



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**"ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE  
PREVENCIÓN DE ACCIDENTES  
PARA UNA REFINERÍA"**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**I N G E N I E R A Q U Í M I C A**

P R E S E N T A :

**MÓNICA CEJA CORDERO**



MÉXICO, D.F.



2004

EXAMENES PROFESIONALES  
FACULTAD DE QUÍMICA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

JURADO ASIGNADO

Presidente.	Prof.	Iñiguez Hernández Alejandro
Vocal.	Prof.	Torres Barrera Rodolfo
Secretario.	Prof.	Cruz Gómez Modesto Javier
1er. Suplente.	Prof.	Samano Castillo José Sabino
2o. Suplente.	Prof.	Pérez Gabriel Baldomero

SITIO DONDE SE REALIZÓ EL TEMA:

Laboratorio E-212, Conjunto E, Facultad de Química, UNAM.  
Refinería "Francisco I. Madero", Cd. Madero, Tamaulipas.

Asesor de tesis



Dr. Modesto Javier Cruz Gómez

Supervisor Técnico



I.Q. Israel Moreno Rios

Sustentante



Mónica Ceja Cordero

Agradezco profundamente a:

La Universidad Nacional Autónoma de México por la labor que realiza en el país engrandeciendo su gente; en particular agradezco a la Facultad de Química y sus profesores cuyo estímulo me llevó a elaborar el presente trabajo.

Pemex-Refinación y en particular a la refinería "Francisco I. Madero" por permitirme colaborar en este proyecto y conocer un poco más de la compleja industria del petróleo pero sobre todo agradezco la oportunidad de conocer gente con una gran calidad humana siempre dispuesta a trabajar.

Al Dr. Modesto Javier Cruz Gómez por brindarme su apoyo en la elaboración de esta tesis así como por su paciencia y sus conocimientos compartidos. Quiero destacar la gran labor que realiza al participar en colaboración con Pemex facilitando que los alumnos amplíen sus conocimientos.

A mi jurado:

Profr. Iñiguez Hernández Alejandro.

Profr. Torres Barrera Rodolfo.

Profr. Cruz Gómez Modesto Javier.

Profr. Samano Castillo José Sabino.

Profr. Pérez Gabriel Baldomero.

por sus observaciones y recomendaciones, las cuales contribuyeron a mejorar el presente trabajo.

A Israel y a Miriam por la atención prestada durante la revisión de este trabajo, cuyas observaciones fueron clave para concretar este trabajo.





Dedico este trabajo a:

Dios porque ha puesto en mi camino a gente maravillosa que a lo largo de mi vida ha influido en mí.

Mi madre Manuela Cordero Alvarado y a mi padre Luis Ceja Segura por darme la vida y creer en mí así como por su paciencia, sus cuidados y sus observaciones.

Mi esposo Erick Miguel León Hernández porque es lo mejor que ha pasado en mi vida y quien se ha encargado de fomentar en mí el gusto por la vida, además de que es buen esposo y un padre excelente. A mis cuñad@s por sus por su espontaneidad.

Vania Xochiquetzal León Ceja, mi hija, porque posee una fortaleza gracias a la cual me permitió realizar las actividades para recopilar la información y elaborar el presente documento. También se la dedico por su alegría y porque es muy activa, energía que me transmite.

Mis herman@s: Esther, Antonio, Lupe, Arturo y Lucina así como a mis sobrin@s y cuñad@s por apoyarme en todo este tiempo buscando siempre la manera de ayudar.

Mis suegros Laurencia Hernández y Miguel Angel León que me han enseñado parte de la vida y me han dado el regalo más valioso de mi vida: mi esposo.

Israel y Faby por la sencillez que los caracteriza y por los buenos momentos que hemos vivido juntos y a Mariana se la dedico porque es una bebé que me ha enseñado que se pueden superar las adversidades de la vida.

