 542 muertos y de acuerdo al Sector Salud se tuvieron 7 231 heridos. Además de que 200 casas resultaron destruidas y 1 800 fueron afectadas.



Existen diversas versiones a cerca de las causas del desastre, pero el 5 de diciembre un informe oficial dictaminó que la noche del 18 de noviembre se presentó una fuga de gas LP de una tubería del área de las esferas de almacenamiento la cual formó una nube de vapor que viajó y encontró una fuente de ignición, el calor generado causó un aumento de presión en una de las esferas ocasionando su explosión, lo que dañó las tuberías produciendo derrames múltiples de gas LP que también se inflamaron y dieron pie a las otras explosiones.

Aunado a lo anterior, las escasas medidas de seguridad de la planta tampoco estaban preparadas para prevenir el accidente, como fueron:

- La falta de planeación de asentamientos humanos.
- Administración inadecuada de los recursos, para capacitar adecuadamente al personal, para dar mantenimiento a las instalaciones y para la implementación de una política de gestión de seguridad.

Bhopal, India (1984)

La ciudad de Bhopal, es la capital del estado de Madhya Pradesh que se encuentra en la parte central de la India y es uno de los más pobres de ese país. En esta ciudad se instaló una fábrica de pesticidas propiedad de Union Carbide. La base de sus pesticidas era el isocianato de metilo (MIC). La toxicidad del isocianato de metilo fue probada sobre cobayas donde se descubrió que dosis mínimas de esta sustancia destruían por completo el aparato respiratorio de estos animales, causaban ceguera irreversible y producían quemaduras químicas en la piel. El MIC resultaba tan peligroso que en países como Francia o Alemania estaba totalmente prohibido por las autoridades.

La madrugada del 4 de diciembre de 1984, 40 toneladas de MIC, se escaparon de un tanque de almacenamiento subterráneo. Cerca de 2 500 personas



murieron inmediatamente, alrededor de 50 mil sufrieron lesiones severas y otras 200 mil tuvieron que recibir atención médica.

Cuando se produjo el accidente la planta se encontraba cerrada porque se planeaba desmantelarla. Sin embargo, se produjo una entrada de agua a uno de los tanques de almacenamiento, lo cual provocó una reacción exotérmica causando sobrepresión, con lo que las válvulas abrieron y se liberó gas tóxico. A pesar de que los manuales de la planta especificaban las propiedades del MIC, su toxicidad y explosividad, la empresa no contaba con ningún plan de emergencia, ni interno ni externo. Los trabajadores no habían recibido ningún tipo de adiestramiento en medidas de seguridad y la calificación y número de supervisores era deficiente.

Además de lo mencionado anteriormente se tiene tres factores que desencadenaron el accidente, que fueron:

- Carencia de personal técnico especializado.
- Corrosión de los materiales y equipos especializados.
- Desactivación e inutilización de las medidas de seguridad debido al desmantelamiento.

2.2 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL ^(9, 38, 45, 46)

2.2.1 Unión Europea

En 1982 la Unión Europea (UE), estaba conformada por 15 países: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Finlandia, Holanda, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Portugal, Reino Unido y Suecia. En junio de ese año la UE creó la Directiva 82/501/CEE relativa a los *Riesgos de Accidentes Mayores en Determinadas Actividades Industriales* (conocida como la Directiva Seveso). Dicha Directiva entró en aplicación el 8 de enero de 1984 en el caso de instalaciones nuevas y en enero de 1985 en el de las instalaciones existentes.



Principios que sustentan la Directiva Seveso

La directiva de Seveso, tiene los siguientes principios básicos:

- Los industriales que utilizan sustancias peligrosas deben tomar medidas para prevenir los accidentes que puedan tener consecuencias graves para el hombre y el ambiente, así como limitar sus consecuencias.
- Las autoridades públicas deben ser informadas de esos riesgos a través de procedimientos adecuados y deben ejercer el control de las actividades industriales; también deben ser informadas en caso de accidentes mayores para adoptar las disposiciones que sean necesarias.
- Los trabajadores y el público deben igualmente disponer de información apropiada, a fin de mejorar la prevención y preparar su intervención en caso de un siniestro.
- Los países miembros deben colaborar en este campo, en particular mediante información recíproca sobre problemas fronterizos.
- Se debe buscar la armonización de los requisitos mínimos que debe cumplir la industria en los diferentes países miembros, para evitar crear condiciones de competencia desiguales.

Instalaciones a las que aplica la Directiva Seveso

Las empresas que deben sujetarse a la directiva de Seveso son aquellas que realizan una o varias de las siguientes actividades:

- Las instalaciones de producción o de transformación de sustancias químicas orgánicas o inorgánicas que utilizan para tal fin procedimientos de: alquilación,



hidrólisis, oxidación, polimerización, sulfonación, aminación por amoníaco, carbonilación, condensación, deshidrogenación, esterificación, halogenación y fabricación de halógenos, hidrogenación, desulfuración, fabricación y transformación de derivados de azufre, nitración y fabricación de sus derivados, fabricación de derivados de fósforo, formulación de plaguicidas y productos farmacéuticos, así como instalaciones que utilicen procedimientos de destilación, extracción, solvatación y mezclado.

- Instalaciones para la destilación o refinado, o todos los métodos de transformación del petróleo o sus productos.
- Instalaciones destinadas a la eliminación total o parcial de sustancias sólidas o líquidas por combustión o descomposición química.
- Instalaciones de producción o de transformación de gas que produzcan energía, por ejemplo instalaciones de gas licuado de petróleo, gas natural licuado o gas natural de síntesis.
- Instalaciones para la destilación seca de carbón y de lignita.
- Instalaciones para producir metales o no metales por vía húmeda o mediante energía eléctrica.

Artículo 5

El Artículo 5 de la Directiva de Seveso constituye la disposición más importante, ya que obliga a los países a contar con una legislación que requiera a los industriales estudiar los peligros que presentan sus actividades y a someter los resultados de los estudios de seguridad en un documento de síntesis que debe ser notificado a la autoridad competente.



Reformas

Tras diez años de experiencia en la aplicación de la Directiva Seveso, se realizó una revisión de la misma. Estas enmiendas se enfocaron principalmente hacia la prevención de accidentes que ocurren con poca frecuencia pero cuyas consecuencias son muy importantes en virtud de los altos costos, tanto económicos como ambientales, sobre todo si tienen impactos transfronterizos.

El requisito esencial sigue siendo el informe de peligrosidad por parte de los establecimientos regulados por ella, subrayándose como principio fundamental facilitar información al público para que comprenda y si es preciso, influya en las acciones y el comportamiento de las empresas, por lo cual hace obligatorio poner el informe de seguridad de las mismas a disposición del público. Además, crea nuevos derechos del público para participar en los procedimientos y debates importantes sobre emplazamiento de instalaciones y ordenamiento del territorio, así como en las medidas de control puestas en práctica por las autoridades. También, introduce responsabilidades y obligaciones claras por parte de la autoridad competente, a la vez que crea nuevos derechos y obligaciones para prohibir establecimientos, si es el caso, estableciendo normas mínimas para las propias inspecciones y la posibilidad de sancionar a los inspectores cuando así lo ameriten.

2.2.2 Estados Unidos de América

En Estados Unidos de América, entre 1982 y 1986 ocurrieron alrededor de 11 mil accidentes que involucraron la liberación de sustancias tóxicas; los cuales, ocasionaron 309 muertes y 11 341 lesionados (en los accidentes en que hubo lesionados, el promedio de éstos en cada uno fue de 11.4). De los accidentes que sucedieron en el período de 1975 – 2000, 17 difundieron cantidades de sustancias tóxicas superiores a la cantidad de isocianato de metilo liberado en el accidente de Bhopal. A pesar de ello, las consecuencias de dichos accidentes fueron mitigadas



considerablemente, gracias a la planeación y a la eficaz respuesta en el momento de la emergencia.

La ley titulada Enmiendas y Reautorización del Superfondo (Superfund Amendments and Reauthorization Act, SARA), publicada en 1986, requiere que los planes de emergencia locales incluyan métodos y procedimientos a seguir por el personal médico después de un accidente químico, lo cual permite a los hospitales coordinar sus servicios médicos con las agencias comunitarias.

La ley SARA corrige y amplía la Ley de Respuesta Ambiental Integral, Compensación y Responsabilidad (Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act, CERCLA) y su Título III corresponde a la Ley de Planeación de Emergencias y Derecho de la Comunidad a Saber (Emergency Planning and Community Right – to – Know Act, EPCRA).

Disposiciones de la Ley de Planeación de Emergencias y Derecho de la Comunidad a Saber (EPCRA)

Las disposiciones más importantes de la ley EPCRA son:

- Planeación de emergencias. Las empresas que almacenen o utilicen cualquiera de las sustancias extremadamente peligrosas incluidas en el listado respectivo, en exceso de la cantidad umbral de planeación deben notificarlo a la Comisión Estatal de Respuesta a Emergencias (State Emergency Response Comisión, SERC) y al Comité Local de Planeación de Emergencias (Local Emergency Response Committee, LERC), el cual establece el plan de emergencias con base en esa información.
- Notificación de emergencia sobre emisiones accidentales. Las empresas deben notificar a las instancias SERC y LERC sobre emisiones accidentales de sustancias extremadamente peligrosas que ocurran en cantidades que requieran



notificación, así como de sustancias peligrosas incluidas en las listas de la Ley CERCLA (que también deben ser notificadas al Centro Nacional de Respuesta).

- Notificación de sustancias peligrosas. Las empresas en las que cualquier sustancia peligrosa esté presente en cantidades superiores a los umbrales de notificación (comúnmente 10 000 libras) deben tener Hojas de Datos de Seguridad de Materiales (Material Safety Data Sheet MSDS) o una lista de sustancias para las cuales se requieren las MSDS, así como llenar una forma de inventario anual de sustancias químicas del departamento de bomberos local, el LERC y la SERC.
- Creación de un inventario de emisiones. Las empresas que utilicen cualquiera de las sustancias comprendidas en una lista especial, en cantidades que requieran notificación, deben notificar sus emisiones a la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency, EPA) y a sus agencias estatales.

Con base en las disposiciones anteriores, las empresas sujetas a dichas regulaciones han analizado los impactos externos de la liberación accidental de sustancias tóxicas y desarrollaron programas de administración de riesgos para prevenir tal liberación. Para ello, se debe considerar la posibilidad de que se produzcan los peores casos de accidentes que puedan impactar a las zonas aledañas, así como otros escenarios más probables. La EPA define el peor caso como la pérdida en un proceso de toda la sustancia regulada, por una liberación accidental que conduzca a las peores consecuencias externas.

Administración de la Seguridad de los Procesos (Process Safety Management, PSM) y Plan de Administración de Riesgos (Risk Management Plan, RMP)

Como consecuencia de los cambios introducidos en 1990 a la Ley del Aire Limpio en los Estados Unidos de América, destinados a prevenir emisiones accidentales de sustancias altamente peligrosas a partir de fuentes estacionarias,



han surgido dos programas: Administración Segura de los Procesos (PSM) y el Plan de Administración de Manejo de Riesgos (RMP).

La PSM, constituye una norma diseñada para proteger a los trabajadores y es regulada por la Administración de Salud y Seguridad Industrial (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) bajo el Código de Regulaciones Federales (29 CFR 1910). El RMP, constituye una regulación derivada de la Sección 112 de la Ley del Aire Limpio, y es uno de los programas integrales de tipo técnico más avanzado para prevenir, detectar y responder a emanaciones accidentales de materiales peligrosos. Esta última disposición autoriza a la EPA a crear una lista de sustancias (diferente a la generada bajo el PSM), que se sabe pueden causar efectos adversos serios y a implantar un programa para la prevención de las emisiones químicas accidentales.

2.2.3 Canadá

En Canadá, se ha creado un grupo especializado a nivel nacional, nombrado Consejo de Accidentes Industriales Mayores de Canadá (Major Industrial Accidents Council of Canada MIACC), como una corporación no lucrativa, constituida por un pequeño secretariado, y en la que colabora personal de los diferentes grupos gubernamentales, de la industria, academia, sector laboral y otras áreas. Su objetivo es el desarrollo e instrumentación de programas orientados a:

- Reducir la frecuencia y severidad de los accidentes industriales mayores que involucran sustancias químicas.
- Lograr la armonización en los programas para la prevención, preparación y respuesta.

Con base en un enfoque de riesgos, aprovechando materiales, experiencias e iniciativas existentes, y empleando marcos conceptuales integrales acerca de los sistemas de seguridad, desarrollan una serie de programas para la prevención,



preparación y respuesta a accidentes, así como un proceso de información y transferencia de tecnología para apoyarlos.

El MIACC publica regularmente un boletín informativo y realiza una conferencia anual, además cuenta con un amplio catálogo de publicaciones para orientar a los responsables de la toma de decisiones de todos los sectores, entre las que resaltan:

- Una guía para la planeación conjunta de emergencias para los gobiernos locales y la industria.
- Una norma para los planes de emergencia de la industria.
- Una guía basada en riesgos para la planeación de los usos del suelo.
- Listas prioritarias de sustancias peligrosas y cantidades umbrales.
- Criterios de examen para los cursos de capacitación sobre respuesta a emergencias.
- Un inventario de los cursos en Canadá sobre respuesta a emergencias.
- Un marco para el manejo de los materiales peligrosos con un enfoque de ciclo de vida.
- La adopción y promoción de normas de seguridad de los procesos químicos.

2.3 LEGISLACIÓN NACIONAL ^(9, 41, 42, 43)

2.3.1 Cronología

Los primeros antecedentes de la política ambiental en México fueron en los años cuarenta, con la promulgación de la Ley de Conservación de Suelo y Agua. Tres décadas más tarde, al inicio de los años setenta, se promulgó la Ley para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental. En 1972, se dio la primera respuesta directa de organización administrativa del gobierno federal para enfrentar los problemas ambientales del desarrollo desde un enfoque sanitario, al instituirse la



Subsecretaría para el Mejoramiento del Ambiente en la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

A lo largo de cuatro décadas (1940 – 1980), la estrategia de desarrollo nacional se centró en el impulso a la industrialización a través de la sustitución de importaciones. El medio fundamental fue la intervención directa del estado en la economía, que incluía la protección de un mercado interno. La industrialización subordinó el desarrollo de las demás actividades económicas, particularmente las del sector primario, generó un modelo de explotación intensiva y extensiva de los recursos naturales, así como un desarrollo urbano industrial que no previó sus efectos ambientales, ni reguló adecuadamente sus resultados en términos de manejo de residuos, emisión de contaminantes a la atmósfera o descargas en los cuerpos de agua.

A partir de 1982, la política ambiental mexicana comenzó a adquirir un enfoque integral y se reformó la Constitución para crear nuevas instituciones y precisar las bases jurídicas y administrativas de la política de protección ambiental. En este año fue creada la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), para garantizar el cumplimiento de las leyes y reorientar la política ambiental del país y en este mismo año se promulgó la Ley Federal de Protección al Ambiente.

En 1987, se facultó al Congreso de la Unión para legislar en términos de la concurrencia a los tres órdenes de gobierno, en materia de protección al ambiente. Con base en esa reforma y en las leyes anteriores, en 1988 fue publicada la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), misma que hasta la fecha, ha sido la base de la política ambiental del país.

En 1989, se creó la Comisión Nacional del Agua (CNA) como autoridad federal en materia de administración del agua, protección de cuencas hidrológicas y vigilancia en el cumplimiento de las normas sobre descargas y tratamientos del agua.



En 1992, se transformó la SEDUE en la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y se crearon el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

En diciembre de 1994, se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), dicha institución nace de la necesidad de planear el manejo de recursos naturales y políticas ambientales en nuestro país desde un punto de vista integral, articulando los objetivos económicos, sociales y ambientales.

El 30 de noviembre del año 2000, se modificó la Ley de la Administración Pública Federal dando origen a la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Con esto, el subsector pesca pasa a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Lo anterior con el objetivo de hacer una gestión funcional que permita impulsar una política nacional de protección ambiental que dé respuesta a la creciente expectativa nacional para proteger los recursos naturales y que logre incidir en las causas de la contaminación y de la pérdida de ecosistemas y de biodiversidad.

En la tabla 2 se resumen los principales sucesos relacionados con la gestión ambiental de las actividades altamente riesgosas.

Tabla 2. Reseña histórica de la gestión ambiental y la prevención de accidentes de alto riesgo ambiental de actividades altamente riesgosas en México.⁴¹

Año	Suceso
1983	Creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). Primer Procedimiento de Impacto Ambiental de la Ley Federal de Protección al Ambiente en el que se incluye el concepto de riesgo.
1984	Explosión de gas en San Juan Ixhuatepec.
1986	Creación de la Subdirección de Riesgo de la SEDUE. Desarrollo del Procedimiento para Evaluar Proyectos de Instalaciones que Manejen Sustancias Peligrosas.

**Tabla 2.** Reseña histórica de la gestión ambiental y la prevención de accidentes de alto riesgo ambiental de actividades altamente riesgosas en México. (continuación)

1988	<p>Publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).</p> <p>Publicación del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental que señala la realización de Estudios de Riesgo y la elaboración de Programas para la Prevención de Accidentes.</p> <p>Creación del Comité de Actividades Altamente Riesgosas.</p>
1989	Creación del Comité de Análisis y Aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes (COAAPP).
1990	Publicación del Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas (por manejo de sustancias tóxicas) en el Diario Oficial de la Federación.
1992	<p>Creación del Instituto Nacional de Ecología en la Secretaría de Desarrollo Social.</p> <p>Creación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.</p> <p>Introducción de las Auditorías Ambientales.</p> <p>Explosión del drenaje en la ciudad de Guadalajara.</p> <p>Establecimiento del Programa Nacional para la Prevención de Accidentes de Alto Riesgo Ambiental (PRONAPAARA).</p> <p>Creación de los Comités Ciudadanos de Información y Apoyo para Casos de Prevención y Atención de Riesgos Ambientales.</p>
1992	Publicación del Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (por manejo de sustancias explosivas e inflamables) en el Diario Oficial de la Federación..
1994	Creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).
1996	Publicación de la nueva Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).
1998	<p>Creación de la Dirección de Riesgo Ambiental en la SEMARNAP</p> <p>Creación de la Subdirección de Aprobación de Programas para la Prevención de Accidentes.</p> <p>Creación de la Subdirección de Evaluación de Estudios de Riesgo Ambiental de la Industria Paraestatal.</p> <p>Creación de la Subdirección de Evaluación de Estudios de Riesgo Ambiental de la Industria Privada.</p>
2000	Modificación de la Ley de la Administración Pública Federal dando origen a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).



2.3.2 Marco jurídico

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

En esta ley se incluyen los aspectos que tienen relación con las actividades riesgosas, la prevención de los accidentes de alto riesgo ambiental que involucren sustancias peligrosas, y la atenuación de sus efectos sobre la población, sus bienes y el ambiente.

Ley General de Salud

En materia de prevención y respuesta a accidentes químicos la Ley General de Salud establece las siguientes disposiciones:

- En caso de emergencia causada por deterioro súbito del ambiente que ponga en peligro inminente a la población, la Secretaría de Salud adoptará las medidas de prevención y control indispensables para la protección de la salud, sin perjuicio de la intervención que corresponda al Consejo de Salubridad General y a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (hoy SEMARNAT; Art. 182).
- Se aplica el control sanitario al proceso, uso, importación, exportación, aplicación y disposición final de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas o peligrosas para la salud, así como de las materias primas que intervengan en su elaboración. Únicamente requieren autorización sanitaria los establecimientos dedicados al proceso de medicamentos, plaguicidas, fertilizantes, fuentes de radiación y sustancias tóxicas o peligrosas para la salud (Art. 194).
- Requieren de permiso las modificaciones a las instalaciones de establecimientos que manejen sustancias tóxicas, determinadas como de alto riesgo para la salud



por acuerdo del secretario de salud, cuando impliquen nuevos sistemas de seguridad (Art. 375).

Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente del Trabajo.

Este reglamento detalla las disposiciones de la Ley Federal del Trabajo en materia de seguridad, higiene y contaminación laboral; es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto establecer las medidas necesarias para la prevención de accidentes dentro de las instalaciones laborales.

Una de las principales disposiciones de este reglamento se observa en las Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social donde se establecen las obligaciones y restricciones a los patrones y trabajadores a fin de evitar la creación de riesgos o peligros a la vida, integridad física o salud de los trabajadores en los centros de trabajo y un cambio adverso y sustancial sobre el medio ambiente de esos centros, que afecte o pueda afectar la seguridad o higiene del mismo, o de las personas que ahí laboran. (Art. 6).

Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos

Este reglamento establece las disposiciones regulatorias del autotransporte y el transporte por ferrocarril de materiales y residuos peligrosos realizado en las vías federales establecidas en la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal. Cabe destacar los aspectos relativos a la clasificación e identificación de las sustancias químicas, las características del envasado, las medidas de seguridad, el sistema de respuesta a emergencias en caso de accidentes y la definición de responsabilidades durante su transporte.