Santos, Jahaziel, Yessi, Miriam, Rubén, Concepción, Ismael, Alicia, Paty, Cris, Viri, Alicia, Erika, Sonia, Marco, los integrantes de CEASP<sup>4</sup>A, Maru, Javier, Eduardo y muchos otros por su valiosa amistad así como por su tolerancia y apoyo en los momentos más importantes de mi vida.

Al señor Alfonso, Conchita y Lupita por su comprensión y su valioso apoyo así como por sus consejos.

## Índice

### Introducción

Antecedentes	2
Justificación	4
Objetivos	5

### Capítulo I. Marco Teórico

1.1 Accidentes Químicos	7
1.2 Marco Jurídico	12
1.3 Prevención de Accidentes	15
1.4 Sistema de Gestión Integrado de la Prevención	17
1.5 Actividades Altamente Riesgosas	21
1.6 Análisis de Riesgos	22
1.7 Planificación de Emergencias	27
1.8 Programa de Prevención de Accidentes	39
1.9 Seguridad Industrial en PEMEX	40
1.10 SIASPA	41

### Capítulo II. Trabajo en Campo y Resultados

2.1 Desarrollo del Programa de Prevención de Accidentes	45
2.2 Marco Referencial	47
2.2.1 Información General	51
2.2.2 Evaluación del Riesgo de la Planta	52
2.2.3 Análisis de Vulnerabilidad en el Entorno de la Planta	55
2.3 Nivel Interno del Plan	
2.3.1 Organización	58
2.3.2 Inventario y Mantenimiento de Equipos y Servicios de Emergencia	63

2.3.3 Plan de Emergencias	67
2.3.4 Capacitación y Simulacros	71
2.4 Nivel Externo del Plan	
2.4.1 Infraestructura y Servicios	74
2.4.2 Procedimientos de Comunicación de la Emergencia	75
2.4.3 Equipos	76
2.4.4 Capacitación y Simulacros	76
2.4.5 Evacuación	78
2.4.6 Notificación	79
2.5 Empresas Organizadas en Grupos de Ayuda Mutua	80

### **Capítulo III. Conclusiones**

3.1 Conclusiones y Recomendaciones	83
------------------------------------	----

### **Anexos**

Anexo A	Diagrama de pétalos de la planta de tratamiento de naftas U-609	86
Anexo B	Diagrama de la ubicación de sustancias peligrosas	88
Anexo C	Formato de hoja de datos de seguridad	90
Anexo D	Plano general de la Refinería con la ubicación del COE, conos direccionales, Unidad de Medicina del Trabajo, alarmas y departamento de contra incendio	94
Anexo E	Diagrama de la red de agua contra incendio y de extintores	96
Anexo F	Diagrama de aspersiones	98
Anexo G	Diagrama de detectores de gases y mezclas explosivas	100
	Bibliografía	102
	Índice de Tablas y Figuras	106
	Glosario	108

## Abreviaturas

<b>AMFE</b>	Análisis de Modos de Fallas y Efectos
<b>ANSI</b>	<i>American National Standard Institute</i> Instituto Nacional Americano de Estándares
<b>API</b>	<i>American Petroleum Institute</i> Instituto Americano del Petróleo
<b>ASME</b>	<i>American Society of Mechanical Engineers</i> Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
<b>ASTM</b>	<i>American Society for Testing Materials</i> Sociedad Americana para la Evaluación de Materiales
<b>CENAPRED</b>	Centro Nacional de Prevención de Desastres
<b>COE</b>	Centro de Operación de Emergencias
<b>CRETIB</b>	Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico y Biológico Infecciosos
<b>DIF</b>	Desarrollo Integral de la Familia
<b>GRAMÉ</b>	Grupo Regional de Atención y Manejo de Emergencias
<b>GRENA</b>	Guía de Respuestas en caso de Emergencia en Norteamérica
<b>IMP</b>	Instituto Mexicano del Petróleo
<b>IMSS</b>	Instituto Mexicano del Seguro Social
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Ecología
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
<b>LGEEPA</b>	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
<b>NFPA</b>	<i>National Fire Protection Association</i> Asociación Nacional de Protección Contra Incendios
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana
<b>PEMEX</b>	Petróleos Mexicanos
<b>PPA</b>	Programa de Prevención de Accidentes
<b>PROFEPA</b>	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

<b>SEDUE</b>	Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (actualmente SEDESOL, Secretaría de Desarrollo Social)
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>SETIQ</b>	Sistema de Emergencias en el Transporte de la Industria Química
<b>SIASPA</b>	Sistema Integral de Administración de la Seguridad y Protección al Ambiente
<b>SINE</b>	Sistema Integral de Notificación de Emergencias
<b>SITSI</b>	Superintendencia de Inspección Técnica y Seguridad Industrial
<b>SSA</b>	Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública
<b>STPS</b>	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
<b>TEMA</b>	<i>Tubular Exchanger Manufactures Association</i> Asociación de Fabricantes de Intercambiadores Tubulares
<b>URE</b>	Unidad de Respuestas a Emergencias

A decorative border with a repeating geometric pattern surrounds the central text.

# **Introducción**

**Antecedentes<sup>(5,10)</sup>**

Desde el inicio de la humanidad, el hombre ha tenido que afrontar los riesgos que surgen de la necesidad de obtener los recursos indispensables para su subsistencia, por ejemplo, vivir en zonas propensas a fenómenos destructivos en donde la mano del hombre tiene mucho que ver, tales como la contaminación, los derrames de sustancias peligrosas, los incendios y las explosiones. En este sentido el hombre ha tenido la necesidad de maximizar la disponibilidad de recursos y de minimizar los riesgos que enfrenta para conseguirlos.

Desde la antigüedad el hombre ha tratado de prevenir los desastres, así como de estar preparado para resolver determinadas situaciones de emergencia.

La humanidad, apoyada en la ciencia y la tecnología, ha tomado medidas para prevenir y combatir los diversos peligros a los cuales está expuesta, sin embargo en las últimas décadas se ha observado un aumento en la ocurrencia de desastres, por un lado porque los eventos causales no son sólo fenómenos naturales (sismos, inundaciones, etc.) sino además accidentes en la industria, la cual se vuelve más compleja; por otro lado porque se pueden presentar dos o más eventos en combinación cuyas características son totalmente diferentes a las de cada uno por separado, dando como resultado un aumento en la magnitud de las consecuencias.

El incremento de los desastres se debe, en general, a la diversificación de los tipos de peligro a los cuales está propensa la población y el ambiente, así como al incremento de la intensidad de sus manifestaciones que son consecuencia del surgimiento de nuevos fenómenos destructivos de origen tecnológico, típicos en la mayoría de los actuales asentamientos humanos que se encuentran en zonas con una alta concentración industrial.

Se puede identificar en el proceso general de control de desastres 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 los riesgos

renacen manifiestos. 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.

En el caso de fenómenos destructivos de origen tecnológico no hay duda sobre la factibilidad e importancia de la prevención como la estrategia prioritaria, ya que obviamente el desastre depende completamente del hombre y, por ende, constituye la responsabilidad explícita de la sociedad.

Desgraciadamente, todavía muchas sociedades se restringen a realizar meramente la atención a emergencias sin tomar en cuenta la previsión y, por ende, la prevención. No toman en cuenta que es mejor prevenir que lamentar.

La evolución tecnológica impone, de manera cada vez más acelerada la necesidad de realizar cambios radicales en los procesos y organización de las empresas.

Debido a la multitud de fenómenos destructivos involucrados en un desastre tecnológico se complica la elaboración de las estrategias y políticas para su prevención y atención, e implica la participación de investigadores y expertos de diversos campos así como de funcionarios de diversas dependencias administrativas.