Reglamento para la clasificación de empresas y determinación del grado de riesgo del seguro de riesgos en el trabajo

Las disposiciones de este reglamento, norman la clasificación de las empresas y la determinación de los grados de riesgo y primas para la cobertura del seguro de riesgos de trabajo, a la que se refiere la Ley del Seguro Social.

Competencias

La prevención y respuesta a accidentes de alto riesgo ambiental, que involucren sustancias peligrosas, son competencia de varias instancias dentro de una misma secretaría, así como de diversas dependencias de los tres órdenes de gobierno ya sea federal, estatal y municipal. De ahí que se deba establecer una estrecha coordinación en el ejercicio de los actos de autoridad, así como en la intervención en los equipos de respuesta conjunta a las emergencias. Para establecer los perfiles de atribuciones, se tomaron en consideración las distintas leyes (incluyendo la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal), y los reglamentos internos de las distintas dependencias.

En la tabla 3 se resumen las disposiciones más relevantes de las leyes y reglamentos que en México regulan las actividades riesgosas y la prevención de accidentes de alto riesgo ambiental, donde se observan algunos traslapes de competencias.

**Tabla 3.** Regulación federal en materia de prevención de accidentes químicos industriales.⁹

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Protección al ambiente y los ecosistemas de los riesgos de accidentes industriales	28	117 119		1						
Protección de la salud humana ante el riesgo de accidentes químicos en la industria		182 274 279		1			19			
Criterios para la clasificación de las industrias de alto riesgo	146		140		7	48 49	11			
Requerimientos de autorización de industrias de alto riesgo	30	198	64 86	10			14		37 40	
Realización de estudios de riesgo	28 30 38 bis	162 1163		13						
Regulación obligatoria y voluntaria de las actividades riesgosas	36		2 66 1218 1220	4 6						
Regulación de los asentamientos humanos y determinación de las zonas de salvaguarda	23		1332							
Requisitos del transporte de materiales y residuos peligrosos										

Nota: Los números en la tabla corresponden a los artículos de las respectivas Leyes y Reglamentos de:

A: Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

B: Ley General de Salud

C: Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios

D: Reglamento Federal de Seguridad e Higiene y Medio Ambiente en el Trabajo

E: Ley del Seguro Social

F: Reglamento para la Clasificación de Empresas y Determinación del Grado de Riesgo del Seguro de Riesgos en Trabajo

G: Reglamento de Gas Natural

H: Ley General de Asentamientos Humanos

I: Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos

J: Reglamento de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos



2.4 ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL ^(9, 15, 16, 45)

En el artículo 28 de la LGEEPA, se establece que si la empresa puede causar desequilibrios ecológicos requiere para su autorización de funcionamiento una *Manifestación de impacto ambiental*. Además, si la actividad se puede considerar como altamente riesgosa, también es obligatorio presentar una *Evaluación de Riesgo Ambiental*. Para empresas en operación, se establece en el artículo 147, que estas tienen la obligación de presentar una *Estudio de Riesgo Ambiental* y un *Programa para la Prevención de Accidentes*.

Una “actividad de alto riesgo” de acuerdo al artículo 146 de la LGEEPA, se establece “en virtud de las características Corrosivas, Reactivas, Explosivas, Tóxicas, Inflamables y Biológico-infecciosas (CRETIB), para el equilibrio ecológico o el ambiente, de los materiales que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además, los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento”.

El Estudio de Riesgo Ambiental es un instrumento de carácter preventivo mediante la aplicación sistemática de políticas, prácticas y procedimientos de manejo de tareas de análisis, evaluación y control de riesgos con el fin de proteger a la sociedad y al ambiente anticipando la posibilidad de liberación de sustancias consideradas como peligrosas por sus características CRETIB en las instalaciones y evalúa su impacto potencial, de manera tal que éste puede prevenirse o mitigarse, requiriendo como mínimo:

- Reconocimiento de posibles riesgos.
- Evaluación de posibles eventos peligrosos y la mitigación de sus consecuencias.
- Determinación de medidas apropiadas para la reducción de estos riesgos.

Los estudios de riesgo no sólo comprenden la evaluación de la probabilidad de que ocurran accidentes que involucren a los materiales peligrosos, sino también, la



determinación de medidas para prevenirlos. Los objetivos inmediatos del Estudio de Riesgo Ambiental son:

- Servir de ayuda en la toma de decisiones respecto a la autorización o no del proyecto presentado. Para ello, sus resultados habrán de presentarse en orden lógico, de forma objetiva y fácilmente comprensible.
- Identificar, prevenir e interpretar los efectos que un proyecto pueda tener en la sociedad y el ambiente.

El objetivo fundamental del Estudio de Riesgo Ambiental, es definir y proponer la adopción de un conjunto de medidas que permitan prevenir o incluso evitar los riesgos a la sociedad y al ambiente.

Un estudio de riesgo esta compuesto por dos partes: una en donde se emplean una serie de metodologías de tipo cualitativo y cuantitativo para identificar y jerarquizar riesgos, y así identificar los eventos no deseados. La otra parte es conocida como análisis de consecuencias, en donde se utilizan modelos matemáticos de simulación para cuantificar y estimar dichas consecuencias en caso de presentarse el evento. En síntesis este proceso multidisciplinario debe constituir la etapa previa (con bases científicas, técnicas, socioculturales, económicas y jurídicas), a la decisión de la puesta en operación de un proyecto determinado.

2.4.1 Información requerida

La elaboración de un Estudio de Riesgo Ambiental, en términos generales se constituye por un conjunto de documentos e información, que se resumen a continuación:

a) Información requerida en datos generales. Datos del promovente, documentación legal, así como información del responsable de la elaboración del estudio de riesgo.



b) Información aplicable a los cuatro niveles:

- Descripción general de las actividades del proyecto. Referencia de la ubicación de la actividad productiva proyectada y la superficie que ocupará, entre otras.
- Aspectos al medio natural y socioeconómico. Descripción detallada del entorno ambiental que rodea a la actividad que se pretende evaluar, lo cual permite determinar la vulnerabilidad de la zona, en caso de presentarse algún accidente en las instalaciones o de presentarse fenómenos naturales que afectan dicha actividad.
- Integración del proyecto. Señalar si las actividades de la instalación se encuentran enmarcadas en las políticas del Programa de Desarrollo Urbano, que tengan vinculación directa con las mismas.
- Conclusiones y recomendaciones. Resumen de la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y áreas de afectación; así mismo, se incluyen recomendaciones para corregir, mitigar o reducir los riesgos identificados.
- Anexo fotográfico. Presentar anexo fotográfico o video del sitio de pretendida ubicación de la instalación, en el que se muestran las colindancias y puntos de interés cercanos al mismo, además de las instalaciones, áreas o equipos críticos.

2.4.2 Nivel de estudio de riesgo

Las empresas que manejan sustancias peligrosas en las cantidades y condiciones que pueden conllevar el riesgo de que se produzca un accidente mayor, suelen clasificarse en distintos niveles de riesgo siguiendo criterios que permiten determinar su vulnerabilidad interna y la de las poblaciones circundantes. De acuerdo a la clasificación por su nivel de riesgo, depende el tipo de estudio de riesgo que se



les requiera. Para definir el nivel de riesgo de las empresas se emplean los siguientes criterios:

1. Por ubicación. Está relacionado con el tipo de zona en la que se planea desarrollar un proyecto industrial, comercial o de servicios, o donde se encuentre operando una instalación riesgosa, e involucra:

- Clasificación de la zona y uso del suelo colindante.
- Superficie de la empresa.
- Condiciones externas a la empresa.

2. Por proceso. Están relacionados con una serie de variables que pueden favorecer a que ocurran accidentes o que, por el contrario, contribuyen a prevenirlos o a controlarlos oportuna y adecuadamente. En particular, se consideran los volúmenes y peligrosidad de las sustancias que se manejan y las condiciones de seguridad en las que se realiza su manejo. Para lo anterior se evalúan los siguientes parámetros:

- Riesgo por manejo de sustancias peligrosas.
- Capacidad almacenada o de manejo.
- Propiedades físicas y químicas de las sustancias.
- Disposición de las sustancias peligrosas.
- Tipo de procesos o modalidades energéticas.

Por lo mencionado anteriormente se tienen los siguientes cuatro niveles de riesgo: Nivel 0, Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3. Estos se describen a continuación.

Nivel 0. Ductos terrestres. Aplica a cualquier proyecto que maneje sustancias consideradas como peligrosas en virtud de sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas o inflamables a través de ductos que presenten alguna de las siguientes características:



- a) Longitud igual o mayor de un kilómetro; diámetro nominal igual o mayor 10.16 centímetros; y presión de operación igual o mayor a 10 kg/cm^2 antes de la caseta de regulación. En virtud de que el riesgo ambiental inherente de un ducto se incrementa proporcionalmente con la longitud, diámetro nominal, y presión de operación.
- b) En su trayectoria cruza con zonas habitacionales o Áreas Naturales Protegidas.
- c) Independientemente de las condiciones anteriores, el ducto transporta ácido fluorhídrico, ácido clorhídrico, ácido cianhídrico, cloro, amoníaco, óxido de etileno, butadieno, cloruro de etileno o propileno.

Nivel 1. Informe preliminar de riesgo. Aplica a cualquier proyecto en el que se pretenda almacenar, filtrar o mezclar alguna sustancia considerada como peligrosa en función de sus características CRETIB, en cantidad igual o mayor a la establecida en el Primer o Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicados en el Diario Oficial de la Federación; a presión atmosférica y temperatura ambiente, en sitios donde el uso de suelo sea exclusivamente agrícola, industrial o rural sin uso.

Nivel 2. Análisis de Riesgo. Aplica para cualquier proyecto en el que se maneje alguna sustancia en cantidad mayor a la establecida en el Primer o Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicados en el Diario Oficial de la Federación que presente hasta cuatro de las características siguientes:

- a) El tipo de operación que se realiza es: destilación, refrigeración, y/o extracción con solventes o absorción.
- b) El almacenamiento se realiza en tanques presurizados.
- c) Existe reacción química, intercambio de calor/energía, presiones diferentes a la atmosférica o temperaturas diferentes a la ambiental.
- d) Se pretende ubicar en zona de reserva ecológica o donde el uso de suelo sea habitacional o mixto.
- e) La zona donde se pretende ubicar sea susceptible a sismos, hundimientos o fenómenos hidrológicos y metereológicos adversos.



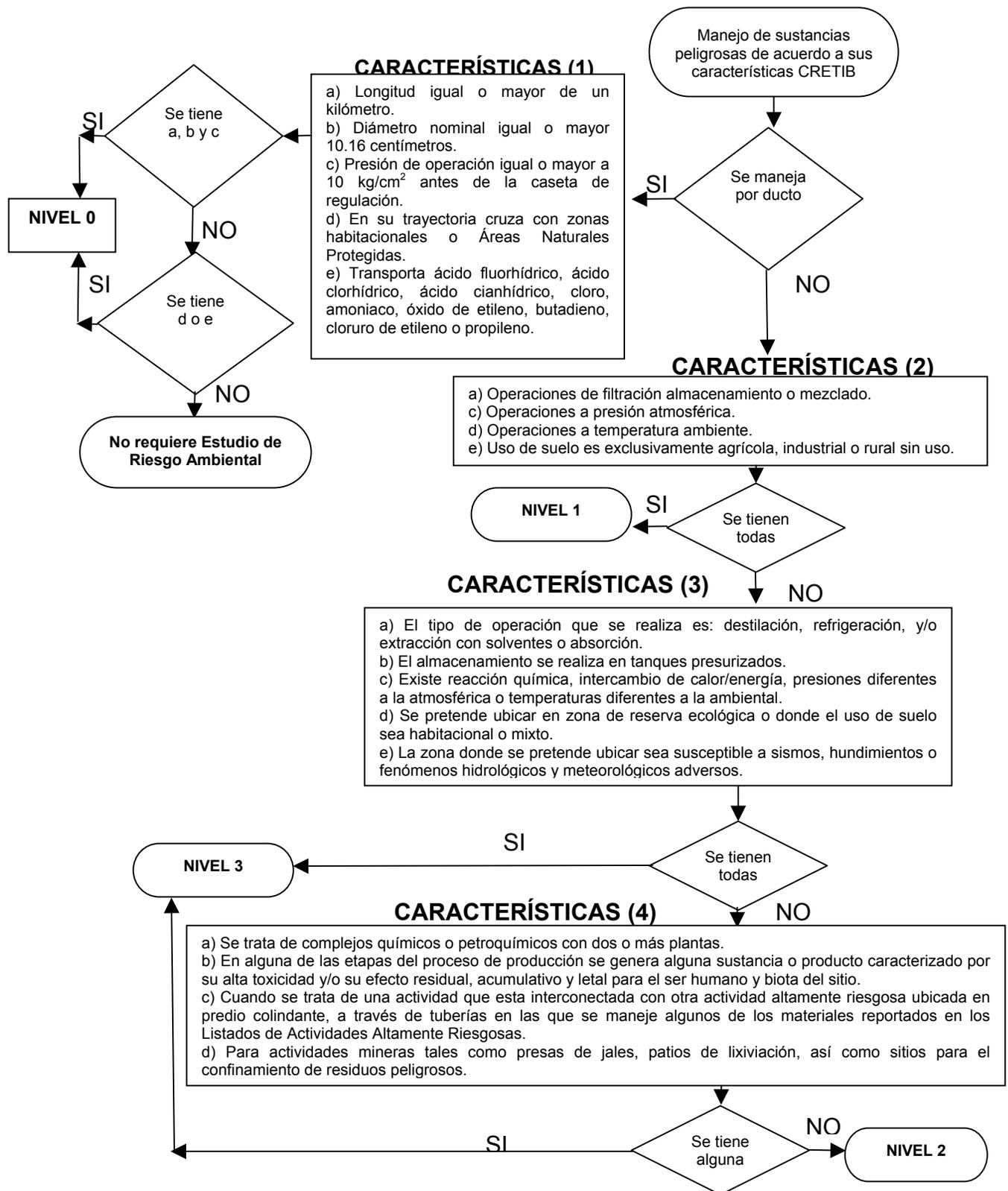
Nivel 3. Análisis detallado de riesgo. Aplica para cualquier proyecto en el que se maneje alguna sustancia en cantidad mayor a la establecida en el Primer o Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicados en el Diario Oficial de la Federación, que presente todas las características siguientes:

- a) El tipo de operación que se realiza es: destilación, refrigeración, y/o extracción con solventes o absorción.
- b) El almacenamiento se realiza en tanques presurizados.
- c) Existe reacción química, intercambio de calor/energía, presiones diferentes a la atmosférica o temperaturas diferentes a la ambiental.
- d) Se pretende ubicar en zona de reserva ecológica o donde el uso de suelo sea habitacional o mixto.
- e) La zona donde se pretende ubicar sea susceptible a sismos, hundimientos o fenómenos hidrológicos y meteorológicos adversos.

De lo contrario, que cuente con alguna de las características siguientes:

- a) Se trata de complejos químicos o petroquímicos con dos o más plantas.
- b) En alguna de las etapas del proceso de producción se genere alguna sustancia o producto caracterizado por su alta toxicidad y/o su efecto residual, acumulativo y letal para el ser humano y biota del sitio.
- c) Cuando se trata de una actividad que esta interconectada con otra actividad altamente riesgosa ubicada en predio colindante, a través de tuberías en las que se manejen algunos de los materiales reportados en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas.
- d) Para actividades mineras tales como presas de jales, patios de lixiviación, así como sitios para el confinamiento de residuos peligrosos.

La selección del Nivel de Riesgo se resume en la figura 1.

Figura 1. Selección de Nivel de Riesgo.⁴⁵



2.5 ANÁLISIS DE RIESGOS DE PROCESO (1, 7, 13)

Un análisis de riesgos de proceso (ARP) es un conjunto de técnicas que permiten identificar, analizar y evaluar de forma sistemática la probabilidad de ocurrencia de riesgos que puedan provocar en un momento determinado algún accidente. Los resultados del análisis de riesgos pueden ser utilizados para la toma de decisiones (gerencia ó administración de riesgos), ya sea mediante la jerarquización de las estrategias de reducción de riesgos ó mediante la comparación con los niveles de riesgos fijados como objetivo en una determinada actividad.

El ARP identifica riesgos, y permite evaluar las consecuencias y estimar la probabilidad de que tenga lugar, pero sobre todo, permite elaborar medidas preventivas para minimizar los riesgos y tomar la decisión de aceptar o no un riesgo en las condiciones en que se da el estudio. Si se acepta se busca mantenerlo en el nivel actual y por el contrario si se rechaza se debe de reducir su nivel mediante las medidas pertinentes.

2.5.1 Definición de riesgos y su clasificación

El análisis de riesgos es una disciplina que combina la evaluación ingenieril del proceso con técnicas matemáticas que permiten realizar estimaciones de frecuencia/probabilidad y consecuencias de accidentes.

Todas las actividades humanas se relacionan con un cierto riesgo potencial, dependiendo del tipo de actividad. Según la OSHA, el riesgo se define como una medida de la probabilidad y severidad del daño que se puede causar a las personas y a sus propiedades.



Por lo anterior, se puede determinar el riesgo de la siguiente manera:

$$R = P * C$$

Donde:

R es la cuantificación del riesgo,

P es la probabilidad de ocurrencia,

C son las consecuencias o totalidad de las pérdidas que se producen.

De tal modo, el riesgo tiene asociados dos parámetros la frecuencia y las consecuencias; de acuerdo con lo anterior se clasifica al riesgo de la siguiente manera:

1. De alta probabilidad y baja consecuencia.
2. De baja probabilidad y alta consecuencia.
3. De alta probabilidad y alta consecuencia.
4. De baja probabilidad y baja consecuencia.

Por otra parte, se define un accidente como un evento o la combinación de eventos no deseados e inesperados que provocan consecuencias negativas al personal, a la población en general, daños a instalaciones o a bienes de las personas o al medio ambiente.

En la actualidad la mayoría de la sociedad tiene conocimiento del riesgo que conlleva la actividad industrial, en algunos casos este riesgo es mucho mayor que otros dependiendo del tipo de industria. Para poder eliminar en su totalidad los riesgos, debemos de eliminar a la industria. Sin embargo, esto es imposible ya que nuestra sociedad esta basada en los satisfactores que se producen gracias a la actividad industrial. Por lo que se debe determinar qué tipo de riesgos se pueden aceptar, es decir, con cuales riesgos se pueden convivir y cuáles son los que se deben llevar hasta un nivel aceptable. Lo anterior se consigue estimando la magnitud del riesgo, para esto nos valemos de las Técnicas de Análisis de Riesgos (Risk



Analysis). Este tipo de técnicas cuantifica el riesgo con base a la probabilidad de ocurrencia y de las consecuencias que pueda acarrear a las personas y a sus bienes.

2.5.2 Etapas de un análisis de riesgos de proceso

Una técnica de análisis de riesgos enfocada a prevenir accidentes sigue las siguientes etapas:

- Conocer de manera detallada el proceso a estudiar, así como los materiales que emplea y el entorno en el cual se lleva a cabo el proceso, con el objetivo de identificar los riesgos que podrían llevar a un accidente. En esta etapa se identifican solo los riesgos que son probables de presentarse, es decir, se toman en cuenta los riesgos que sean más factibles a provocar un evento no deseado. Se debe de tener mucho cuidado en esta parte del análisis ya que se puede cometer el error de no tomar en cuenta algún riesgo que sea potencial, ya que un riesgo de este tipo que no se evalúa en el análisis es un riesgo doblemente potencial.
- Una vez identificados los riesgos se deben de analizar los mecanismos mediante los cuales se dan estos accidentes. En esta etapa se busca identificar las rutas que nos llevan al evento no deseado (accidente).
- Evaluar la magnitud del evento y tratar de cuantificar sus posibles consecuencias. Si se cuenta con la información necesaria se debe de estimar la probabilidad de ocurrencia del evento no deseado, se evalúa y cuantifica el impacto que tendría un accidente en el personal, instalaciones, público en general y el medio ambiente. Para realizar esta parte del análisis se utilizan modelos que permiten evaluar los efectos previstos. También, se busca estimar la probabilidad de ocurrencia de un accidente usando métodos estructurados para este fin como el Análisis de Árbol



de Fallas; este tipo de métodos permite cuantificar la probabilidad de que se presente algún accidente durante la vida útil de la planta.

- Por último, se deben determinar las medidas enfocadas a prevenir, eliminar o minimizar el riesgo. Es decir, se deben obtener del análisis de riesgos una serie de medidas con el objeto de que al ser implementadas permitan reducir o en su caso mantener el nivel de riesgo en un nivel aceptable

2.5.3 Técnicas de análisis de riesgos proceso

Las técnicas de análisis de riesgos existentes son muy variadas y con múltiples aplicaciones. Algunas son del ámbito cualitativo y otras cuyo objetivo es cuantificar los riesgos existentes. Su aplicación va a depender del caso en estudio, es decir, nos inclinamos por el uso de una u otra técnica dependiendo del grado de profundidad que se le quiera dar a cada caso. En la tabla 4 se muestran algunas de estas técnicas o métodos de Análisis de Riesgos.

Tabla 4. Métodos de Análisis de Riesgo de Proceso.

Métodos comparativos Se basan en la comparación de las condiciones del caso en estudio con códigos, normas o listas de comprobación. Estos documentos se elaboran a partir de la experiencia adquirida a lo largo de la práctica de operaciones previas.	Códigos, Estándares y Normas
	Lista de verificación "Checklist"
	Análisis histórico de accidentes
	Revisiones de seguridad
	Auditorías de seguridad
Índices de riesgos Se utilizan para señalar las áreas de mayor concentración de riesgo. Dicha señalización se obtiene asignando puntos buenos con base en las medidas de seguridad con que se cuenta en la instalación para evitar o minimizar un accidente. De igual modo se acreditan puntos malos tomando en consideración las condiciones que se presenten en la instalación. Al combinarse los puntos malos con los buenos se obtiene la calificación final que proporciona el índice de riesgo.	Índice Dow
	Índice Mond

**Tabla 4.** Métodos de Análisis de Riesgo. (continuación)

Métodos generalizados Los métodos generalizados a diferencia de los antes mencionados son más estructurados y con un esquema de razonamiento más sistemático.	Análisis "What-If"
	Análisis de Formas de Fallas y Efectos
	Análisis de Árbol de Fallas
	Análisis de Árbol de Eventos
	Análisis de Peligros y Operabilidad "HazOp"
	Análisis de Error Humano
Análisis de Causa-Efecto	

2.6 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS ⁽⁴⁾

Tras identificar los peligros y riesgos por alguna técnica de análisis de riesgos, surge la necesidad del análisis de las consecuencias de los incidentes que pueden ocurrir. El análisis de consecuencias se encarga de evaluar todos aquellos efectos que se derivan de la toxicidad de las sustancias, de los problemas de sobrepresión y de los altos niveles de radiación térmica producidos por la combustión de materiales inflamables, que pueden resultar de un incidente como: incendio, explosión, fuga o a partir de un derrame de una sustancia química.

El análisis de consecuencias es un proceso "con visión futura", ya que sirve para identificar las posibles formas de progreso de eventos que involucren sustancias peligrosas, cuantificar la magnitud y alcance de sus efectos sobre las personas, las instalaciones y el medio ambiente. Dicho análisis se basa en la aplicación de modelos matemáticos con base en balances de momento, masa y calor conjuntados con algunas consideraciones heurísticas y de simplificación para conocer los efectos emitidos por ondas de sobrepresión, radiación térmica, dispersión de nubes tóxicas o derrames de mezclas explosivas, entre otros.

Este análisis genera información muy útil, ya que proporciona las herramientas adecuadas y métodos matemáticos para la correcta determinación de las consecuencias de los accidentes que se pueden producir en los establecimientos en los que se encuentren presentes sustancias peligrosas. Dentro de esta información se incluye la tasa de descarga del material, la cantidad total que es descargada y el estado físico del material. Esta información es valiosa para evaluar el diseño de



nuevos procesos y en el caso de procesos en operación, evalúa los sistemas de seguridad existentes en la instalación.

2.6.1 Etapas del análisis de consecuencias

Un análisis de consecuencias consta de siete etapas:

1.- Selección de los eventos no deseados a analizar. La selección de eventos se hace a partir de los resultados del estudio como el HazOp o del juicio del analista de riesgos, por ejemplo, de un árbol de eventos.

2.- Especificación de los escenarios. En esta etapa se recolecta información sobre las sustancias, el equipo y su configuración, así como detalles de las características del evento incluyendo aquellos que afectan al entorno como son la dirección de la fuga, la dimensión del orificio y las condiciones climatológicas, entre otros. También se identifican todas las posibles formas de evolución del evento, debido a que deben evaluarse por completo las posibles consecuencias. La información recolectada se emplea para realizar una simulación de los fenómenos físicos y determinar sus consecuencias.

3.- Determinación de la mecánica de liberación o exposición del material. En esta etapa se busca predecir a partir de las características del escenario, los parámetros que definen los detalles de la liberación, mediante modelos dinámicos de fluidos.

4.- Determinación de la dispersión del material. De la misma forma que en la etapa anterior, los perfiles de concentración de la energía térmica y de la sobrepresión, se calculan empleando modelos de dispersión, de incendios y de explosiones.



5.- Cuantificación de las consecuencias sobre el entorno. En esta etapa se estima el daño que el evento analizado podría infringir a personas, equipo y ambiente. Esto se hace a partir de los perfiles de la concentración, de la intensidad de la radiación y de la sobrepresión obtenidos en la etapa anterior, así como de dos formas complementarias de evaluación que son: las relaciones magnitud-efecto y del método Probit (modelo econométrico estadístico - probabilístico).

6.- Emisión de recomendaciones. En esta etapa se genera una lista de acciones y mejoras enfocadas a prevenir y mitigar las consecuencias de los eventos analizados. Cuando es necesario, las recomendaciones se deben soportar con un conjunto de normas, estándares y prácticas recomendadas aplicables.

7.- Documentación del análisis de consecuencias. En esta etapa se genera un reporte que contiene la siguiente información: un listado de los escenarios analizados, la descripción detallada de cada escenario, una memoria de las simulaciones y cálculos efectuados, y la lista de todas las recomendaciones emitidas en el análisis de consecuencias.

2.7 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ^(5, 8)

Vulnerabilidad se define como la facilidad con la que un sistema puede cambiar su estado normal a uno de desastre o deteriorado, por la incidencia de determinados actos. El proceso para determinar el valor de riesgo y la susceptibilidad de los bienes expuestos a una amenaza específica se denomina análisis de vulnerabilidad. Este análisis proporciona los siguientes datos:

1. Descripción geográfica de las áreas determinadas como vulnerables para la identificación de riesgos, así como las razones por las que se definió como vulnerable dicha zona (por ejemplo condiciones meteorológicas).



2. El tamaño y tipo de poblaciones que puedan resultar afectadas en la zona vulnerable.
3. Las propiedades (públicas o privadas) que puedan resultar afectadas.
4. Descripción de cómo y cuáles son las afectaciones al medio ambiente.

2.8 PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES (PPA) ^(14, 39, 42)

Un Programa para la Prevención de Accidentes (PPA) es un documento especializado que deben elaborar las empresas que realizan actividades altamente riesgosas, basado en los resultados obtenidos en un Estudio de Riesgo Ambiental, que integra la organización, los recursos humanos y materiales, planes, procedimientos, medidas y acciones preventivas y de preparación de la respuesta a emergencias que involucren materiales peligrosos, así como para la recuperación y restauración, con el propósito de proteger a los trabajadores, a la población, al medio ambiente y los recursos naturales.

2.8.1 Guía para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA)

Para la elaboración del documento del PPA se debe estructurar de acuerdo a la “Guía para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA)” proporcionada por la SEMARNAT, que se puede obtener a través de la página electrónica de esta Secretaría. Esta guía se presenta en el Anexo A.



2.8.2 Estructura del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA)

En resumen, el PPA está conformado por:

1. Antecedentes. Riesgo ambiental. En esta parte se incluye:
 - Resultados del Estudio de Riesgo Ambiental. En esta parte se incluyen los análisis de riesgos así como el análisis de consecuencias. Este último a través de los diagramas de pétalos (Ver anexo B).
 - Características geológicas, demográficas, meteorológicas del entorno de la empresa (análisis de vulnerabilidad).
 - Resultados de los análisis de consecuencias, así como la descripción de las posibles afectaciones a la población y la vialidad.
2. Medidas preventivas y de seguridad. Se integra un listado de las actividades de mantenimiento preventivo, así como de inspecciones de seguridad que se realizan en cada planta.
3. Equipos y servicios. Incluye los equipos y servicios que se tienen para responder a una emergencia.
4. Plan de control y atención a emergencias ambientales. Este punto se divide en Nivel interno: donde se incluye la organización que tiene la Refinería para la atención de emergencias, procedimientos de respuesta a emergencias y fin de esta, capacitación en tema de seguridad; y en Nivel Externo que incluye: empresas de apoyo, plan de respuesta a emergencias externas, rutas de evacuación, albergues y simulacros.



2.8.3 Aprobación del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA)

Con objeto de dictaminar sobre los Programas para la Prevención de Accidentes, que ingresan a la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) de la SEMARNAT, y a través del Procedimiento de Impacto y Riesgo Ambiental para nuevos proyectos de actividades altamente riesgosas o del resultado de los Estudios de Riesgo Ambiental realizados por empresas en operación, tras las modificaciones a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente introducidas en diciembre 1996, se creó el Comité de Análisis y Aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes (COAAPP). El COAAPP está conformado por las siguientes secretarías:

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/PROFEPA
- Secretaría de Gobernación/Dirección General de Protección Civil
- Secretaría de Energía/Dirección General de Seguridad y Protección Ambiental
- Secretaría de Salud/Dirección General de Salud Ambiental
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social/Dirección General de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Además del Instituto Nacional de Ecología (INE), el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y por representantes del Gobierno del Distrito Federal.

Las funciones del COAAPP son:

- Analizar y aprobar mediante dictamen técnico, los Programas para la Prevención de Accidentes (PPA) que le presenten a su consideración.
- Elaborar, revisar, actualizar y aprobar las guías relativas a los PPA's y otros términos de referencia para su adecuada elaboración y análisis.
- Solicitar a las empresas, por conducto de la SEMARNAT, la información adicional necesaria y/o la actualización de los PPA, para el ejercicio de sus funciones.



- Solicitar opiniones técnicas a otras dependencias, entidades o instituciones especializadas en asuntos de su competencia.
- Establecer el procedimiento interno al que deberá sujetarse el análisis y aprobación de los PPA.
- Proponer bases para armonizar las funciones del Comité con las actividades del Sistema Nacional de Protección Civil.

2.9 REFINERÍA “GRAL. LÁZARO CÁRDENAS DEL RÍO” ⁽¹²⁾

De acuerdo al “*Diccionario de Términos de PEMEX - Refinación*” una refinería es la instalación industrial donde se lleva a cabo la refinación del petróleo crudo mediante diferentes procesos.

La forma general de operar de una refinería es la siguiente: La refinería recibe la carga de petróleo crudo procedente de los campos productores por medio de oleoductos o de buquetanques para transporte de crudo (cuando está ubicada en zonas próximas a la costa o a vías fluviales). Mediante procesos que incluyen el calentamiento, fraccionamiento, tratamientos a presión, vacío, calentamiento en presencia de catalizadores, lavado con ácidos, extracción con solventes y otros; el petróleo crudo es dividido en múltiples componentes entre los que destacan gases ligeros, gasolinas, nafta, turbosina, querosina, gasóleos, lubricantes ligeros pesados, combustóleos y coque, además de un conjunto de productos petroquímicos.

De manera general, el funcionamiento de una refinería se resume en la figura 2.

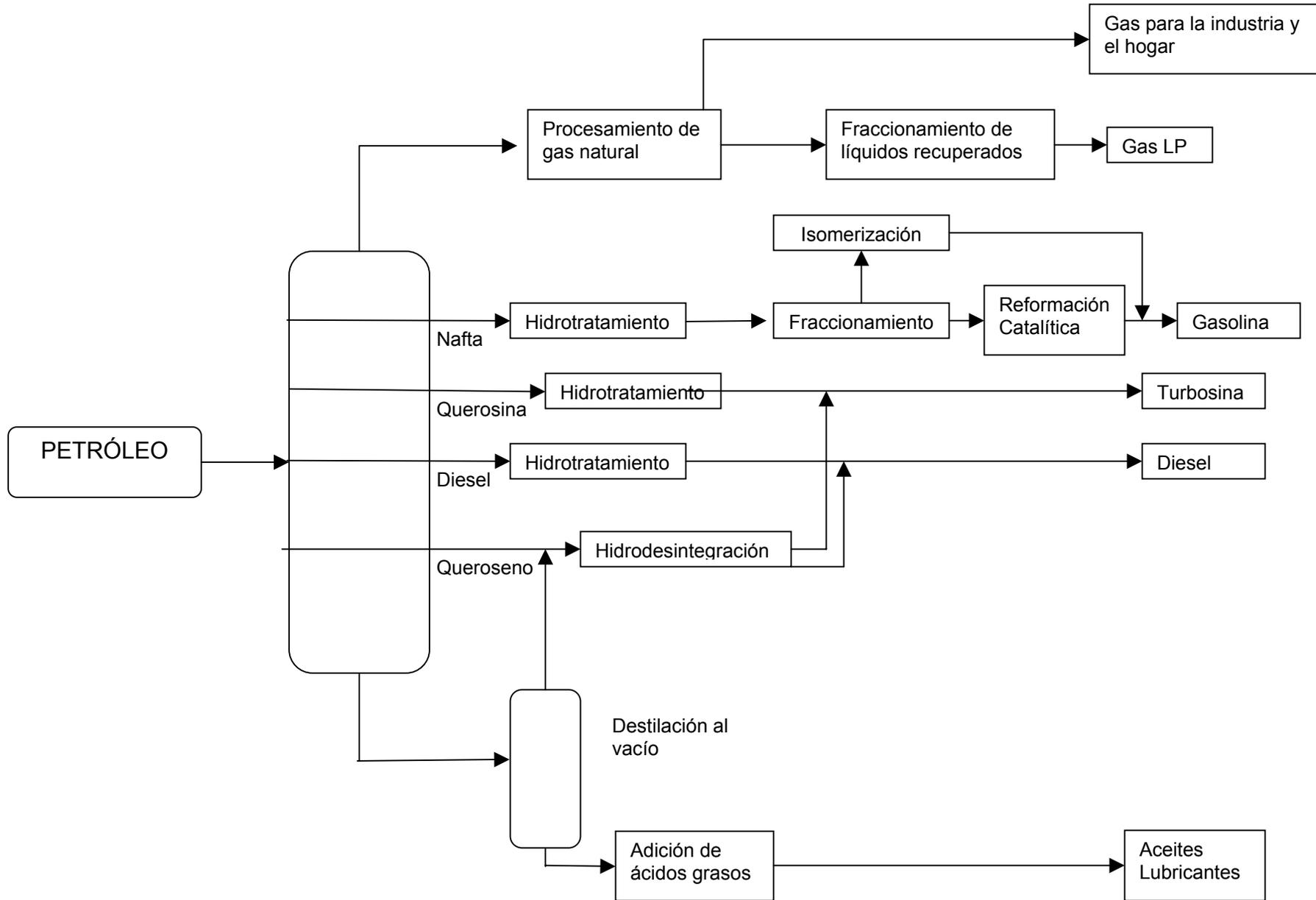


Figura 2. Proceso de refinación del petróleo.



Las características de estas instalaciones varían y están determinadas, en principio, por las propiedades de los productos que elaboran. Su configuración se basa en factores técnicos, y los que preveen las condiciones geográficas de donde se sitúan, las instalaciones y medios de distribución para la comercialización de los productos obtenidos e incluso las instalaciones para la obtención de los insumos propios de la refinería, así como los requerimientos y condiciones del mercado cuya demanda satisfaga. Es decir, las instalaciones propias de cada refinería determinan, su configuración física.

La refinación la constituye el conjunto de procesos físicos y químicos a los cuales se somete el petróleo crudo obtenido de la perforación, a fin de convertirlos en productos de características comerciales deseables. Lo anterior se hace necesario por las características específicas del crudo, pues su obtención suele tener distintas procedencias que lo convierte en un producto de distinta constitución y rendimiento; de ahí que sea necesario aplicarle distintos tratamientos con el propósito de dar a los productos obtenidos las cualidades comerciales que requiere cada tipo de mercado.

La Refinería “General Lázaro Cárdenas del Río” se localiza dentro del municipio de Minatitlán, Veracruz. Cuenta con una superficie de 200 hectáreas, limitando su parte sur – suroeste con el río Coatzacoalcos.

La producción satisface la demanda de su zona de influencia geográfica. Los excedentes se utilizan para mantener el equilibrio de la demanda nacional y parte a la exportación de productos elaborados; lo anterior ha propiciado el desarrollo de otras industrias como la petroquímica secundaria.

La misión de la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” es elaborar energéticos, petroquímicos y lubricantes a partir del petróleo crudo y gasolina natural, para satisfacer los requerimientos de los clientes, buscando la excelencia a través de la



mejora continua, eficiencia y rentabilidad, cuidando el entorno ecológico que nos rodea.

2.9.1 Instalaciones

La Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” cuenta con las siguientes plantas de proceso:

Área 1

- Destilación Primaria No.1
- Destilación Primaria No. 2
- Destilación Primaria No. 3
- Preparadora de Carga No. 1
- Polimerización (Fuera de Operación)

Área 2

- Deisobutanizadora (DA-201)
- Fraccionamiento de Butanos
- Hidrodesulfuradora de Gasolina
- Hidrodesulfuradora de Diesel
- Hidrodesulfuradora de Kerosina

Área 3

- Reformadora de Benceno, Tolueno y Xileno
- Reformadora de Naftas Pesadas 1
- Ciclohexano (Fuera de Operación)

Área 4

- Desintegración Catalítica
- Primaria No. 5
- Spliter de propano propileno



- Preparadora de Carga No. 2
- Preparadora de Carga No. 3

Área 5

- Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios
- Isomerizadora de Pentanos-Hexanos
- Regeneración Continua de Catalizador
- Hidrodesulfuradora de Naftas
- Reformadora de Naftas
- Fraccionamiento y Tratamiento de Hidrocarburos

Área 6A

- Bombeo y Almacenamiento de productos
- Almacenamiento de LPG

Área 6B

- Aguas Amargas No. 1
- Aguas Amargas No. 2
- Recuperadora de Azufre

Área 7A

- Calderas BF-501 y BF-502
- Calderas CB-5

Área 7B

- Termoeléctrica No. 3 (Calderas CB-2, CB-3 y CB-4)
- Planta desmineralizadora, clarificadora (pretratamiento) WS-53 A/B

Además de las plantas de proceso antes mencionadas, la Refinería cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.



3. TRABAJO EN CAMPO

3.1 DESARROLLO DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ^(14, 18, 19)

PEMEX es una empresa comprometida con la seguridad industrial y con la protección ambiental, por lo que, a través de la UNAM – Facultad de Química en coordinación con la Unidad de Seguridad Industrial y Protección Ambiental (USIPA), se elaboró un Programa para la Prevención de Accidentes (PPA) para una de sus Refinerías. Lo anterior con el propósito de reunir en un documento los recursos para responder a una emergencia, debido a que la Refinería es un establecimiento que realiza actividades altamente riesgosas. Este PPA se elaboró con base en la Guía que proporciona la SEMARNAT.

Para comenzar el proyecto del Programa para la Prevención de Accidentes se realizó un plan de trabajo, dividido en cuatro etapas. Con este plan de trabajo se programaron las actividades de acuerdo a las características del trabajo, es decir si se trataba de trabajo de gabinete o de trabajo en campo y recopilación de información. Para el primer caso el trabajo se realizó en la Facultad de Química (FQ) y para el segundo en la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas del Río” (RGLC). Este plan se describe en las tablas 5, 6, 7 y 8, donde los números entre paréntesis indican el punto de la guía al que corresponden las actividades.