## **Justificación<sup>(6)</sup>**

Cualquier Refinería, acorde con su Sistema Integral de Administración de la Seguridad y Protección Ambiental, herramienta fundamental para asegurar las políticas de seguridad, de protección al ambiente y normas nacionales e internacionales, busca minimizar eventos indeseables que pudieran resultar en pérdidas humanas, económicas y ambientales, con el propósito de ser una empresa líder en materia de seguridad industrial y protección ambiental.

Por lo anterior, la Universidad Nacional Autónoma de México representada por la Facultad de Química y en convenio de colaboración con PEMEX-Refinación se encargó de la elaboración del Programa de Prevención de Accidentes para una de sus Refinerías.

En el presente trabajo se busca mostrar de forma organizada los elementos básicos que deben considerarse para el diseño y elaboración de un plan de respuesta a emergencias, en caso de no contar con él, así como para facilitar su actualización considerando desde luego que su eficacia dependerá del trabajo arduo, producto de cumplir con el Programa de Prevención de Accidentes diseñado por y para el establecimiento. Siendo PEMEX-Refinación una empresa preocupada por la calidad, busca ir a la cabeza aplicando el método de la mejora continua de la seguridad en el trabajo por lo que representa un ejemplo a seguir.

### **Objetivo General**

- ✓ Elaborar el **Programa de Prevención de Accidentes** de una Refinería.

### **Objetivos Particulares**

- ✓ Dar una visión general de las consecuencias que acarrea la ocurrencia de un accidente aunado a una política carente en seguridad industrial cuyos resultados se ven reflejados en los daños a la vida humana, la economía y el deterioro ambiental, que han sido motivo para regular las actividades consideradas como altamente riesgosas.
- ✓ Establecer la importancia de contar con un Programa de Prevención de Accidentes en el manejo de emergencias.
- ✓ Desarrollar la actualización del Programa de Prevención de Accidentes de una Refinería con base en la Guía proporcionada por la SEMARNAT con el propósito de que la información vigente así organizada permita atender las emergencias de manera oportuna.
- ✓ Recopilar la información actualizada de los sistemas y procedimientos de seguridad con que cuenta la Refinería para la atención de emergencias, así como, realizar los levantamientos en campo para cotejar los datos proporcionados que de ser necesario se complementarían.

Analizar y seleccionar la información actualizada para integrar el Programa de Prevención de Accidentes de la Refinería y así dar cumplimiento al artículo. 147 de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

A decorative border with a repeating geometric pattern surrounds the central text.

Capítulo I  
**Marco Teórico**

## 1.1 Accidentes Químicos<sup>(10,30)</sup>

Durante los últimos cincuenta años la industria química ha experimentado cambios de gran importancia. A medida que los avances tecnológicos han dado origen a la aparición de nuevos materiales, procesos e incluso nuevas industrias, se ha asistido a un aumento casi exponencial en el número y aplicaciones de los productos químicos disponibles en el mercado.

Por otro lado, hoy en día existen plantas químicas de gran tamaño, habiéndose incrementado en un orden de magnitud la capacidad de algunas unidades en los últimos veinte años. Como es lógico, tanto en número de industrias como en capacidad ha aumentado el número de personas que pueden estar expuestas a las consecuencias de un accidente industrial. Esto a su vez, ha propiciado una toma de conciencia sobre seguridad industrial que de algún modo ya se extiende al público en general. La administración en sus distintos niveles ha ido respondiendo a esta creciente sensibilidad social realizando un esfuerzo importante para regular las actividades de la industria en general, y en particular de aquellas industrias que pueden representar un mayor riesgo.

La tabla 1 muestra una relación de los accidentes químicos de mayor impacto ocurridos en los últimos cien años que han producido importantes pérdidas, tanto humanas como materiales, que están relacionados con la fabricación, uso y transporte de productos químicos.