**Tabla 5.** Etapa 1: Recopilación y elaboración de información general.

Lugar	Actividad (Punto de la Guía)	Observaciones
RGLC	Recopilar y en su caso actualizar o elaborar la siguiente información: a) procedimientos para: fugas, derrames, incendios, explosiones, evacuación, búsqueda, rescate, triage y primeros auxilios. b) Procedimientos para: afectaciones por fenómenos naturales, declarar el fin de la emergencia y acciones de post-emergencia. c) Procedimientos para la investigación y control de incidentes. (13, 29, 30, 31, 32, 33,34, 35 y 38)	Solicitar los procedimientos mencionados en formato electrónico.
RGLC	Elaborar una relación de expertos externos que puedan ayudar en una emergencia. (37)	Solicitar un listado de las empresas especialistas en el manejo de materiales peligrosos.
RGLC	Recopilar y en su caso actualizar: a) Acta constitutiva del GAMI. b) reglamento del GAMI. (41)	Solicitar el Acta constitutiva del y el reglamento de operación del GAMI.
RGLC	Obtener información general de la Refinería para llenar la Hoja de datos generales del PPA. (0)	Anotar los datos generales de la Refinería.
RGLC	Elaborar estudio sobre la vulnerabilidad ambiental de la Refinería. (1, 7, 9 y 10)	Adquirir: Manifiesto de Impacto Ambiental y Estudio de Riesgos.
RGLC	Recopilar y en su caso actualizar o elaborar la siguiente información: a) Organigrama y directorio de la Unidad de Respuesta a Emergencias de la Refinería (URE). b) Funciones y responsabilidades de los miembros de la URE. c) Directorio con: nombre, cargo en la empresa, cargo en la organización, número telefónico, extensión en la planta, radio trunking, dirección y No. de teléfono particular. (26, 27 y 2)	Solicitar reglamento de operación de la URE, directorio actualizado de la URE

**Tabla 5.** Etapa 1: Recopilación y elaboración de información general. (continuación)

RGLC	Elaborar una relación de los recursos humanos disponibles para atender una emergencia. Directorio de las brigadas de emergencia (BRIEM) con: nombre, cargo en la empresa, cargo en la organización. (31)	Solicitar: Acta constitutiva de las BRIEM y directorio actualizado
RGLC	Recopilar información sobre los estudios de riesgos y los análisis de consecuencias realizados a las plantas de la Refinería. (1, 29 y 10)	
FQ	Elaborar el Informe Técnico del Estudio de Riesgo de acuerdo con el formato de la SEMARNAT. (1)	
FQ	Realizar la estimación de la cantidad de personas que pudieran ser afectadas en caso de un accidente. (6)	
FQ	Actualizar procedimiento para la comunicación de riesgos a autoridades locales. (4)	
FQ	Elaborar estudio sobre la vulnerabilidad vial. (8)	Adquirir: carta urbana, Atlas municipal de riesgos.
FQ	Elaborar estudio documental sobre la vulnerabilidad geológica e hidrometeorológica de la Refinería. (4 y 5)	
FQ	Actualizar los diagramas con los análisis de consecuencias de acuerdo con los criterios de SEMARNAT. (10)	

**Tabla 6.** Etapa 2: Recopilación de información específica y actualización de la misma por sector.

Lugar	Actividad (Punto de la Guía)	Observaciones
RGLC	Elaborar un censo de extintores, equipo e instalaciones contra explosiones, fugas, derrames y de contención. (15,16,17)	Solicitar inventario de extintores: tipo capacidad y cantidad; distribución de red de agua contraincendio; localización de hidrantes; monitores y aspersores; localización de detectores de mezclas explosivas, hidrógeno, humo; instalaciones contra explosiones, diques de contención, instalaciones subterráneas para materiales peligrosos, inflamables, explosivos, anillos de enfriamiento, sistemas de espumas.
RGLC	Solicitar un censo de los tipos y ubicación de los equipos de protección personal para emergencias como son equipos de bombero, trajes encapsulados, equipos de respiración con aire autocontenido. Realizar aproximadamente 45 diagramas con la ubicación de extintores y equipo para responder a emergencias. (Previa impresión en la FQ) (15,16,17,18, 24)	Solicitar distribución de red general de agua contraincendio; autobombas con inventario; inventario de equipo fijo y móvil para atender emergencias, equipos de recuperación de hidrocarburos (HC), y materiales peligrosos, unidades de trasvase, kits para recuperar materiales específicos, barreras contenedoras de HC. Además, solicitar información sobre el sistema de drenaje de recuperación de HC.
RGLC	Elaborar un censo de dispositivos para determinar la dirección del viento y de vehículos que puedan ser utilizados para transporte de personal en caso de emergencias. (14,21 y 24)	Solicitar una lista de la localización de los conos direccionales y un inventario de las unidades de transporte disponibles para atender una emergencia.
RGLC	Recopilar una relación de las instalaciones de atención médica y equipo de primeros auxilios. (19)	Solicitar inventario de equipo médico y de primeros auxilios y unidades móviles, así como, el inventario de lo que contienen estas últimas.
RGLC	Relación de sistemas y equipos de comunicación y alarmas. (20)	Solicitar información de la cantidad, características y número de sirenas y silbatos que se usan para la comunicación de la emergencia. Además de tableros de control, accionadores de alarma, botoneras, intercomunicadores, silbatos, y demás equipos de comunicación. Solicitar el procedimiento de activación de alarmas en caso de emergencia.

**Tabla 6.** Etapa 2: Recopilación de información específica y actualización de la misma por sector. (continuación)

RGLC	Programa anual de capacitación y simulacros (36, 44)	Solicitar programa anual de actividades anuales de cada área para realizar campañas de seguridad, cursos por planta, cursos internos y externos para personal operativo, mandos medios y administrativo.
RGLC	Elaborar un diagrama con las rutas de evacuación, centros de concentración y albergues. (22, 24, 40)	Solicitar listado de albergues, plano con rutas de evacuación y centros de concentración y conteo.

Tabla 7. Etapa 3: Lista de materiales peligrosos así como la captura y actualización de hojas de datos de seguridad.

Lugar	Actividad (Punto de la Guía)	Observaciones
RGLC	Obtener una lista con las sustancias utilizadas en cada planta de la Refinería. Realizar un inventario de la cantidad de sustancias manejadas en la Refinería. (2)	Solicitar: Lista de sustancias manejadas en cada planta o área de la Refinería y cantidad manejada de cada sustancia.
FQ	Realizar una clasificación de las sustancias peligrosas de acuerdo con los listados de sustancias altamente riesgosas publicados en el diario oficial de la federación. (2)	
FQ	Actualización y elaboración de hojas de datos de seguridad.	Consultar las normas NOM-010-STPS-1999 y NOM-018-STPS-2000

**Tabla 8.** Etapa 4: Integración del PPA, elaboración del reporte final y entrega a la SEMARNAT para su evaluación.

Lugar	Actividad (Punto de la Guía)	Observaciones
FQ	Integrar la información de las etapas 1, 2 y 3 en un archivo electrónico, de acuerdo con la Guía para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).	
FQ	Imprimir aproximadamente 200 diagramas para tres juegos impresos del PPA (uno para SEMARNAT y dos para la Refinería).	
FQ	Imprimir tres juegos impresos del PPA (uno para SEMARNAT y dos para la Refinería).	
FQ	Preparar tres juegos del PPA impreso con sus respectivos separadores en carpetas de tres argollas.	
FQ	Preparar y entregar cinco copias en archivo electrónico del PPA en disco compacto para las siguientes dependencias: SEMARNAT (1), Protección Civil Estatal (1), Protección Civil Municipal (1), Refinería (2).	
FQ	Incorporar los acuses de recibo a las copias del PPA para la Refinería.	
SEMARNAT	Realizar pago de los derechos por la Evaluación de PPA de la Refinería.	
SEMARNAT	Entrega del PPA de la Refinería en la Dirección de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas de la SEMARNAT para su evaluación.	
RGLC	Entrega de la constancia de recepción del PPA a la Refinería.	

Para la recopilación de información en la Refinería se programaron visitas a esta cada 2 semanas, con el fin de procesar la información obtenida. Es decir, se visitaba la Refinería 4 días de la semana, el quinto día (ya en la Facultad de Química) se organizaba la información recopilada, y la siguiente semana se procedía al desarrollo de los puntos de la guía con base en la información obtenida. Debido a



lo anterior la recopilación de información se hacía más específica, por lo que en muchos casos esta se conseguía a través de entrevistas.

Además de la recopilación de la información, se realizaron recorridos en campo para documentar la ubicación de equipos y servicios para la detección y combate de una emergencia; lo anterior con ayuda de diagramas generales de localización de equipos (DGLE) que ya se tenían previamente.

Como parte de las actividades de gabinete se llevaba una bitácora individual, con el fin de que el ingeniero residente del proyecto tuviera un control de los avances del proyecto.

Cabe mencionar que durante la elaboración del PPA se entregaron reportes mensuales de los avances a la USIPA, con lo que esta hacía las observaciones pertinentes.

El equipo que desarrolló el Programa para la Prevención de Accidentes estuvo conformado por siete personas. Los puntos de la guía se distribuyeron entre cuatro miembros del equipo. Además del desarrollo de los puntos, cada miembro tenía otras actividades complementarias al PPA, por ejemplo la elaboración y/o actualización de procedimientos.



3.2 INFORMACIÓN: RECOPIACIÓN, ACTUALIZACIÓN Y ANÁLISIS (3, 4, 6, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 39, 42, 45, 49, 50)

Para obtener la información documental, se consultaron diversas fuentes de información, como:

- Servicio Sismológico Nacional.
- Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2001).
- Departamento de Vulcanología del Instituto de Geofísica de la UNAM.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).
- Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000, Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
- Norma de Referencia NRF-009-PEMEX-2004, Identificación de productos transportados por tuberías o contenidos en tanques de almacenamiento.
- Primer y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.



- Guía de Respuesta a Emergencias en Norteamérica (GRENA).
- Página electrónica de la SEMARNAT.

La información recopilada en la Refinería se obtuvo de tres fuentes:

- Fotocopias de archivos.
- Archivos electrónicos.
- Entrevistas con ingenieros, investigadores, técnicos, operadores, administrativos, personal de contra incendio y vigilantes.

Se llevó un registro de la información recopilada, para así tener un control de la misma. Esta información se puede clasificar en:

- Análisis de riesgo y consecuencias.
- Procedimientos, internos y externos.
- Diagramas.
- Hojas de datos de seguridad (HDDS).
- Inventarios.
- Reglamentos.
- Normas.
- Registro de incidentes.
- Programas de actividades.
- Otra. Como actas constitutivas, listados, temario de cursos, informes.

Análisis de Riesgo y Consecuencias

Con la información recopilada se determinó que la Refinería cuenta, con Análisis de Riesgo de Proceso (ARP) elaborados en su mayoría por la Universidad Nacional Autónoma de México. Las técnicas que se emplearon para realizar dicho análisis son: Análisis de Peligros y Operabilidad (HazOp) y Análisis de Árbol de



Fallas. Con esto se identificaron los riesgos y se determinó la probabilidad de que ocurriera el evento no deseado. Con los resultados, se realizaron Análisis de Consecuencias (AC) con la ayuda del software PHAST (Process Hazard Analysis Safety Tool).

En total el establecimiento cuenta con 28 análisis de riesgo, realizadas en 24 plantas proceso de 6 áreas de la Refinería con un total de 26 ARP's, y uno más en el área de almacén. De estos ARP's, 11 no tenían AC, por lo que el equipo de la UNAM los elaboró en este proyecto. Además, se elaboró un AC adicional a estos ARP's, correspondiente a un evento en ductos.

Procedimientos

Se recopilaron procedimientos que aplican al exterior de la Refinería, en este caso fueron 5. Estos procedimientos se refieren, principalmente, a la participación de este centro de trabajo con los Grupos de Ayuda Mutua Industrial y con la Unidad de Protección Civil.

Se recopilaron en total 94 procedimientos que aplican sólo al interior de la Refinería; estos se pueden clasificar en:

- Procedimientos para respuesta a emergencias (66). Por ejemplo: *Plan de Respuesta a Emergencias (PRE)*.
- Procedimientos para la elaboración de procedimientos (14). Por ejemplo: Guía para elaborar planes de respuesta a emergencias.
- Procedimientos para realizar operaciones (14). Por ejemplo: *Procedimiento para evaluar la exposición laboral a ruido acústico en los centros de trabajo de PEMEX*.

De los procedimientos de respuesta a emergencias, para este proyecto, el equipo de la UNAM elaboró 11, que corresponden a los AC elaborados; y actualizó



29. La actualización se realizó con base a los procedimientos establecidos y recopilación de información.

Es importante mencionar que para elaborar el documento del PPA se emplearon 15 procedimientos.

Diagramas

En la Refinería se recopilaron 18 diagramas con AC, un plot plan de la Refinería, 1 del municipio de Minatitlán, 1 de la red general de agua contra incendio; este último no se encontraba digitalizado por lo que el equipo de la UNAM lo dibujó con el *software* AutoCad^{MR}.

Para cubrir los requerimientos de la guía, se adquirió un plano del municipio (carta urbana) de Minatitlán en el INEGI. Se contaba con 22 planos denominados “Diagrama General de Localización de Equipos” (DGLE), que corresponden a las plantas de la Refinería. Estos se emplearon para la ubicación de equipos para responder a una emergencia.

El plano general de la Refinería, así como los DGLE de las plantas de la misma, se actualizaron con el *software* AutoCad^{MR} para incluir la información de los equipos encontrados en campo para la detección y ataque de la emergencia.

Hojas de Datos de Seguridad (HDDS)

En la Refinería se encontraron 65 HDDS en formato electrónico, de las cuales 8 fueron elaboradas por el Instituto Mexicano del Petróleo; además, se emplearon 28 fotocopias. También se tenían HDDS de la Refinería “Ing. Antonio M. Amor”. Como parte de este proyecto se elaboraron y actualizaron las hojas de datos de seguridad que fueron necesarias.



Inventarios

En este caso se recopilaron 13 inventarios de sustancias que maneja la Refinería, así como 19 de materiales para responder a una emergencia.

Se tienen varios inventarios de sustancias por que la Refinería los tiene clasificados por área, por ejemplo: laboratorio, almacén o en tanques. Estos inventarios se corroboraron en entrevistas con ingenieros encargados de la Unidad de Gestión de la Producción.

Para el caso del inventario de materiales, también se recopilaron varios, debido a que se tienen clasificados de distinta forma, por ejemplo: equipos fijos (como hidrantes), móviles (como extintores), por áreas (por ejemplo bodega de Prevención y Contra Incendio), para atención médica, para apoyo a los GAMI. Estos se corroboraron en los sitios donde se encuentran. Por ejemplo se visitó la Unidad de Medicina y Salud Ocupacional (UMSO), o en las visitas en campo para realizar los planos de ubicación de equipo para respuesta a emergencias se hizo el censo y ubicación de hidrantes y extintores entre otros.

Reglamentos

En este caso se recopilaron reglamentos tanto internos como el *Reglamento de la Unidad de Respuesta a Emergencias (URE)*; como externos, por ejemplo, el *Convenio conjunto para compartir frecuencia, para la atención de emergencias químicas en la zona Minatitlán – Cosoleacaque – Coatzacoalcos, Veracruz*.

Normas

Se recopilaron 6 normas de referencia, que se emplearon para la elaboración y actualización de procedimientos y de hojas de datos de seguridad.



Registro de incidentes

La Refinería cuenta con un sistema automatizado de registro de incidentes.

Programas de actividades

Se recopilaron programas anuales de actividades como mantenimiento a equipo de proceso, y a equipo para responder a emergencias, simulacros, difusión de actividades preventivas.

Otra

También se recopiló información que no fue modificada, pero se empleó para cubrir los requerimientos de la guía para elaborar el PPA; por ejemplo, el *Libro Verde*.

3.3 TRABAJO REALIZADO ^(3, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 30, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 47)

En particular para este proyecto las actividades que se realizaron se centraron al desarrollo de los puntos descritos a continuación.

Etapa 1

Para esta etapa se desarrollaron los puntos enlistados a continuación.

005 Vulnerabilidad Hidrometeorológica

Para el desarrollo de este punto se consultó el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, de donde se emplearon 3 mapas de peligros, estos son: incidencia de ciclones, tsunamis e inundaciones. Además, con la información que tiene este Atlas



sobre los fenómenos mencionados se hizo un análisis sobre las afectaciones que estos podrían tener sobre las instalaciones de la Refinería.

También se tomó como referencia el Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), ya que en este se tienen los análisis de riesgos, consecuencias y vulnerabilidad de la Refinería. En el procedimiento de plan de emergencias por huracanes también se tiene información sobre posibles afectaciones a las instalaciones de la Refinería ocasionadas por huracanes o lluvia intensa.

008 Vulnerabilidad Vial

Para la elaboración de este punto se empleó información sobre los análisis de riesgos con el respectivo análisis de consecuencias, para conocer que eventos podían salir de los límites de la Refinería y hasta que distancia podían afectar. Con esta información y con ayuda de la carta urbana se determinaron las vialidades que podían resultar afectadas. Se realizaron recorridos en las vialidades principales para conocer las condiciones en las que se encontraban y así describirlas. Para la información complementaria se visitó la página electrónica de Protección Civil del estado de Veracruz.

009 Vulnerabilidad Ambiental

Para conocer las posibles afectaciones de las actividades de la Refinería sobre el ambiente se tomó información del Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, además del Procedimiento de plan de emergencias por huracanes y el Procedimiento para la gestión ambiental en caso de descargas accidentales, además de la página electrónica del INE.

Para conocer las actividades que realiza este centro de trabajo para atender las emergencias por fenómenos naturales, se consultaron el Procedimiento de plan de



emergencias por huracanes y el Procedimiento para la gestión ambiental en caso de descargas accidentales. Además se realizaron entrevistas para especificar información.

Para presentar información adicional se analizó un Estudio de Impacto Ambiental.

027 Funciones

Para este punto se tomó como referencia el *Reglamento de Funcionamiento de la Unidad de Respuesta de Emergencias*. También se tomó información del *Reglamento de las Brigadas de Emergencia*, y del *PRE*.

033 Procedimiento para declarar el fin de la emergencia

Se tomó información del procedimiento para declarar el fin de la emergencia.

043 Vocero (s)

Debido a que no se encontró documentación para cubrir este punto se realizó una entrevista con personal de la USIPA, quien proporcionó esta información.

Eta 2

Para esta etapa se desarrollaron los puntos descritos a continuación.

003 Plano de distribución del establecimiento

Este punto se realizó por todo el equipo y se presentó junto con el punto 024 de la guía.



Para describir el punto *024 Plano de distribución de equipos*, se realizaron visitas a campo de las plantas de la Refinería, además de los cuartos de control. Para realizar las visitas a campo por parte del personal de la UNAM, se requirió de un formato denominado “Orden de Trabajo”; en la orden de trabajo se debe indicar:

- Número de folio.
- Fecha de elaboración de la orden y lugar donde se realizara el trabajo. Además de nombre y dependencia de quien solicita el trabajo.
- Descripción del trabajo a realizar, así como la razón del mismo.
- Departamento que realiza el trabajo.
- Procedimientos y recomendaciones para la ejecución segura del trabajo. Estas deben ser analizadas por los responsables operativo y de la ejecución del trabajo, además, se deben indicar los procedimientos a seguir.
- Autorización. En esta parte se autoriza el trabajo a realizar a través de las firmas de quién lo solicita y del personal de seguridad del área, indicando hora y fecha en que lo hacen; además, se indica el periodo de vigencia de esta.
- Autorización de inicio. Se requiere de las firmas de enterados del operador de la planta, así como del responsable de la ejecución del trabajo.
- Terminación. Se requiere de las firmas de enterados del operador de la planta, así como del responsable de la ejecución del trabajo, indicando fecha y hora.

Este formato tiene como objetivo la seguridad de quien realiza el trabajo. En este caso el trabajo a realizar fueron las visitas a campo para documentar los equipos para el ataque de una emergencia.

También se empleó el formato “EPP/APP Actividades de prevención de peligro”, donde se describieron los posibles peligros al que se estaban expuestos al realizar el trabajo, así como la manera de prevenirlos.



En los cuartos de control se realizaron entrevistas para conocer el inventario de equipos para atacar una emergencia. En ocasiones el personal de los cuartos de control acompañaban al personal de la UNAM a realizar los recorridos en campo.

Para los recorridos en campo, es decir, en las plantas de la Refinería, se emplearon los DGLE que ya se tenían. Sobre estos se indicaron los equipos encontrados como extintores, regaderas y lava – ojos; además de la red de agua contra incendio, de la que se dibujó la tubería, reducciones, diámetros y válvulas. A los DGLE que ya se tenían se les agregó el “lay – out” o plano llave, es decir, la ubicación que tiene la planta en la Refinería.

En total se elaboraron 69 diagramas, incluyendo los DGLE, los diagramas generales de la Refinería y la carta urbana.

015 Extintores y/o sistemas contra incendios

Para desarrollar este punto se revisó la Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000, así como archivos que tiene la Refinería sobre el Departamento de Prevención y Contra Incendio. También se consultaron inventarios sobre dicho departamento y la bodega del mismo. Para complementar la información obtenida se realizaron entrevistas al personal del Departamento de Prevención y Contra Incendio.

017 Equipo e instalaciones contra fugas derrames y de contención

Debido a que no se encontró información documental sobre este tema, la información se recabó a través de entrevistas realizadas al personal encargado del equipo y de las instalaciones destinadas a contener y controlar posibles fugas.



036 Manejo de Materiales Peligrosos y Riesgos

Para este punto se usó información de la Refinería como los programas anuales de actividades del Departamento de Prevención y Contra Incendio, además del programa de la USIPA; también se usaron los temarios de los cursos impartidos en la Refinería. Se recopilaron y describieron trípticos y la gaceta. Por su contenido se describió el *Libro verde*. También se usaron procedimientos e información general sobre los simulacros que realiza la Refinería.

039 Centros de concentración

Para obtener la información requerida en este punto se empleó el PRE de la Refinería.

Etapas 3 y 4

Para la elaboración de las hojas de datos de seguridad primeramente se le dio una propuesta de formato al personal de USIPA, a la que se atendieron sus observaciones, con el formato aprobado se procedió a la elaboración de las hojas de datos de seguridad. Estas se realizaron con información que tenía la Refinería, para información complementaria se consultaron páginas electrónicas de laboratorios y fabricantes de las sustancias que se requerían. Cabe mencionar que para elaborar dichas hojas se consultaron las normas mexicanas oficiales NOM-018-STPS-2000 y la NOM-018-STPS-1999, además de la norma de referencia NRF-009-PEMEX-2004.

Finalmente, en la etapa 4, se armaron 2 juegos de carpetas correspondientes a las hojas de datos de seguridad realizadas.



4. RESULTADOS

4.1 PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN LA REFINERÍA

4.1.1 Antecedentes. Riesgo ambiental ^(3, 14, 15, 26, 30, 41, 42, 47, 49, 50)

Estudio de riesgo de la Refinería

Se presentó el Informe Técnico del Estudio de Riesgo de los 28 Análisis de Riesgos de Proceso (ARP) con los que cuenta la Refinería. De estos ARP's se obtuvieron 29 Análisis de Consecuencias, de los que se seleccionaron 12 como los más importantes, debido a los siguientes criterios:

- Son los más probables
- Por la magnitud de sus consecuencias
- Los ocurridos con anterioridad en la Refinería o en instalaciones similares

Este último criterio se presentó con base en la “Guía para la elaboración del estudio de riesgo ambiental (instalaciones en operación) en el Nivel 3”, específicamente en el capítulo VI donde señala que se describan “*Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares*”.

Como resultado de todos los análisis de riesgos se han elaborado planes de trabajo con la finalidad de disminuir la probabilidad de ocurrencia o la magnitud de los posibles daños de los riesgos identificados. Otras medidas que se han tomado para evitar afectaciones a la comunidad, a los trabajadores, al ambiente y a las instalaciones es la de elaborar procedimientos y simulacros en los que han



participado personas de la población, autoridades de protección civil, policía municipal, bomberos municipales, etc.

Lista de materiales peligrosos

Para realizar el listado de las sustancias de materiales peligrosos que se manejan en la Refinería se tomaron en cuenta las usadas en proceso, almacenamiento, transporte, autotanque y a través de ductos. Se consideraron insumos, productos, subproductos y residuos de proceso.

Para clasificar a las sustancias como peligrosas se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Cantidad de reporte según el Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas.
- Cantidad de reporte según el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.
- Sustancia no considerada en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas, sin embargo, por ser corrosiva y/o inflamable se considera peligrosa.
- Sustancia considerada como peligrosa por su riesgo a la salud.

Estos últimos se determinaron con base en las características y por su composición.

Planos de distribución

Estos planos se presentan de manera modular en donde la ubicación de cada planta se muestra en un lay-out; incluyen la distribución de equipo para prevenir y atacar la emergencia por planta (ver anexo B). Se presentaron 22 planos de las plantas de la Refinería.



Vulnerabilidad geológica

El municipio de Minatitlán en donde se ubica la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas”, ha registrado en los últimos 100 años, a través del Servicio Sismológico Nacional, seis sismos con intensidades entre 6.4 y 7.4 en la escala de Richter. La zona en donde se ubica la Refinería se encuentra en la Región No. VII de la Escala de Mercalli Modificada, que se describe como: Todo el mundo corre al exterior. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles³.

Los deslizamientos, flujo de lodos, hundimientos y derrumbes no ocurren en esta zona debido a que no se efectúan extracciones de agua subterránea mediante bombeo profundo, ni fue un terreno minero.

A una distancia de aproximadamente 80 Km del municipio de Minatitlán, se localiza el Volcán de San Martín Tuxtla. Este Volcán está clasificado como de peligrosidad mayor en el Atlas Nacional de Riesgos. Además el Departamento de Vulcanología del Instituto de Geofísica de la UNAM se encuentra realizando un estudio de riesgos del volcán San Martín Tuxtla con base en la última erupción ocurrida en 1793. En dicho estudio se menciona que en caso de que el volcán entrara en actividad, el municipio de Minatitlán y por consiguiente las instalaciones de la Refinería podrían verse afectadas por la lluvia de cenizas.

Vulnerabilidad hidrometeorológica

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, la zona en donde se ubica la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” es considerada como una región de mediano riesgo por la incidencia de ciclones. Aunque la región es oficialmente un área de huracanes está bien protegida por el cuerno que forma la península de Yucatán por



lo que estos se distribuyen hacia el norte o hacia el sur. Además, los equipos e instalaciones de la Refinería han sido diseñados y construidos para soportar cargas de viento considerando las condiciones menos favorables.

Los maremotos son un fenómeno que se presenta en las costas del Océano Pacífico, por lo que no se considera que la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” presente afectaciones por dicho fenómeno.

De acuerdo con el mapa de zonas de peligro por inundaciones en la República Mexicana del Atlas Nacional de Riesgos, la zona en la que se localiza la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” se considera como una región de riesgo medio por inundaciones causadas por lluvias intensas. Entre las consecuencias de una eventual inundación se encuentra:

- Inundación en algunas zonas dentro de la Refinería.
- Accidentes por la falta de visibilidad.
- Contaminación de fuentes de abastecimiento de agua (Río Coatzacoalcos y Arroyo San Francisco).
- Aumento y acumulación de basura.

Población afectable

La Refinería se encuentra ubicada en una zona urbana. Existen 7 colonias que se encuentran a su alrededor; sin embargo, de los 12 escenarios de mayor impacto identificados en los análisis de riesgos, sólo 3 de estos eventos rebasarían los límites de la instalación. Considerando incidentes similares ocurridos, el análisis de consecuencias y el tiempo promedio en que el personal de las instalaciones detecta y controla el evento, se puede estimar que el número de personas afectadas en el exterior de la Refinería podría estar entre 1 y 5 personas.



Para evitar la ocurrencia de estos eventos la Refinería cuenta con sistemas de desfogue, válvulas de relevo, detectores de gases, etc, por mencionar algunas protecciones.

El resto de los eventos en caso de ocurrir no rebasarían los límites de la Refinería.

Incompatibilidad de actividades

No existen otros establecimientos que realicen actividades altamente riesgosas dentro de las áreas de riesgo, ni tampoco existen establecimientos que en condiciones de operación puedan propiciar encadenamiento de eventos peligrosos. Cabe mencionar que no existen centros de concentración masiva de personas cercanos a la Refinería.

Vulnerabilidad vial

El municipio de Minatitlán se comunica regionalmente y con todo el país a través de la red estatal y nacional de carreteras, cuenta con infraestructura de vías de comunicación conformada por 260.6 Km de carreteras. Las principales entradas al municipio son la avenida Miguel Alemán y el Boulevard. Las principales salidas son las avenidas Prolongación Reyes Aztecas, Calzada Xicohtencatl y el Arroyo Miraflores. Además, cuenta con una red ferroviaria formada por un tramo ramal Higueras - Minatitlán con longitud de 11.8 Km, y una red particular con longitud de 201.8 Km.

En el municipio, también se cuenta con el aeropuerto nacional “Cánticas” que atiende a la región Coahuila de Zaragoza – Minatitlán – Cosoleacaque, y dentro de la Refinería, se encuentra localizado un helipuerto.



En el caso de presentarse alguno de los 2 eventos considerados de mayor riesgo que rebasan los límites de la Refinería, se afectarían algunas calles cercanas a esta, sin embargo, las avenidas principales no resultarían afectadas. Estas últimas tienen la prioridad de circulación en caso de una contingencia mayor y se distinguen porque las flechas del sentido de la circulación son de color rojo.

Vulnerabilidad ambiental

El lugar en donde se ubican las plantas de la Refinería es de uso industrial pesado, el cual se ha alterado durante varias décadas como parte de la adecuación del espacio físico de este centro de trabajo, introducción de vías de comunicación y servicios como son drenajes subterráneos de distintos tipos, así como energía eléctrica.

Afectaciones al suelo

La Refinería cuenta con pavimentación y con drenajes subterráneos por lo que la afectación al suelo no es relevante. Para prevenir posibles daños al suelo o a los mantos freáticos por derrames de hidrocarburos se cuenta con pozos de monitoreo del subsuelo.

Afectaciones al aire

Los principales productos residuales en estado gaseoso son NO_x , SO_x y CO_x los cuales se emiten previo tratamiento y de forma controlada de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.



Afectaciones de cuerpos de agua

Para el estudio de afectaciones de cuerpos de agua se determinó que el municipio de Minatitlán se encuentra en la cuenca del río Coatzacoalcos que forma parte de la Región Hidrológica 29, conformada con los ríos Coatzacoalcos y Tonalá. La barda sur de la Refinería es paralela al río Coatzacoalcos.

Para evitar posibles daños a los cuerpos de agua cercanos a la Refinería ésta toma diversas medidas, por ejemplo, en los márgenes del río se tienen barreras flotantes las cuales en caso de que ocurra un derrame este pueda ser contenido y recuperado, y así evitar contaminación. Además, en toda la Refinería se cuenta con una red de segregación de drenajes para diferentes tipos de servicios, estos son:

- pluvial
- aceitoso
- químico
- sanitario

De tal forma que cualquier derrame pueda ser canalizado adecuadamente evitando que se contaminen fuentes de agua limpia o se mezclen materiales incompatibles. También cuenta con:

- Fosa de separación tipo API, donde se separan hidrocarburos y agua.
- Cárcamos reguladores de tormentas.
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, donde las aguas residuales se tratan.

Lo anterior para evitar contaminación o afectación a cuerpos de agua.



Afectaciones a zonas naturales protegidas

Se determinó que no existen zonas naturales protegidas cercanas a la Refinería que puedan ser afectadas. En cuanto a afectaciones a flora y fauna se tiene que no existen especies vegetales y animales bajo peligro de extinción, lo anterior con base en el acuerdo por el que se establecen los criterios ecológicos CT-CERN-001-91, que determinan las especies raras, amenazadas, en peligro de extinción y sus endemismos de flora y fauna terrestre y acuática en la República Mexicana.

4.1.2 Medidas preventivas y de seguridad ^(14, 35, 36)

En esta parte se describieron las evidencias documentales de la realización del mantenimiento preventivo de las instalaciones operativas, servicios, control y atención de emergencias en la Refinería.

Para lo anterior, se tiene que la Unidad de Seguridad Industrial y Protección Ambiental (USIPA) de la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” realiza un programa anual en el que contempla actividades que se enfocan a garantizar el adecuado funcionamiento de las instalaciones, equipos y servicios necesarios para responder a una emergencia. Es importante hacer notar que cada actividad se realiza con base en un procedimiento.

Además del programa anual de USIPA, el Departamento de Prevención y Contra Incendio cuenta con un “Programa Anual”, donde se contempla el mantenimiento a extintores, equipo portátil y fijo de contra incendio, camiones contra incendio y dispositivos o sistemas que deben operar en caso de emergencia, entre otros.



En lo que se refiere a los sistemas de comunicación, la Unidad de Telecomunicaciones realiza los programas de mantenimiento preventivo a dichos sistemas.

4.1.3 Equipos y servicios ^(14, 26)

Para responder a una emergencia, es necesario que el equipo para detectarla se encuentre en buenas condiciones así como distribuido estratégicamente, una vez registrada la emergencia se requiere que el equipo destinado a la atención de esta se encuentre en buen estado y en suficiente cantidad, además de que los servicios auxiliares funcionen de manera óptima.

Equipos y servicios para atender emergencias

Los equipos, edificios y servicios con que cuenta la Refinería para atender una emergencia se describen brevemente a continuación:

- El lugar donde se desarrolla la logística de atención y combate de la emergencia se denomina Centro de Operación de Emergencia (COE), está dentro del centro de trabajo y fuera de la zona de riesgo. Además, presenta fácil acceso.
- La instalación cuenta con *conos de viento* con los cuales se puede observar cuál es la dirección del viento. En caso de presentarse alguna contingencia, se puede determinar cuales son las rutas de evacuación más adecuadas a seguir. Además se emplean para planear de forma estratégica el combate a la emergencia.
- La Refinería cuenta con diferentes tipos de extintores y sistemas fijos de protección contra incendio distribuidos en las instalaciones para atacar los diferentes tipos de fuego que pueden presentarse dependiendo de cual sea el material combustible que lo origina.



- La empresa cuenta con una red completa de agua contra incendio con arreglo general cuadricular.
- Se tienen equipos fijos de protección contra incendio tales como hidrantes, monitores, sistemas de espreas y detectores (humo, fuego, gases tóxicos, mezclas explosivas) que se encuentran distribuidos en las áreas de proceso y almacenamiento.
- Un Departamento de Prevención y Contra Incendio que cuenta con equipos móviles, vehículos y accesorios contra incendio.
- Unidades motobombas, que se componen de:
 - Mangueras de diversos diámetros
 - Boquilla de distintos tipos
 - Convertidores de diámetros
 - Agarraderas
 - Prensa mangueras
 - Cubre fugas
 - Proporcionadores de línea
 - Bifurcaciones
 - Palas
 - Gato hidráulico
 - Hachas – Pico
 - Equipos autónomos (autocontenido)
 - Mantas gélidas
 - Extintores de diferentes tipos y capacidades
 - Llaves (Steelson, cruz, universal, para tambores, para mangueras)
 - Lámparas
 - Reguladores de corriente
 - Reflejantes luminosos



- Convertidor de presiones

- En la Bodega de Prevención y Contra Incendio se pueden encontrar los siguientes equipos, accesorios y sustancias:
 - Boquillas de distintos tipos
 - Espreas
 - Extintores de diferentes tipos y capacidades
 - Formadores de espuma
 - Manguera contra incendio
 - Trajes de diferentes Niveles (A y B)
 - Kit de cloro
 - Equipos autónomos completos
 - Líquidos espumantes de diferentes tipos
 - Polvo químico seco

- Las instalaciones de la Refinería están construidas bajo los siguientes códigos y normas respecto a su diseño y construcción:
 - ASME. American Society of Mechanical Engineers
 - ANSI. American National Standard Institute
 - API. American Petroleum Institute
 - ASTM. American Society for Testing and Materials
 - NFPA. National Fire Protection Association
 - TEMA. Tubular Exchanger Manufactures Association
 - NOM. Normas Oficiales Mexicanas

- Se tienen sistemas medidores de nivel que alarman en el cuarto de control por alto o bajo nivel, alto o bajo flujo, alta o baja presión, etc, que permiten detectar cualquier anomalía.



- La Refinería cuenta con un *Kit de cloro* con contenedores, que está conformado por un equipo para eliminar de manera segura incidentes de fugas de cloro, y que incluye: llaves, conexiones, cadenas, martillos, empaques y parches. Este equipo también se emplea para contener fugas de otros materiales.
- Las áreas de almacenamiento de la Refinería cuentan con diques de contención para controlar eventos de fugas y derrames. En algunos casos los diques son del tipo talud, es decir, se encuentran en una fosa; también se cuenta con muretes.
- En la Refinería se tienen diferentes equipos de protección personal para el ataque de las emergencias, estos son:
 - Nivel “A”: Se consideran en este nivel los equipos encapsulados con fibras Kevlar, Teflón, PVC (policloruro de vinilo) y fibras de policarbonato que llevan equipo autónomo con tanque de aire.
 - Nivel “B”: Se considera en este nivel los equipos encapsulados de neopreno que tiene equipo autónomo con tanque de aire.
 - Nivel “C”: Se considera en este nivel los *Trajes Aluminizados* completos, es decir, los que incluyen: capucha, chamarra, pantalón, botas y guantes.
 - Nivel “D”: Se considera en este nivel la ropa de trabajo 100% algodón, complementándola con casco, zapatos industriales antiderrapantes, guantes de cuero, lentes contra impacto y cinturón, además de tapones auditivos.

En cuanto a instalaciones médicas se cuenta con un centro de atención médica denominada Unidad de Medicina y Salud Ocupacional (UMSO), en esta se tienen:



- Camillas (de exploración y de hospitalización con ruedas)
- Ambulancias
- Antídotos (contra picadura de culebra y de alacrán)
- Antibióticos
- Medicamentos Biológicos
- Soluciones inyectables
- Respiradores
- Equipos e instrumental médico

Algunos de los equipos para comunicación de la emergencia son:

- Sistema telefónico
- Silbato de calderas
- Sirena eléctrica
- Señales visuales para comunicación de la emergencia (banderas de colores verde, blanco, amarillo o rojo según sea el caso)

En la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” se dispone de unidades vehiculares, las cuales, pueden emplearse para transportar al personal o lesionados en caso de emergencia hacia lugares seguros; a continuación se presentan los tipos de vehículos con que cuenta la Refinería.

- Ambulancias
- Autobuses de pasajeros Ford
- Camionetas Dodge RAM
- Trajineras Ford
- Camionetas Pick Up
- Camioneta de redilas doble cabina Ford
- Automóviles tipo sedan 4 puertas



Rutas de evacuación y puntos de reunión

Las rutas de evacuación en caso de emergencia indican al personal el trayecto a seguir para llegar a un lugar seguro dentro o fuera de las instalaciones de la Refinería, estas cuentan con diferentes opciones de salida para que los trabajadores evacuen las instalaciones lo más pronto posible. Las rutas de evacuación se establecieron de acuerdo con los resultados de los estudios de riesgos realizados en la Refinería, dependiendo del evento que se presente se seleccionan las rutas más seguras que no se encuentren cerca de la zona de alto riesgo.

Los puntos de reunión con los que cuenta la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” son los siguientes:

- Explanada del IMP (Instituto Mexicano del Petróleo), parte exterior de la Refinería
- Portada Sur
- Portada No.3
- Portada No.6
- Portada industrial

Equipos y materiales para descontaminación

Algunos de los equipos con que cuenta la Refinería para recuperar sustancias son:

- Equipo Supersucker. Se emplea para recuperar sustancias derramadas y trasladarla hasta el separador.
- Equipo Hidrosub. Se emplean en diques y fosas, ya que es sumergible y recupera la fase oleosa.



Para limpiar remanentes de hidrocarburos y solventes en áreas que no son de piso de concreto se cuenta con productos químicos como:

- Desengrasantes biodegradables
- Aglutinantes

Plano de distribución de equipos

En el anexo C, se encuentra el plano general de la Refinería con la ubicación de:

- Plantas
- Centro de operación de emergencias (COE)
- Central contra incendio
- Edificios a pruebas de instalaciones
- Diques de contención
- Equipo de protección especial
- Unidad de medicina (UMSO)
- Alarmas
- Ubicación de unidades para transporte de personal
- Rutas de evacuación
- Puntos de reunión

En el anexo D se muestra un Diagrama General de Localización de Equipos (GGLE) donde se dibujaron los equipos para el ataque y prevención de una emergencia por planta. En este se presentó la siguiente información:

- Red de agua contra incendio, tanto tubería subterránea como sobre terreno, además de válvulas.



- Extintores de los siguientes tipos:
 - Polvo químico seco de 20, 30 150 y 350 lb de capacidad
 - Dióxido de carbono de 15, 20 y 50 lb de capacidad
 - Espuma mecánica

- Equipo fijo contra incendio:
 - Sistemas de espreas
 - Hidrantes
 - Monitores
 - Botonera para activar válvulas de espreas

- Equipo para descontaminación:
 - Regaderas
 - Lavaojos

- Detectores de:
 - Humo
 - Flama
 - Gases

- Equipo de protección personal:
 - Neopreno
 - Aluminizados
 - Respiración autónoma

- Sistemas de comunicación:
 - Bocinas
 - Interfon

- Mascarillas



4.1.4 Plan de control y atención a emergencias ambientales (11, 14, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 45)

4.1.4.1 Nivel interno del plan

4.1.4.1.1 Organización

La Unidad de Respuesta a Emergencias (URE) es una organización interna que está integrada por directivos, trabajadores y empleados, que tienen la finalidad de llevar a cabo acciones y responsabilidades específicas en la atención a una emergencia que se presente en el centro de trabajo.

En la figura 3 se encuentra el organigrama de la URE de la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas”.

Los miembros de la Unidad de Respuesta a Emergencias tienen funciones y responsabilidades bien definidas. La URE está integrada por personal de mayor presencia de mando de la Refinería así como por el personal de mayor experiencia en el manejo de las emergencias. Este grupo se caracteriza por contar con dos niveles de acción, los cuales son:

- **Estratégico.** Es el grupo directivo de la URE, que administrativamente atiende la emergencia ya sea desde el sitio mismo del evento o desde el Centro de Operaciones de Emergencias.
- **Operativo.** Es el comando en el lugar de la emergencia constituido por las diferentes brigadas y equipo de apoyo que intervienen en la misma.