El coste de los accidentes en la industria química es difícil de cuantificar, ni siquiera en términos meramente económicos. Al coste total material directo de los accidentes es necesario añadirle el debido a las consiguientes paradas de producción y pérdidas de materias primas y productos, el debido a los litigios y a las indemnizaciones por causa de daños a las personas o a la propiedad, así como las primas de los seguros. Un coste adicional muy considerable es la pérdida de imagen y la publicidad negativa que sufre la empresa

involucrada en el accidente, aunque en la práctica esto sólo suele darse asociado a grandes catástrofes.

**Tabla 1.** Accidentes industriales a partir de 1974.<sup>(5,10)</sup>

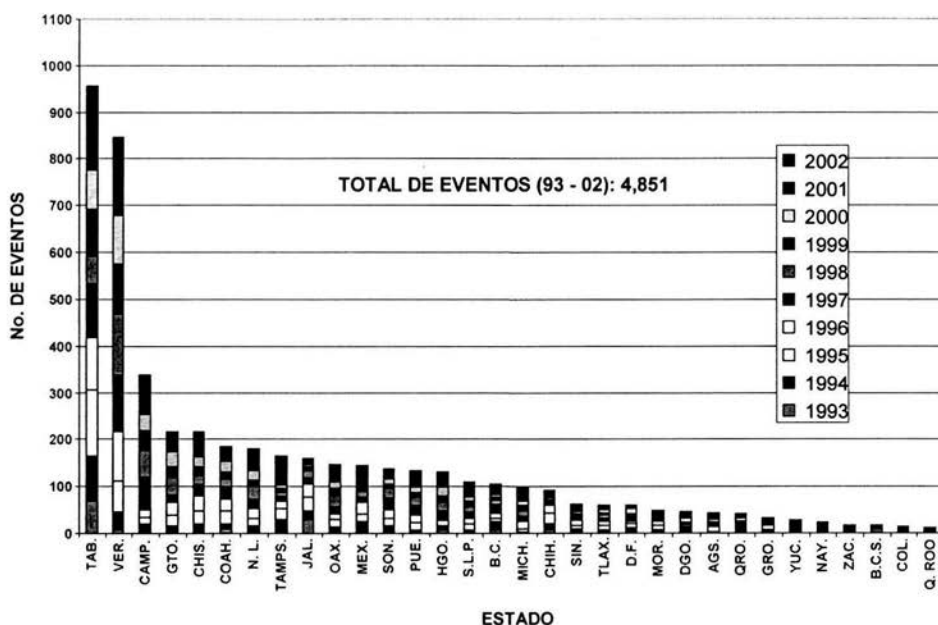
Accidente	Consecuencias
<b>Flixborough (UK) Junio de 1974</b> Ruptura de tubería, causó la fuga de entre 40 y 80 toneladas de ciclohexano líquido caliente.	28 muertos y miles de heridos. Total destrucción de la planta.
<b>Seveso (Italia) Julio de 1976</b> Fuga de dioxina por una reacción mal controlada causando explosión.	Desalojo de personas cerca del área por contaminación. La dioxina liberada causó irritaciones en la piel de mucha gente.
<b>San Carlos (España) Julio de 1978</b> Explosión por BLEVE de una pipa que transportaba propileno.	215 muertos.
<b>Cubatao (Brasil) Febrero de 1974</b> Ruptura de tubería que conducía gasolina, causando una bola de fuego (Fire Ball).	Por lo menos 500 muertos.
<b>México D.F. (México) Noviembre de 1984</b> Varios contenedores de LPG explotaron en San Juan Ixhuatepec.	452 muertos y más de 4,200 heridos. El número de personas desaparecidas podría ser más de 1,000.
<b>Bhopal (India) Diciembre de 1984</b> Una fuga extendida sobre un área de aproximadamente 40 Km <sup>2</sup> de isocianato de metilo.	2,500 muertos debido a envenenamiento y aproximadamente el mismo número en condiciones críticas, alrededor de 150,000 personas requirieron tratamiento médico.
<b>Guadalajara (México) Abril de 1992</b> Explosión en cadena a lo largo de 13 Km urbanos, ocurrida debido a fuga de gasolina en drenaje domestico.	Información oficial dio un estimado de 200 muertos y 1,500 heridos y pérdidas materiales cuantiosas.