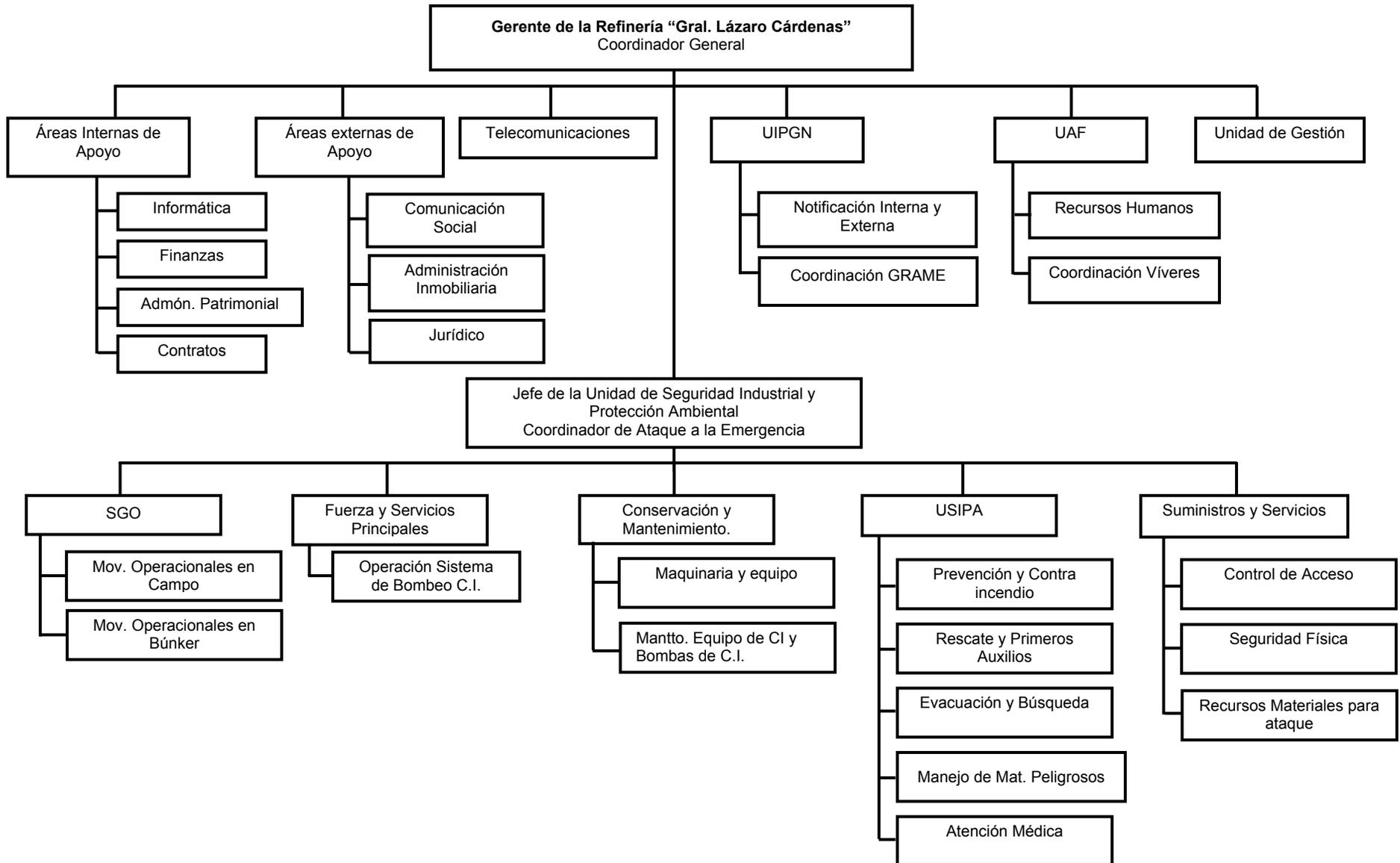


Figura 3. Organigrama de la Unidad de Respuesta a Emergencias.



Algunas de las funciones de los integrantes de la URE son:

Estratégico:

- Coordinador General de la Emergencia. Coordina globalmente el combate y control de la emergencia organizando los recursos materiales y humanos para el control de la misma.
- Encargado de la Emergencia. Coordina las diferentes brigadas de ataque.
- Movimientos de Producción. Se coordina con el Superintendente General de Operación para autorizar los paros de plantas como resultado de la emergencia.
- Movimientos Operacionales. Los operadores retiran a todo el personal que a su juicio se encuentre cerca del área de la emergencia y verifican la magnitud del problema tomando las precauciones pertinentes.
- Servicios Auxiliares. Permanece en contacto con el encargado de la emergencia para vigilar que se mantenga la correcta presión en la red de agua contra incendio.
- Mantenimiento. Proveer al área afectada el equipo necesario para la ejecución de maniobras de mantenimiento, transporte, excavaciones, limpiezas, alumbrado, etc.
- Telecomunicaciones. Proporcionar el equipo adicional de comunicación que se requiera a nivel campo como son megáfonos, batería de repuesto, etc, a solicitud de alguno de los integrantes de la URE.



- Recursos Financieros. Dar instrucciones al personal del Departamento de Informática para que mantengan libre y accesible la red interna de comunicación INTRANET.
- Recursos Humanos. Concentrar al personal de la Refinería evacuado en los puntos de reunión establecidos.
- Recursos Materiales. Disponer de un directorio actualizado de proveedores que puedan proporcionar en forma inmediata equipo y materiales de seguridad y contra incendio.

Operativo:

- Apoyo y Servicios Generales. Contacta a los ingenieros que supervisan diferentes obras para que suspendan los trabajos en aquellos casos que sea necesario.
- Aprovisionamiento de Víveres. Dispone de un censo actualizado de fuentes de abastecimiento (viandas) y entrega al Coordinador General de la Emergencia, una relación de proveedores que puedan abastecerlos.
- Suministro de Líquidos. Toma nota de lo sucedido y prepara personal para el suministro de líquidos reanimantes (agua y café).
- Servicios Generales y de Apoyo. Evalúa y le da seguimiento a los impactos y daños a terceros que pudieran resultar como consecuencia de la emergencia.
- Notificador de la emergencia. De acuerdo a instrucciones del Coordinador de la Emergencia, notifica la emergencia al vocero oficial de PEMEX.



Las funciones de las brigadas de emergencia se describen brevemente a continuación:

- **Brigada Contra Incendio.** El personal de contra incendio está entrenado combatir incendios de hidrocarburos y tiene aparatos de respiración autónoma para el control de incidentes con fugas de gas tóxico y rescate de personal.
- **Brigada Médica.** Esta brigada se conforma del personal de la Unidad Médica de Salud Ocupacional como: médicos, enfermeras, camilleros y operadores de ambulancias; además, si las circunstancias lo ameritan, se coordinan con el Hospital Regional para la procuración de recursos en la atención médica de primeros auxilios.
- **Brigada de Evacuación.** Al presentarse una emergencia mayor que obligue a desalojar las instalaciones, se encarga de evacuar al personal de manera segura, ordenada y organizada hasta un lugar seguro.
- **Brigada de Búsqueda y Rescate.** Está integrada por personal de diferentes departamentos de la Refinería, su cobertura es durante las 24 horas del día.
- **Brigada de Mantenimiento.** Se conforma en grupos de apoyo para las otras brigadas; además contribuye con los recursos necesarios para el combate de la emergencia.
- **Brigada de Materiales Peligrosos.** Integra a todo aquel personal que operacionalmente son los responsables del manejo de las sustancias consideradas peligrosas.



4.1.4.2 Procedimientos

En esta parte del PPA se incluyeron los siguientes procedimientos:

- Procedimientos contra fugas, derrames, incendios y explosiones. Se describió el Plan de Respuesta a Emergencias (PRE).
- Procedimiento de evacuación. En este se establecen los lineamientos a seguir por la Unidad de Respuesta a Emergencias en caso de repliegue al interior de la planta y/o la evacuación total de la planta.
- Procedimiento de búsqueda y rescate.
- Procedimiento por afectaciones debido a fenómenos naturales. Se describieron los procedimientos empleados en caso de sismos y en caso de huracanes.
- Procedimiento para declarar el fin de la emergencia. Se describieron los criterios para declarar el fin de la emergencia
- Procedimiento de post-emergencia. Se describió el procedimiento para la descontaminación de equipos, áreas y personal afectados.

Todos los procedimientos mencionados tienen como objetivo actuar inmediatamente y evitar accidentes mayores. A continuación se describen algunos de los procedimientos mencionados.



Plan de Respuestas a Emergencias (PRE)

El Plan de Respuestas a Emergencias (PRE), es el procedimiento que se sigue sobre el cual giran las actividades y los demás procedimientos e instrucciones de trabajo. El PRE es un procedimiento integral que atiende las emergencias identificadas en el Estudio de Riesgo.

Dentro de este procedimiento, se han seleccionado los escenarios más catastróficos identificados en los análisis de riesgos y con este, también se han elaborado procedimientos específicos para atender esos posibles escenarios. El objetivo de estos procedimientos es establecer los lineamientos generales para la coordinación de acciones con el fin de identificar situaciones potenciales de emergencia de riesgo mayor y disponer en el menor tiempo posible de los recursos humanos y materiales necesarios para responder a una situación de emergencia así como para prevenir y mitigar los impactos ambientales y las consecuencias asociadas con éstas, como daños al personal, afectaciones al ambiente, interrupciones al proceso y a las instalaciones.

Procedimiento de búsqueda y rescate

Se describen las acciones que se llevan a cabo para contabilizar al personal y verificar que no exista alguna persona extraviada, de lo contrario, la brigada tomará medidas necesarias de búsqueda y rescate de toda persona que se encuentre en peligro.

Al término de la operación de búsqueda y rescate, se elabora un informe con lo acontecido durante la búsqueda y rescate en la emergencia, el documento se entrega al Jefe Administrativo y al Jefe Técnico.



Procedimiento por afectaciones debido a fenómenos naturales

Cuando existe la amenaza de un huracán o lluvia intensa, la Refinería activa el “Procedimiento de plan de emergencias por huracanes”, donde se proveen medidas de seguridad en las zonas susceptibles a inundaciones.

La Refinería cuenta con el documento titulado “Procedimiento en caso de sismo, terremoto o erupciones volcánicas” el cual, establece las reglas generales que deben seguirse para evitar las afectaciones posibles ocasionadas por esos fenómenos naturales.

Procedimiento para declarar el fin de la emergencia

Para declarar el fin de la emergencia, se usan los siguientes criterios según sea el caso:

- Fugas y derrames. Cuando estas se encuentren eliminadas, el punto de fuga fue reparado, el área ha sido limpiada y el personal afectado se encuentre fuera de peligro; además de una verificación para que el suceso no se repita.
- Incendios. Cuando estos se encuentren totalmente extinguidos, verificando el estado de las instalaciones para evitar su continuación o repetición, así como la verificación y restablecimiento del personal afectado.

La información, documentación e investigación de la emergencia se deben efectuar inmediatamente después de tenerla controlada con la finalidad de determinar las causas raíz y tomar medidas correctivas inmediatas para evitar la continuación o repetición.



Registro de incidentes

La Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” tiene los informes impresos de los análisis de incidentes en carpetas que están bajo resguardo de la Unidad de Seguridad Industrial y Protección Ambiental (USIPA). Por otro lado, y para facilitar el manejo de la información relacionada con los incidentes, la Refinería cuenta con un sistema automatizado para el control de incidentes. Este sistema automatizado tiene las siguientes opciones:

- Informes, acciones y medidas correctivas
- Captura y generación del informe del incidente
- Consulta de los incidentes
- Registro de buenas prácticas y lecciones aprendidas

En la guía para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes, se menciona que en caso de que el establecimiento cuente con un Sistema de Administración o Gestión de Riesgos o un Sistema de Gestión de la Calidad este se debe describir. Para el caso de la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” este sistema se describe a continuación.

Sistema Integral de la Administración de la Seguridad y Protección Ambiental (SIASPA)

Petróleos Mexicanos implementó en todas sus instalaciones el Sistema Integral de Administración de la Seguridad y Protección Ambiental (SIASPA) en octubre de 1998; este sistema está definido como la herramienta administrativa compuesta por un conjunto de elementos heterogéneos, interrelacionados e interdependientes, enfocada al diagnóstico, evaluación, implantación y mejora continua del desempeño en los campos de la seguridad y la protección ambiental, y la creación de una cultura de seguridad y protección ambiental basada en la prevención.



Este sistema tiene como objetivos:

- Mejorar el desempeño en materia de seguridad, salud ocupacional y protección ambiental.
- Mejorar la productividad y reducción de costos.
- Mayor motivación en los empleados.
- Mejorar las relaciones de los centros de trabajo con las comunidades y entidades gubernamentales.
- Mejorar la imagen de PEMEX a nivel nacional e internacional.

El SIASPA está integrado por 3 componentes formados por 18 elementos bien diferenciados, interrelacionados e interdependientes, que afectan la seguridad y la protección ambiental; cada elemento establece una serie de requisitos congruentes con la normatividad vigente y con las mejores prácticas demostradas en la industria. Estos elementos se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Componentes del SIASPA.

FACTOR HUMANO	MÉTODOS	INSTALACIONES
1.- Política, liderazgo y compromiso	8.- Planeación y presupuesto	16.- Planes y respuesta a emergencias
2.- Organización	9.- Normatividad	17.- Integridad mecánica
3.- Capacitación	10.- Administración de la información	18.- Control y restauración
4.- Salud ocupacional	11.- Tecnología de proceso	
5.- Investigación y difusión de incidentes, accidentes y buenas prácticas	12.- Análisis de riesgos	
6.- Control de contratistas	13.- Administración del cambio	
7.- Relaciones públicas y con las comunidades	14.- Indicadores de desempeño	
	15.- Auditorías	



Seguridad, Salud y Protección Ambiental (SSPA)

En PEMEX – Refinación se están implementando las mejores 12 prácticas de SSPA, las cuales son:

1. Establecer una política de SSPA
2. Motivación progresiva
3. Comunicaciones efectivas
4. Capacitación continúa
5. Informes e investigación de incidentes y accidentes
6. Auditorías efectivas SSPA
7. Función del departamento SSPA
8. Establecer altos estándares de desempeño
9. Definir claramente metas y objetivos
10. Estructurar una organización de SSPA
11. La SSPA como responsabilidad de línea
12. Compromiso visible y demostrable

Reconocimientos y certificados

La Refinería cuenta con los siguientes reconocimientos y certificados:

- Certificación del primer sistema de calidad conforme a la Norma: ISO-9002 en PEMEX Refinación (1996)
- Instalación del laboratorio de metrología (1997)
- Premio Veracruz a la Calidad (1998)
- Certificación de 54 pruebas del Laboratorio de Química ante la Entidad Mexicana de Acreditación A. C., EMA (1999)
- Implantación de los círculos de calidad ó grupos de mejora (2001)
- Auditoría de mantenimiento a los sistemas según ISO-9001 (2003)
- Documentación e implantación de un Sistema Integral de Administración (2003)



Sistema de Administración Ambiental ISO – 14000

Conciente de lo importante que es la calidad y un seguimiento de esta, la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” ha realizado las siguientes actividades:

- Implantación del Sistema de Administración Ambiental ISO – 14000 (2000)
- Auditoría de certificación (2001)
- Auditoría de mantenimiento al sistema según ISO – 14001 (2003)
- Documentación e implantación de un Sistema Integral de Administración ISO – 14000 (2003)

4.1.4.3 Capacitación

Para la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” es una prioridad mantener al personal capacitado en temas de Seguridad e Higiene, por lo que se imparten cada semana pláticas en este tema. Estos cursos están planeados para que todo el personal asista, incluyendo al personal que laboran en las oficinas administrativas, para que conozcan los riesgos a que está expuesto el personal que labora en áreas de proceso. En general, se busca que el personal esté capacitado para que, en caso de una contingencia, sepa como actuar y si es posible participar en el auxilio con seguridad y eficiencia. Algunos de los cursos que se imparten son:

- Pláticas / Prácticas de Prevención y combate de incendio. En el programa anual de pláticas y prácticas contra incendio que elabora la Refinería, se incluyen sesiones de prevención y combate de incendios, las cuales se desarrollan en el campo de entrenamiento de la instalación, al que asisten en forma programada los trabajadores del propio centro de trabajo.
- Pláticas de seguridad. Se imparten con el objetivo de reforzar una cultura de seguridad mediante pláticas periódicas que se proporcionan al personal en general



En la Refinería se desarrollan diversos programas y campañas para fomentar una cultura de salud, seguridad y protección ambiental que consiste en difundir información a través de medios visuales como son: trípticos, una gaceta de publicación mensual y el “Libro verde”. Este último, se proporciona a los trabajadores de nuevo ingreso y se dan recomendaciones de seguridad, se explica de manera concisa los riesgos a los que está expuesto y como prevenirlos. La información que contiene se describe a continuación:

- Puertas de acceso
- Equipo de protección personal
- Comunicación de riesgos existentes
- Vialidad (reglas)
- Permiso y Orden de trabajo
- Señalamientos de seguridad
- Manejo de materiales peligrosos
- Identificación de riesgos de los productos y sustancias que se producen, manejan y transportan en la Refinería (descripción de las hojas de datos de seguridad)
- Técnicas de seguridad
- Comunicación en caso de emergencia
- Señales de alarma de la instalación
- Plano general de la Refinería con rutas de evacuación, puntos de reunión y ubicación de las plantas y edificios.



4.1.4.2 Nivel externo del plan

4.1.4.2.1 Infraestructura y servicios

Instituciones de apoyo

Para la zona donde se encuentra la Refinería se cuenta con 9 Unidades de Protección Civil a nivel estatal y municipal; 17 instituciones de salud que incluyen: hospitales, centros de salud, clínicas y sanatorios; además de otras 8 instituciones de apoyo, como son: Bomberos, Tránsito, Policía Municipal, Secretaría de Marina, entre otros.

En cuanto grupos consultores o especialistas en el manejo de materiales peligrosos específicos, se tomó información de la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas de la SEMARNAT.

Rutas de evacuación, centros de concentración y albergues

Las rutas de evacuación más seguras que se deben seguir se determinaron con base en los límites de la distancia mayor de los escenarios de vulnerabilidad. Se calcula que la población se traslade al punto de reunión en un tiempo no mayor de 15 minutos.

En el Plan de Respuesta a Emergencias se tienen ubicados 48 centros de concentración (puntos de reunión) dentro de un radio de 500 a 2000 metros a partir de los límites de la Refinería, estos edificios son:

- Escuelas (12)
- Hoteles (8)
- Bancos (8)
- Iglesias (6)



- Edificios de Gobierno (10)
- Mercados (11)

En el Procedimiento de Apoyo a la Comunidad en Caso de Emergencia. Refinería - Protección Civil, se describen 17 albergues, que tienen una capacidad promedio de 500 personas por instalación.

Grupos de ayuda mutua industrial

La Refinería pertenece a los siguientes Grupos de Ayuda Mutua Industrial (GAMI):

1) Circuito de Ayuda No. 9, integrado por Complejos, Terminales de Almacenamiento y Distribución, Petroquímicas, Refinerías y Terminales de Ductos, del área de la región de Veracruz, Tabasco y Oaxaca. En el *Plan* se establece la estructura y organización general para contar con la capacidad y presencia en cada una de sus instalaciones para ofrecer atención antes, durante y después de algún accidente, la función primordial de este comité es organizar y aplicar el Plan para apoyar a cualquier instalación de PEMEX ante situaciones de emergencia.

2) Comité Regional Integral de Seguridad, A. C. (CRIS A.C.), integrado por industrias de los municipios de Minatitlán y Cosoleacaque, Veracruz. La asociación tiene como objeto, apoyarse mutuamente para la atención de emergencias como: Incendios, fuga de gases tóxicos, explosiones, derrames, volcaduras de autotanques, pertenecientes a dichas empresas.

4.1.4.2.2 Comunicación de riesgos

En esta parte se describieron los canales de comunicación Refinería – Población, Refinería – Autoridades locales y Refinería – Medios de comunicación. Para el primer caso la Refinería realiza simulacros de emergencia donde se dan a



conocer los sistemas de señales de emergencia, que pueden ser sonoras o visuales. Estas señales se describen a continuación.

Señales de emergencia sonoras

- Silbato de Calderas. Significado: Emergencia Grave

El silbato de calderas funcionará en incendios o fugas de magnitud grave, se darán cuatro llamadas cortas de 10 segundos con intervalo de 15 segundos entre llamada y llamada.

- Sirena de Emergencias. Significado: Emergencia Grave

La sirena de emergencias se accionará en caso de que se presente alguna emergencia grave.

Señales Visuales

Se cuenta con banderas de colores en donde cada una de ellas indica el grado de emergencia a la cual se esta enfrentando la Refinería, se encuentran en la portada norte; las banderas y su significado se describen en la tabla 10.

Tabla 10. Señales visuales

Color	Significado	Alerta
Verde	Situación normal	--
Blanca	Simulacro parcial o total no implica ningún riesgo para la población civil vecina.	--
Amarillo	Emergencia de magnitud menor dentro de las instalaciones, no afecta a la población.	No afecta a la población.
Rojo	Emergencia mayor.	La población debe estar atenta a cualquier comunicado por parte de los responsables de protección civil.

La Refinería cuenta con el “Procedimiento para el manejo de Información a la Comunidad durante una Emergencia” en donde se establecen los lineamientos para informar a la comunidad de manera oportuna sobre las emergencias ocurridas en el



centro de trabajo; y así, evitar la inquietud en la población y promover la toma de medidas necesarias para prevenir incidentes que dañen a los habitantes de la ciudad.

Para el segundo caso de comunicación es importante mencionar que se da cumplimiento con lo establecido en la Ley Estatal de Protección Civil 256, en el sentido de establecer los mecanismos de coordinación y apoyo para la atención de emergencias, entre las Direcciones Municipales de Protección Civil, el Circuito de Ayuda No. 9 y el CRIS A.C. al que pertenece la Refinería.

4.1.4.2.3 Simulacros

Para finalizar el PPA, se presentó el programa anual de simulacros totales y parciales, así como de toda la infraestructura que estos involucran.

La Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas”, ha realizado simulacros mayores desde el año 1997; anualmente se realiza un simulacro mayor, donde se involucra a la población, al personal que conforman los GAMI y a diversas autoridades y cuerpos de atención de emergencias gubernamentales como son: Protección Civil Municipal, el H. Cuerpo de Bomberos, Secretaría de Marina, Ejército Mexicano, Policía Municipal y Estatal y a los medios de comunicación.

En la tabla 11 se enlistan los 5 simulacros mayores, a partir del 2001.

Tabla 11. Simulacros mayores.

Año	Escenario supuesto	Fecha de realización
2001	Fuga de gas LP en el área de casa de bombas de gas licuado	14 de diciembre de 2001
2003	Fuga e incendio en la planta U-600 del área 5	22 de noviembre de 2003
2004	Fuga e incendio en la cúpula del tanque TV-506 provocado por tormenta eléctrica	3 de diciembre de 2004
2005	Explosión en torre DA-901	4 de diciembre de 2005



Una vez que se realizan dichos simulacros, se hace la evaluación de los aspectos positivos y negativos de dicho evento, con el fin de mejorar para que cuando exista un evento real el personal este lo más preparado y capacitado para poder enfrentarlo, esta reunión se realiza con los integrantes de la URE.

4.2 HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD ^(18, 19,20)

Como parte de este proyecto se elaboraron y actualizaron hojas de datos de seguridad, estas se elaboraron conforme a las normas NOM-018-STPS-2000 y NOM-010-STPS-1999, también se tomó información de la norma de referencia NRF-009-PEMEX-2004. En total se elaboraron 142 HDDS de sustancias de: materiales peligrosos tanto manejados en la Refinería como de materiales que aún no se utilizan, productos terminados, subproductos, y de aditivos, catalizadores e inhibidores. En el anexo D se muestra el formato de las hojas de datos de seguridad elaboradas.

Finalmente, la información se organizó en un documento de acuerdo a la Guía para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA); en total se complementaron 3 juegos del PPA cada una en una carpeta, junto con las carpetas correspondientes a los planos. Estas carpetas se entregaron a SEMARNAT (1) y a la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas del Río”. También se entregaron cinco copias en archivo electrónico (en disco compacto) del PPA para las siguientes dependencias: SEMARNAT (1), Protección Civil Estatal (1), Protección Civil Municipal (1), Refinería (2).

Es importante mencionar que el Programa para la Prevención de Accidentes elaborado en la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas del Río” consta de 360 páginas, 69 planos y 142 HDDS de 7 páginas cada una en promedio. Debido, principalmente a la extensión del mismo, en el presente trabajo no se incluye el PPA realizado. Sin embargo, se incluye los elementos más importantes del Programa para la Prevención de Accidentes.



5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN LA REFINERÍA “GRAL. LÁZARO CÁRDENAS DEL RÍO”

- Se elaboró un Programa para la Prevención de Accidentes con base en la Guía que proporciona la SEMARNAT, aplicable a una Refinería perteneciente a PEMEX – Refinación; este documento se entregó a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, y así la empresa dió cumplimiento al artículo 147 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- Para realizar este Programa para la Prevención de Accidentes se recopiló información del establecimiento, a través de fotocopias, archivos electrónicos y entrevistas, la información empleada fue:
 - 28 Análisis de Riesgos de Proceso (ARP). De estos ARP's se obtuvieron 29 Análisis de Consecuencias, de los que se seleccionaron 12 como los más importantes. Con lo anterior se identificaron los riesgos propios de las actividades altamente riesgosas que se realizan en la empresa.
 - Procedimientos: internos (68) y externos (5). Los procedimientos internos corresponden a: respuesta a emergencias, y procedimientos para la elaboración de procedimientos de respuesta a emergencias.
 - Diagramas. Estos se digitalizaron y se integraron al documento del PPA.
 - Hojas de datos de seguridad (HDDS). La información de las HDDS se empleó para la actualización de las mismas.



- Inventarios. Se reorganizaron los inventarios encontrados para incluirlos en el PPA.
- Reglamentos. Se emplearon todos los reglamentos encontrados.
- Normas de referencia. Se usaron 2, que corresponden a la elaboración y actualización de procedimientos.
- Registro de incidentes. Se usó esta información para el punto 035 de la guía.
- Programas de actividades. Se describieron estos programas en el PPA.
- Acta constitutiva del CRIS A.C., descripción de los temario de cursos.
- La organización de los recursos materiales y humanos para atender una emergencia en la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas del Río” se determinó a través de identificar la organización de los siguientes recursos:
 - Materiales: para la detección, ataque y comunicación de la emergencia, así como de la restauración después de esta.
 - Humanos: conformados en la Unidad de Respuesta a Emergencias, para el ataque de la emergencia.
- Como sistema de prevención y administración de la seguridad, se tiene que la Refinería cuenta con:
 - Un sistema de registro de incidentes automatizado con el fin de tener un seguimiento de estos y establecer medidas preventivas para evitar que estos se repitan.



- El Sistema Integral de Administración de la Seguridad y Protección Ambiental (SIASPA) que está enfocado en el diagnóstico, evaluación, implantación y mejora continua del desempeño en los campos de la seguridad y la protección ambiental, y la creación de una cultura de seguridad y protección ambiental basada en la prevención.
- Para capacitar a las personas que laboran en el interior de la Refinería se imparten cursos semanales sobre seguridad. Además se cuenta con información visual como es el caso del *Libro Verde*.
- Para atender una emergencia la Refinería pertenece a 2 grupos de ayuda mutua industrial, que son el Circuito de Ayuda No. 9 y el Comité Regional Integral de Seguridad A. C. Además en la zona de la Refinería se cuenta con 34 instituciones de apoyo, 48 centros de concentración y 17 albergues.
- Para la comunicación con la comunidad, se cuenta con:
 - Señales auditivas (sirena eléctrica y silbato de calderas) y con señales visuales (banderas), que se dan a conocer a la comunidad en los simulacros mayores que se realizan anualmente.
 - Simulacros mayores una vez al año donde se involucran a las instituciones de apoyo y a la comunidad. Con lo que se evalúa el grado de asimilación y conocimiento del personal y la comunidad en caso de una emergencia.
- Los recorridos realizados en campo fueron una oportunidad para conocer los equipos y el trabajo que se realizan en una Refinería; además de conocer la labor que realizan ingenieros, técnicos, operadores, administrativos, bomberos y vigilantes en la Industria de la Refinación del Petróleo en México.



5.2 RECOMENDACIONES DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN LA REFINERÍA

Las recomendaciones que se sugieren a continuación, se presentan con el afán de identificar las áreas de oportunidad del Programa para la Prevención de Accidentes.

- Mejorar la programación de actividades, por ejemplo, programar la digitalización de planos y la revisión de estos.
- Realizar un listado de los procedimientos que requieran actualización, así como de la información que se requiera para esto.
- Reorganizar la recopilación de información tomando como base la estructura de la Guía para la elaboración de Programas para la Prevención de Accidentes (PPA) proporcionada por la SEMARNAT.

**ANEXO A. GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA PARA LA
PREVENCIÓN DE ACCIDENTES (PPA)**



**GUÍA
PARA LA ELABORACIÓN DEL
PROGRAMA
PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES
(PPA)**

01 de septiembre de 2004

CONTENIDO

1. ANTECEDENTES. RIESGO AMBIENTAL

001 Estudio de Riesgo Ambiental. Indicar el número y fecha del oficio de respuesta, al Estudio de Riesgo Ambiental correspondiente, presentado por la empresa para el establecimiento de que se trate; el nombre o razón social de la persona física o moral para quién fue emitido, así como el domicilio completo del establecimiento. Para lo anterior, es suficiente incluir copia simple de la primera hoja del oficio.

002 Lista de Materiales Peligrosos. Presentar una lista de los materiales peligrosos que caracteriza al establecimiento, en la realización de actividades de alto riesgo.

003 Plano de distribución del establecimiento. Presentar un plano de distribución con escala 1:250 y 1:500. En el caso de complejos industriales se puede presentar esta información de manera modular o seccionada indicando la ubicación de cada sección en un lay-out el cual será presentado en un recuadro de cada plano.

004 Vulnerabilidad Geológica. Indicar si la zona en la que se ubica la empresa es susceptible a sismicidad, deslizamientos, flujo de lodos, hundimientos, derrumbes o se encuentra en un área afectada por actividad volcánica; de ser así, indicar cuales serían las afectaciones para la empresa.

005 Vulnerabilidad Hidrometeorológica. Indicar si la empresa se encuentra dentro de una zona susceptible a huracanes, maremotos, inundaciones por lluvias torrenciales o desbordamientos de cuerpos de agua como ríos, lagos, lagunas y presas; de ser así cuales serían las afectaciones para la empresa.

006 Población afectable. Indicar el número estimado de personas potencialmente afectadas en el exterior de la planta en caso de accidente, considerando las áreas de riesgo y amortiguamiento identificados en el estudio

de riesgo.

007 Incompatibilidad de actividades. Indicar si existen otros establecimientos, que realicen actividades altamente riesgosas ubicadas dentro de las áreas de riesgo y amortiguamiento del establecimiento de que se trate.

008 Vulnerabilidad Vial. Especificar las calles, avenidas y/o carreteras que pudieran ser afectadas por una emergencia, así como la problemática existente, para ser utilizadas en la llegada de apoyo externo o evacuación de la zona potencialmente afectada.

009 Vulnerabilidad Ambiental. Indicar las posibles afectaciones ambientales en el suelo, aire, cuerpos de agua, zonas naturales protegidas, así como fauna y flora, debido a las actividades realizadas por la empresa.

010 Plano de localización del establecimiento con escenarios de vulnerabilidad. Presentar en carta urbana, fotografía aérea o plano(s) legible(s) de localización a escala, el equipamiento urbano, la ubicación de la planta, nombres de las calles, empresas en los predios colindantes y actividades que desarrollan; zonas habitadas (rurales, urbanas o mixtas); así como los servicios públicos o privados que pudieran auxiliar a la empresa en una situación de emergencia (Hospitales Clínicas, Bomberos, Policía, Protección Civil, grupos voluntarios, etc.). Asimismo, incluir los riesgos identificados señalando nombre del material peligroso involucrado y las zonas determinadas en el análisis de consecuencias del estudio de riesgo ambiental correspondiente.

Se recomienda utilizar información cartográfica con escala 1:5000 y 1:10000

2. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE SEGURIDAD.

Describir, las medidas preventivas y de seguridad siguientes:

011 Mantenimiento Preventivo. Describir las evidencias documentales de la realización del mantenimiento preventivo de las instalaciones operativas, servicios, control y atención de emergencias en el establecimiento. Las evidencias deben conservarse en el establecimiento para efectos de verificación.

La empresa puede incluir certificados obtenidos en la materia

012 Revisiones de Seguridad. Describir las evidencias documentales de la realización de dichas revisiones en el establecimiento. Las evidencias deben conservarse en el establecimiento para efectos de verificación.

Para cumplir este requisito, en su caso, el establecimiento puede presentar el certificado o su revalidación de "Industria Limpia" expedido por la PROFEPA, derivada del Programa Nacional de Auditoría Ambiental.

3. EQUIPOS Y SERVICIOS

013 Centro de comando. Indicar la ubicación del sitio que servirá como centro de comando para ejecutar las acciones de coordinación y comunicación durante el desarrollo de una emergencia y hasta el fin de la misma.

La ubicación del Centro de comando deberá determinarse en función de los alcances de las posibles afectaciones determinadas en el estudio de riesgo ambiental, considerando su fácil acceso y la comunicación.

014 Dispositivos para determinar la dirección del viento. Indicar ubicación de veletas, mangas (conos) para indicar dirección del viento.

015 Extintores y/o sistemas contra incendios. Indicar tipos y capacidad de extintores con que cuenta la empresa asimismo, descripción y capacidades de redes contraincendio, incluyendo equipos fijos como; hidrantes, monitores, aspersores, detectores de atmósferas inflamables u otro equipo o instalaciones semejantes.

016 Equipo/Instalaciones contra explosiones. Indicar las medidas para prevenir o mitigar: impactos de ondas explosivas, así como ubicación de muros, instalaciones subterráneas para materiales peligrosos inflamables/explosivos, y otras instalaciones especiales.

017 Equipo e instalaciones contra fugas derrames y de contención. Indicar los equipos con que cuenta el establecimiento para detectar y controlar las fugas originadas por materiales peligrosos, incluyendo ubicación de diques de contención de derrames, así como equipos para la recuperación.

018 Equipo de protección personal de emergencia. Indicar los tipos y ubicación de equipos de protección personal para emergencias con que cuenta la planta como son; equipos para bombero, trajes encapsulados, equipos de respiración con aire auto contenido.

019 Instalaciones de atención médica y equipo de primeros auxilios. Indicar el equipo médico y de primeros auxilios con que cuenta el establecimiento y su ubicación, para la atención de personas afectables por el manejo no adecuado de materiales peligrosos, como son: camillas, inmovilizadores para fracturas, antídotos, respiradores y equipos especiales.

020 Sistemas y equipo de comunicación y alarma. Indicar la forma como se detecta una emergencia así como el procedimiento de comunicación en los niveles de alerta y alarma a las personas del interior de la planta, así como para el exterior. En este punto debe indicarse el uso de tableros de control, accionadores de alarma, botoneras, intercomunicadores, teléfonos, silbatos, etc.

021 Unidades de transporte de personal. Indicar capacidad de transporte con que cuenta el establecimiento, así como su ubicación, para el traslado de personas en situaciones de emergencia; y los tipos de vehículos: ambulancias, camiones, camionetas y automóviles, que pudieran ser utilizados.

022 Rutas de evacuación y centros de concentración. Indicar la ubicación de las rutas y puntos de reunión que se utilizarán para evacuación en caso de emergencia. Las rutas deben evitar transitar por las zonas de afectación potencial detectadas en el análisis de consecuencias del estudio de riesgo ambiental.

023 Equipos y materiales para descontaminación. Indicar los equipos y materiales para la descontaminación específica de las áreas, equipos y personas, su disposición o tratamiento, así como su ubicación.

024 Plano de distribución de equipos. Presentar un plano en el que se indique la ubicación de cada uno de los equipos manifestados en los puntos 013-023, las rutas de evacuación y los centros de concentración.

Para cumplir este punto, se deberá sobreponer la información solicitada, en el plano requerido en el punto 003, en caso de no estar saturado de información, y haciendo la aclaración respectiva en este apartado.

Es necesario identificar la información solicitada, utilizando simbología a color o ashurada, indicando su significado, para que no se confunda con los trazos originales del plano.

025 Inventario de equipos y servicios de respuesta a emergencias. Presentar el inventario en forma de tabla, en la primera columna indicar la relación completa y actualizada de los equipos mencionados en los puntos 013 al 023, y en la segunda la cantidad.

4. PLAN DE CONTROL Y ATENCIÓN A EMERGENCIAS AMBIENTALES

4.1 NIVEL INTERNO DEL PLAN

4.1.1 ORGANIZACIÓN

026 Organigrama. Presentar el organigrama de la Unidad de Respuesta a Emergencias, en el que se incluya las brigadas conformadas.

027 Funciones. Funciones que desarrollan los puestos considerados en el Organigrama referido en el punto 026.

028 Directorio. Presentar un directorio de los integrantes de la Unidad de Respuesta a Emergencias, en el que se incluya nombre, cargo en la empresa, cargo en la organización, número telefónico/extensión en la planta, dirección y número telefónico particular.

4.1.2 PROCEDIMIENTOS

029 Procedimientos contra fugas, derrames, incendios y explosiones. Los procedimientos para este rubro deben desarrollarse con base y para la respuesta específica de los riesgos identificados por la empresa en el estudio de riesgo ambiental, con objeto de actuar inmediatamente y evitar la manifestación de accidentes mayores.

Especificar en ellos a los responsables y las acciones a desarrollar por la Unidad de Respuesta a Emergencias, para la atención de las emergencias, desde su identificación, respuesta y hasta su control.

030 Procedimiento de Evacuación. Presentar el procedimiento de evacuación a ejecutar por la Unidad de Respuesta a Emergencias, aplicando la información contenida en el punto 022, para los siguientes casos:

- Repliegue al interior de la planta
- Evacuación total de la planta

031 Procedimientos de búsqueda, rescate y triage. Describir las acciones de búsqueda y rescate de las personas que llegaran a faltar en las zonas de concentración después de una evacuación; así como la selección por grado de atención (triage) para la atención médica.

032 Procedimiento por afectaciones debido a fenómenos naturales. Describir las acciones a realizar por la Unidad de Respuesta a Emergencias en caso de enfrentar afectaciones por fenómenos naturales, de acuerdo a la vulnerabilidad indicada en el apartado 1, puntos 004 y 005; con objeto de evitar el encadenamiento de eventos

033 Procedimiento para declarar el fin de la Emergencia. Describir las acciones a seguir por la Unidad de Respuesta a Emergencias, para dar por terminada la emergencia: en particular, el desarrollo de monitoreos para la detección de atmósferas tóxicas, explosivas o inflamables de los materiales peligrosos, considerando las concentraciones o niveles de toxicidad, inflamabilidad o radiación térmica determinadas en las hojas de datos de seguridad.

034 Procedimiento de post-emergencia. Describir las acciones de la Unidad de Respuesta a Emergencias, para la limpieza y descontaminación física, química o biológica que ha de realizarse a los equipos, sitios y personas que estarían en contacto con los materiales peligrosos, en caso de liberación accidental.

035 Registro de incidentes. Describir las evidencias documentales de la realización de dicho registro, en el establecimiento.

Nota: Cuando el establecimiento de que se trate cuente con un Sistema de

Administración o Gestión de Riesgos o un Sistema de Gestión de la Calidad; el establecimiento podrá obviar la presentación desarrollada de los procedimientos solicitados en el apartado 4.1.2 (puntos 030 al 036) de esta Guía. En dicho supuesto, deberá realizar lo siguiente:

- Indicar los datos generales del Sistema: nombre completo, fecha de implantación, etapa en la que se encuentra y vigencia.
- Presentar una relación de los procedimientos incluidos en el Sistema, indicando la referencia del procedimiento (nombre completo y clave) y vigencia; así como indicar su correspondencia específica, con los procedimientos solicitados en la presente Guía.

4.1.3 CAPACITACIÓN

036 Manejo de Materiales Peligrosos y Riesgos. Describir las evidencias documentales sobre la capacitación del personal que se realice en el establecimiento, orientadas a elevar su competencia en el manejo de los materiales peligrosos que caracterizan al establecimiento como actividad altamente riesgosa. Las evidencias deben conservarse en el establecimiento para efectos de verificación.

El contenido temático de interés de la capacitación, enfocada a establecimientos que realizan actividades altamente riesgosas, es el siguiente:

- Comunicación de Riesgos, que incluya los materiales peligrosos que se manejan en el establecimiento; conocimiento y manejo de las hojas de datos de seguridad de los materiales peligrosos y señalamientos; riesgos mayores identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental correspondiente.
- Ubicación y activación de alarmas.
- Ubicación y uso de equipos de control y contención de fugas, derrames e incendios.
- Uso y mantenimiento de equipo de protección personal.
- Descontaminación.

- Primeros auxilios para la atención específica de las afectaciones de las sustancias manejadas.
- Organización de la Unidad de Respuesta a Emergencias del establecimiento.
- Conocimiento de las rutas de evacuación y centros de conteo al interior y exterior del establecimiento.

4.2 NIVEL EXTERNO DEL PLAN

4.2.1 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

037 Instituciones de apoyo. Indicar las Instituciones de apoyo, que podrían ser utilizadas en una emergencia originada en el establecimiento, incluyendo el directorio telefónico de las mismas (Unidades de Protección Civil, hospitales, bomberos, policía, tránsito, ejército, marina, grupos consultores o especialistas en el manejo de materiales peligrosos específicos; así como en el manejo de emergencias, en la localidad).

038 Rutas de evacuación. Con base en la información técnica elaborada por la empresa, esta debe proponer las rutas de evacuación más seguras, que se deben seguir en caso de una emergencia, hasta el límite de la distancia mayor obtenida en el estudio de riesgo.

039 Centros de concentración. De acuerdo con el análisis de vulnerabilidad elaborado por la empresa y con el número de personas afectables (trabajadores y población), sugerir los sitios o instalaciones más seguras (parques, escuelas, iglesias, zonas baldías) fuera de las zonas potencialmente afectables, que serían utilizados como áreas de concentración.

040 Albergues. Indicar con base al punto anterior los sitios seleccionadas para operar como albergues.

La información solicitada en los apartados 38, 39, 40 y 41, así como la

ubicación de los establecimientos del GAMI en su caso, deben presentarse en un plano, pudiendo ser utilizado el indicado en el punto 010 del apartado de instrucciones, en caso de no estar saturado de información.