Dada la actividad industrial de país y el movimiento de diferentes materiales químicos a lo largo y ancho del territorio, los accidentes por manejo de sustancias peligrosas se presentan con cierta frecuencia.

En la figura 1 se presenta un resumen de las emergencias ambientales que ocurrieron desde 1993 hasta el 2002. En esta se observa que los eventos han ocurrido en la zona central de la

República Mexicana y en los estados que tienen actividades de producción de sustancias químicas, primordialmente.

**Figura 1.** Emergencias ambientales reportadas a PROFEPA de 1993 a 2002.<sup>(30)</sup>



Hasta el quinto bimestre del 2003 se tiene registradas 371 emergencias ambientales ocurridas en la República Mexicana.

Los accidentes ocurridos en México durante los últimos años, como la fuga de fosgeno en Poza Rica, Ver. (1950); el derrame e incendio de petróleo crudo del Pozo Ixtoc en la Sonda de Campeche (1979); la explosión de gas L.P. en San Juan Ixhuatepec, Edo. de Méx. (1984); el incendio de la empresa de agroquímicos Anaversa en Córdoba, Ver. (1991); la explosión del drenaje de Guadalajara, Jal. (1992); la explosión con etano plus en el Complejo Procesador de Gas en Reforma, Chis. (1996); y el incendio de la Terminal de Pemex, Satélite Norte, en San Juan Ixhuatepec, Edo. de Méx. (1996), entre otros, dan una idea clara de las

enormes proporciones que puede tomar una emergencia asociada con materiales peligrosos, cuyas consecuencias, en la mayoría de los casos, se traducen en lamentables pérdidas humanas, graves afectaciones al medio ambiente y/o cuantiosas pérdidas materiales, cuando no se toman las adecuadas medidas de prevención y no se está preparado para responder, rápida y eficazmente, a esta clase de eventos.

No existen dos accidentes químicos iguales. Los accidentes se pueden presentar en una combinación de eventos como derrame-incendio-fuga-exposición. Dichas combinaciones magnifican los efectos sobre la salud y el ambiente tal como puede observarse en la tabla 2.

**Tabla 2.** Principales emergencias ambientales debidas a accidentes industriales.<sup>(30)</sup>

Fecha del Evento	Nombre del Evento	Ubicación	Sustancia Involucrada	Causas	Daños
25/12/50	Poza Rica	Poza Rica, Ver.	Fosgeno	Fuga de gas ocasionado por falta de combustión en quemadores de campo	17 defunciones y 300 intoxicados
01/06/79 - 09/03/80	Ixtoc	Sonda de Campeche	Petróleo crudo	Incendio ocasionado por la salida de petróleo y gas a presión	Impacto ecológico ocasionado por la liberación de 3,100,000 de barriles de petróleo, de los que se estima quedaron a la deriva 1,023,000
19/09/84	San Juan Ixhuatepec	San Juan Ixhuatepec, México	Gas LP	Explosión (BLEVE) de esferas de gas LP	650 defunciones, 2,500 lesionados y cuantiosos daños materiales
03/05/91	Anaversa	Córdova, Ver.	Plaguicidas	Falla en el sistema de envasado, con derrame de producto e incendio	300 personas intoxicadas y 1,700 evacuadas
22/04/92	Guadalajara	Gadalajara, Jal.	Gasolina	Presencia de gasolina en la red de alcantarillado	190 defunciones, 1,470 lesionados y cuantiosos daños materiales