041 Datos del Grupo de Ayuda Mutua Industrial (GAMI). En su caso, indicar el nombre completo del Grupo de Ayuda Mutua Industrial (GAMI), al que pertenezca el establecimiento, fecha de formación, nombre del presidente o similar del grupo y establecimiento al que pertenece. Directorio de establecimientos que lo conforman incluyendo; ubicación, números telefónicos, y correos electrónicos. Además del nombre y cargo del representante del establecimiento en el Grupo de Ayuda Mutua Industrial (GAMI), así como funciones en este último.

4.2.2 COMUNICACIÓN DE RIESGOS

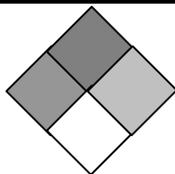
042 Procedimiento e Información para la comunicación de Riesgos. Presentar un procedimiento de comunicación con Autoridades Locales, dirigido principalmente a la Autoridad de Protección Civil y en segundo término a establecimientos vecinos, población afectable y medios de difusión. Asimismo incluir una lista de temas o de información a proporcionar. Considerar en este punto, los canales de comunicación con que cuenta la Unidad de Respuesta a Emergencias, (claves, señales, tipos de alarma, duración del sonido, alcance) es importante indicar en este apartado las horas y días de prueba de alarmas.

043 Vocero (s). Indicar el nombre y cargo de la persona designada para comunicar formalmente al exterior, la emergencia en sus diferentes niveles.

4.2.3 SIMULACROS

044 Programa anual. Presentar un programa anual de simulacros, incluyendo la participación de grupos externos involucrados, en el cual deben enfocarse a las actividades altamente riesgosas del establecimiento. Dicho programa debe considerar la eficacia de la comunicación, simulacros parciales y un simulacro total de evacuación.

ANEXO E. HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD



VER DESCRIPCIÓN DE RIESGO
EN SECCIÓN XIII

Grado de riesgo	
4	Grave
3	Serio
2	Moderado
1	Ligero
0	Mínimo

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUBSTANCIAS*

Nombre

Número de HDSS:		Revisión:	0	Fecha:	
-----------------	--	-----------	---	--------	--

Nota: Leer y comprender esta hoja de datos antes de manipular o disponer del producto.

SECCIÓN I. DATOS DE LA EMPRESA

<p>FABRICANTE:</p> <p>CONSULTAS A HOJAS DE DATOS:</p>	<p>EN CASO DE EMERGENCIA LLAMAR A ¹SETIQ:</p> <p>Interior de la República: 01-800-00-214-00 (las 24 hrs.) En el Distrito Federal: 5559-15-88 (las 24 hrs.) Para llamadas originadas en cualquier parte, llame a: (011-52) 5550-1496, (4885, 1552, 1485).</p> <p>EN CASO DE EMERGENCIA LLAMAR A CENACOM: (las 24 hrs.)</p> <p>En el interior de la República: 01-800-00-413-00. En el Distrito Federal: 5550-1496, (4885, 1552, 1485).</p> <p>ASISTENCIA TÉCNICA:</p>
--	---

SECCIÓN II. DATOS GENERALES DEL PRODUCTO.

Nombre químico		Fórmula química	
Nombre común		Estado físico	
Sinónimo		Clasificación DOT ²	
		Respuesta inicial SETIQ	

Descripción general del producto:

SECCIÓN III. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

Componente	%(Vol, Peso)	Número CAS ³	Número ONU ⁴	CPT ⁵ /CCT ⁶ (ppm)	IPVS ⁷	Grado de riesgo			
						S ⁸	I ⁹	R ¹⁰	E ¹¹

1 Sistema de Emergencias en el Transporte para la Industria Química
 2 Clasificación del Departamento de Transporte de U.S.
 3 Chemical Abstract Service Number

4 Número asignado por la Organización de las Naciones Unidas
 5 Concentración Promedio Ponderada en el Tiempo (TWA)
 6 Concentración para Corto Tiempo (STEL)
 7 Inmediatamente Peligrosa para la Vida o la Salud

8 Grado de Riesgo a la Salud
 9 Grado de Riesgo de Inflamabilidad
 10 Grado de Riesgo de Reactividad
 11 Grado de Riesgo Especial

SECCIÓN IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Peso Molecular		% de volatilidad	
Temperatura de ebullición (°C)		Olor	
Temperatura de fusión (°C)		Color	
Densidad relativa del gas (Aire = 1)		Solubilidad en agua (g/L)	
Densidad (g/L)		pH	
Presión de vapor (bar. a 20 °C)		Umbral de olor	

SECCIÓN V. RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN

Temperatura de inflamación (°C)		Límites de inflamabilidad o explosividad (%)	Inferior:	
Temperatura de autoignición (°C)			Superior:	
<p>Medio de extinción.-</p> <p>Equipo de protección personal.-</p> <p>Procedimiento y precauciones especiales en el combate de incendios.-</p> <p>Condiciones que conducen a otros riesgos especiales.-</p> <p>Productos de la combustión nocivos para la salud.-</p>				

SECCIÓN VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD

Estabilidad.-	Incompatibilidad (sustancia a evitar).-
Descomposición en componentes o productos peligrosos.-	
Polimerización espontánea/condiciones a evitar.-	

SECCIÓN VII. RIESGOS A LA SALUD

EFFECTOS POR EXPOSICION AGUDA.

Ingestión.-

Inhalación.-

Piel (contacto y absorción).-

Contacto con los ojos.-

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN.

CONSIDERACIONES ESPECIALES.

Cancerígeno

*Indicar: _____

Mutagénico

Instituciones que clasifican (NIOSH, OSHA, ACGIH. Incluir NOM-010-STPS):

Teratogénico

Otros*

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS.

Contacto con los ojos.-

Contacto con la piel.-

Inhalación.-

Otros riesgos o efectos a la salud.-

Datos para el Médico.-

Antídoto (dosis, en caso de existir).-

SECCIÓN VIII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

Generales.-

Recomendaciones para evacuación.-

SECCIÓN IX. PROTECCIÓN PERSONAL

Equipo de protección personal.-

Controles de ingeniería.-

Respiratorio.-

Ojos.-

Manos.-

Ventilación.-

SECCIÓN X. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN

- 1.- Etiquetado:
- 2.- Las unidades de arrastre de auto transporte y ferroviarias empleadas en el transporte de sustancias peligrosas, Deben cumplir lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- 3.- Antes de iniciar las operaciones de llenado, debe verificarse que el contenedor esté limpio, seco y en condiciones apropiadas para la recepción del producto.
- 4.- Todos los envases y embalajes; así como las unidades destinadas al transporte terrestre de productos peligrosos, deben inspeccionarse periódicamente para garantizar sus condiciones óptimas. Para fines de esta Inspección, Deben emplearse como referencia las Normas Oficiales Mexicanas aplicables de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, entre las que se pueden citar las siguientes: NOM-006-SCT2-1994, NOM-020-SCT2-1995, NOM-032- SCT2-1995 Y NOM-045-SCT2-1996.
- 5.- Esta Hoja de Datos de Seguridad de Sustancias, debe portarse siempre en la unidad de arrastre.

SECCIÓN XI. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA

SECCIÓN XII. INFORMACIÓN SOBRE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

SECCIÓN XIII. INFORMACIÓN ADICIONAL

Referencias.-

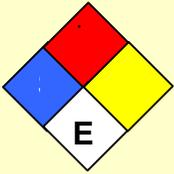
NOM-018-STPS-2000 "Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo".

NOM-010-STPS-1999, "Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral".

Guía de Respuesta a Emergencias en Norteamérica, Departamento de transportación, 2000, (GRENA).

NIOSH, OSHA, "Pocket Guide to Chemical Hazards", "International Chemical Safety Cards"

nombre

Nivel de Riesgo								
	(S) Riesgo a la salud (color azul)		(I) Riesgo de inflamabilidad (color rojo)		(R) Riesgo de reactividad (Color amarillo)		(E) Riesgo especial (Color blanco)	
	4	Fatal	4	Extremadamente inflamable	4	Puede detonar	OXI	Oxidante
	3	Extremadamente riesgoso	3	Inflamable	3	Puede detonar pero requiere de fuente de ignición	ACID	Ácido
	2	Ligeramente riesgoso	2	Combustible	2	Cambio químico violento	ALC	Alcalino
	1	Riesgoso	1	Combustible si se calienta	1	Inestable si se calienta	CORR	Corrosivo
	0	Material normal	0	No se quema	0	Estable	W	No usar agua
						☢	Material radiactivo	

Control de revisiones		
Revisión	Fecha	Motivo

Abreviaturas
SETIQ: Sistema de Emergencia para el Transporte de la Industria Química CENACOM: Centro Nacional de Comunicación NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health OSHA: Occupational Safety and Health Administration.

* Esta Hoja de Datos de Seguridad fue capturada por la UNAM a partir de los datos proporcionados por el fabricante/proveedor.



GLOSARIO DE TÉRMINOS

Accidente: Cualquier acontecimiento no planeado que implica una desviación intolerable sobre las condiciones de diseño de un sistema causando daños a las personas, al equipo, a los materiales y al medio ambiente.

Accidente químico: Liberación accidental de sustancias químicas peligrosas ocurrida durante su producción, transporte o manejo.

Actividad de alto riesgo: Se establece en virtud de las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, Inflamables y biológico-infecciosas para el equilibrio ecológico o el ambiente, de los materiales que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además, los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento.

Ambiente (medio ambiente): Conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre, que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

BLEVE: (Boiling Liquid Expansion Vapor Explosion) explosión por la evaporación de un líquido en ebullición.

Análisis de consecuencias: Proceso para determinar la zona de afectación y la probabilidad de muerte en cada punto de la zona de afectación para todos los casos específicos además de ser el resultado del incidente, por lo general, empleando un modelo matemático.

Análisis de riesgos: Es la identificación y evaluación sistemática de objetos de riesgos o peligros.



Análisis de vulnerabilidad: Proceso para determinar el valor de riesgo y la susceptibilidad de los bienes expuestos a una amenaza específica.

Cloracné. Enfermedad de la piel similar al acné producida por ciertas sustancias químicas, por regla general halogenadas, aunque las dioxinas también la producen.

Crudo: El petróleo en estado natural.

Crudo ligero: Aceite crudo con proporciones relativamente altas de fracciones ligeras, y baja gravedad específica.

Destilación: Proceso basado en la diferencia de puntos de ebullición de los líquidos en la mezcla de la que van a separarse

Dique: Muro de contención de líquidos.

Ducto: Tubería para el transporte de sustancias en estado líquido o gaseoso, ya sea tierra adentro o tierra afuera.

Escenario: caso hipotético utilizado para la predicción de consecuencias, una vez que se han establecido las condiciones a las cuales se origina el evento inicial, generalmente una fuga de material inflamable o tóxico.

Esprea (Boquilla aspersora): Dispositivo para descargar el agua que, cuando ésta se abastece en cantidad y presión adecuadas, la distribuye en una trayectoria y forma con características particulares al diseño del dispositivo.

Explosímetro: Instrumento que sirve para medir la explosividad que está en función de la concentración de hidrocarburos gaseosos en el ambiente.



Espuma contra incendio: Producto final de la mezcla de líquido espumante, agua y aire, formado en la cámara de espuma o en las boquillas para espuma mecánica. La espuma tiene la propiedad de sofocar el incendio y enfriar el producto.

Extintor: Equipo autónomo que sirve para sofocar incendios por medio de un agente extinguidor.

Extracción por solventes: Proceso mediante el cual se procede a la separación de una sustancia disuelta en un líquido mediante otro que no se puede mezclar con éste y en el cual dicha sustancia es mucho más soluble.

Frecuencia: Número de fallas o errores que se presentan por año, día, hora o demanda.

Hidrante: Dispositivo para la salida de agua integrado a la red para servicio contra incendio, con una o dos tomas para conectar mangueras.

Hidrocarburo: Cualquier compuesto o mezcla de compuestos, sólido, líquido o gas que contiene carbono e hidrógeno (p. ej.: carbón, aceite crudo y gas natural).

Incidente: Evento no deseado que puede o no traer consecuencias a las personas, al medio ambiente y a las instalaciones. Suceso del que no se producen daños o estos no son significativos, pero que ponen de manifiesto la existencia de riesgos derivados del trabajo.

Índice de riesgos: Es la combinación matemática entre la frecuencia y la gravedad.

Índice de riesgo = Índice de frecuencia * índice de gravedad

$$\left(\frac{\text{pérdida}}{\text{año}} \right) = \left(\frac{\text{accidente}}{\text{año}} \right) * \left(\frac{\text{pérdida}}{\text{accidente}} \right)$$



Jales: Residuos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales. Sitio de depósito del desperdicio proveniente de la planta de beneficio.

Misión: Enunciado en el que se expresa el propósito básico o la razón de ser de una organización.

Modelo: Representación simplificada o esquemática de un evento del proceso con el propósito de facilitar su comprensión o análisis.

Monitor: Dispositivo dinámico para la salida de agua integrado a la red para servicio contra incendio, con una o dos salidas que no requiere manguera.

Objetivo: Resultado general que persigue la organización el cual es alcanzable.

Peligro: Cualquier condición física ó química capaz de causar daños a las personas, al medio ambiente o a la propiedad. Situación de riesgo inminente que puede producir un daño o un deterioro en la calidad de vida individual o colectiva de las personas. Fuente o situación con capacidad de daño en términos de lesiones, daños a la propiedad, daños al medio ambiente o una combinación de ambos.

Pérdida: Derroche innecesario de recursos.

Prevención: Técnica de actuación sobre los peligros con el fin de suprimirlos y evitar sus consecuencias perjudiciales. Suele englobar también el término protección. Conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de la actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.

Recomendaciones: Son todas las acciones o medidas que se pueden implementar para reducir o mitigar la probabilidad de que ocurra un hecho no deseado.



Petróleo: Nombre genérico para hidrocarburos, incluyendo petróleo crudo, gas natural y líquidos del gas natural. El nombre se deriva del latín “oleum” presente en forma natural en rocas, *petra*.

Petroquímico: Producto químico derivado del petróleo o gas natural (p. ej.: benceno, etileno).

Presa de jales: Obra de ingeniería para el almacenamiento o disposición final de los jales, cuyo proyecto, construcción y operación se traslapan.

Presión: El esfuerzo ejercido por un cuerpo sobre otro cuerpo, ya sea por peso (gravedad) o mediante el uso de fuerza. Se le mide como fuerza entre área, tal como newtons/metro².

Presión Atmosférica: El peso de la atmósfera sobre la superficie de la tierra. A nivel del mar, ésta es aproximadamente 1.013 bars, 101,300 Newtons/m², 14.7 lbs/pulg² ó 30 pulgadas de mercurio.

Refinería: Complejo de instalaciones en el que el petróleo crudo se separa en fracciones ligeras y pesadas, las cuales se convierten en productos aprovechables o insumos.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que se generó.

Riesgo: Posibilidad de sufrir pérdida económica ó daño a las personas expresada en función de la probabilidad del suceso y la magnitud de la consecuencia. En el contexto de la prevención de riesgos se debe entender como la probabilidad de que ante un determinado peligro se produzca un cierto daño, pudiendo por ello



cuantificarse. Combinación de la frecuencia o probabilidad y de las consecuencias que pueden derivarse de la materialización de un peligro.

Riesgo = Frecuencia * Magnitud

$$\left(\frac{\text{con sec uencia}}{\text{tiempo}} \right) = \left(\frac{\text{evento}}{\text{tiempo}} \right) * \left(\frac{\text{con sec uencia}}{\text{evento}} \right)$$

Siniestro: Suceso del que se derivan daños significativos a las personas o bienes, o deterioro del proceso de producción.

Sistema: Grupo o conjunto de cosas relacionadas o dependientes y que se afectan mutuamente para formar una unidad compleja.

Tóxico: Son aquellos materiales cuya emisión o liberación al ambiente puede causar daños a la salud de los seres humanos, o a cualquier forma de vida.

Visión: Percepción que tiene la dirección de la organización del futuro. Da sentido de la dirección

Volátil: Término que describe sustancias de bajo peso molecular que se evaporan a temperaturas y presiones atmosféricas normales.

Vulnerabilidad: Grado de susceptibilidad que tiene el medio a ser deteriorado ante la incidencia de determinados actos. Facilidad con la que un sistema puede cambiar su estado normal a uno de desastre.

Zona de peligro: Entorno espacio-temporal, en el cual las personas o los bienes se encuentran en peligro.



BIBLIOGRAFÍA

1. Butron Silva A. **Administración Integral del Riesgo**, UNAM. México, 2001.
2. Ceja C., M. **Elaboración de un programa para la prevención de accidentes en una refinería**, Tesis de Licenciatura, Facultad de Química. México, 2004.
3. CENAPRED, **Atlas Nacional de Riesgos de la Republica Mexicana**, México, 2001.
4. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers. **Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis**, USA, 2000.
5. Conesa F., V. **Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental**, Ediciones Mundi-Prensa. España, 1995.
6. **Guía de Respuesta a Emergencias en Norteamérica (GRENA)**, Departamento de transportación, 2000.
7. Grimaldi, V. J. & Simonds H. R., **La Seguridad Industrial y su Administración**, Editorial Alfa-Omega, 1996.
8. Greenberg R., H. **Risk assessment for the chemical process industry**, Stone & Webster Engineering Corporation. USA, 1991.
9. Instituto Nacional de Ecología. **Promoción de la prevención de accidentes químicos**, México, 1999.
10. **Notas del diplomado “Análisis de riesgos. Curso básico”**, Impartido por la Facultad de Química.
11. PEMEX. **Manual del Sistema Integral de Administración de la Seguridad y Protección al Ambiente**, México, 2003.
12. PEMEX-REFINACIÓN. **Diccionario de Términos de PEMEX-Refinación**, México.
13. Santamaría R., J. & Braña A., P., **Análisis y Reducción de Riesgos en la Industria Química**, Ed. MAPFRE S.A., España, 1998.



14. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. **Guía para la elaboración de Programas para la Prevención de Accidentes (PPA)**, México, 2004.
15. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. **Guía para la presentación de análisis detallado de riesgo Nivel 3**, México 2002.
16. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**, México, 1998.

Normas Oficiales Mexicanas

17. Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000, Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
18. Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
19. Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

Normas de referencia

20. Norma de Referencia NRF-009-PEMEX-2004, "Identificación de productos transportados por tuberías o contenidos en tanques de almacenamiento".

Documentos de la Refinería "Gral. Lázaro Cárdenas del Río", 2005

21. Convenio conjunto para compartir frecuencia, para la atención de emergencias químicas en la zona Minatitlán – Cosoleacaque – Coatzacoalcos, Veracruz.
22. Formato "EPP/APP". Actividades de prevención de peligro.
23. Guía para elaborar planes de respuesta a emergencias.



24. Libro verde.
25. Orden de trabajo.
26. Plan de Respuestas a Emergencias (PRE).
27. Procedimiento de Apoyo a la Comunidad en Caso de Emergencia.
Refinería - Protección Civil.
28. Procedimiento de búsqueda y rescate.
29. Procedimiento de evacuación de las plantas y edificios en caso de emergencia.
30. Procedimiento de plan de emergencias por huracanes.
31. Procedimiento en caso de sismo, terremoto o erupciones volcánicas.
32. Procedimiento para declarar el fin de la emergencia.
33. Procedimiento para el manejo de información a la Comunidad durante una Emergencia.
34. Procedimiento para evaluar la exposición laboral a ruido acústico en los centros de trabajo de PEMEX.
35. Programa Anual de Actividades de USIPA.
36. Programa Anual de Actividades del Departamento de Prevención y Contra Incendio.
37. Programas de cursos impartidos en la Refinería "Gral. Lázaro Cárdenas del Río".
38. Reglamento de las brigadas de emergencias.
39. Reglamento de la Unidad de Respuesta a Emergencias (URE).

Páginas electrónicas

40. Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency).
Marzo 2006. (www.epa.gov)
41. Instituto Nacional de Ecología.
Marzo 2006. (www.ine.gob.mx)
42. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
Marzo 2006. (<http://www.inegi.gob.mx>)



43. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
Marzo 2006. (<http://www.profepa.gob.mx>)
44. Protección Civil de Andalucía.
Marzo 2006. (<http://www.proteccioncivil-andalucia.org/index.htm>)
45. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
Marzo 2006. (<http://www.semarnat.gob.mx>)
46. Sitio nacional y regional del medio ambiente de Canadá (Environment Canada's National and Regional Sites).
Marzo 2006. (<http://www.ec.gc.ca/regeng.html>)
47. Unidad Estatal de Protección Civil de Veracruz.
Marzo 2006. (<http://www.proteccioncivilver.gob.mx>)
48. Unión Europea.
Marzo 2006. (http://europa.eu.int/index_es.htm)

Otros

49. Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas. Diario Oficial de la Federación. 28 de Marzo de 1990.
50. Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas. Diario Oficial de la Federación. 4 de Mayo de 1992.