**Tabla 2.** Continuación.

Fecha del Evento	Nombre del Evento	Ubicación	Sustancia Involucrada	Causas	Daños
04/12/94	Presa de Silva	San Francisco del Rincón, Gto.	Metales pesados, plaguicidas, colorantes y <i>Clostridium botulinum</i>	Concurrencia de toxicidad de metales pesados, plaguicidas y colorantes, ocasionando una mortandad inicial, la cual debido a factores ambientales y a la presencia de bacterias botulínicas, desencadenaron un fenómeno de botulismo	Mortandad aproximada de 25,000 aves acuáticas y terrestres
16/02/95	Plátano y cacao	Ranchería plátano y cacao, Municipio. del centro, Tab.	Gas amargo y gasolina	Explosión ocasionada por fallas aparentes en la soldadura de la tubería	7 defunciones, 16 lesionados y 125 evacuados
25/01-20/03/96	Mortandad de delfines y aves marinas	Alto Golfo de California	Trazador nk19	Empleo de trazador con fines de señalización	Mortandad de 367 delfines, 8 ballenas, 51 lobos marinos y más de 200 aves marinas
20/02/96	Fine chemical	México, D. F.	Mercaptano	Falla mecánica en un mezclador ocasionando calentamiento del mercaptano y rompimiento de tuberías con la consecuente liberación de la sustancia	26 personas hospitalizadas y 500 evacuadas
07/05/96	Industria puente	México, D. F.	Hidrógeno	Explosión de un tanque de hidrógeno	1 defunción, 3 intoxicados, 47 lesionados, 500 evacuados y cuantiosos daños materiales
26/07/96	Cactus	Reforma, Chis..	Etano plus licuado	Fuga de hidrocarburos líquidos durante trabajos de mantenimiento ocasionando explosión e incendio	6 defunciones, 9 lesionados y cuantiosos daños materiales
11/11/96	San Juan Ixhuatepec	San Juan Ixhuatepec, Mex.	Gasolina	Derrame e incendio de gasolina en tanques de almacenamiento	4 defunciones y 15 lesionados

Después de analizar estos datos queda claro que deben incrementarse las medidas de prevención y seguridad de las plantas e industrias que emplean agentes químicos. La forma



más práctica para hacerlo es evaluando meticulosamente los riesgos químicos inherentes a la actividad que se desarrolla y enseguida establecer medidas de prevención que apunten a la remoción y control de dichos riesgos y, en todos los casos, planificando la mitigación de efectos en caso de contingencia.

A la vista de lo anterior, no es de extrañar el creciente esfuerzo que la industria en general, y la química en particular, dedican a la prevención de accidentes.

La respuesta organizada de autoridades, industria, grupos de auxilio y de la comunidad constituye un elemento clave para su eficaz y oportuna atención evitando o reduciendo al máximo las pérdidas humanas y materiales, así como los daños al medio ambiente. Para tal efecto, es necesario contar, entre otros aspectos, con personal de respuesta a emergencias debidamente capacitado, informar a la población en forma clara y precisa sobre los riesgos a que esta expuesta y sobre las acciones a tomar en caso de una emergencia con sustancias químicas y probar los planes de respuesta con que cuenta la industria para la atención de esta clase de eventos.

## **1.2 Marco Jurídico**<sup>(12,13,14,15,30,31)</sup>

En el año de 1971 se publica en el Diario Oficial de la Federación, la Ley Federal de la Prevención y Control de la Contaminación estableciendo los procedimientos necesarios para aplicarse a los residuos sólidos.

Con base en esta Ley, se crea en la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) un departamento para atender la prevención y el control de la contaminación de suelos provocada por los residuos industriales y municipales.

La reforma de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal en Diciembre de 1982, incluyó la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), con las atribuciones y facultades para preservar los recursos forestales de flora y fauna silvestres y,

desde luego, para la prevención y control de la contaminación ambiental en el agua, aire y suelo.

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente que entró en vigor el 1º de Marzo de 1988, contiene lo referente a actividades de control en el manejo y disposición de residuos industriales peligrosos. Los artículos 150 al 153 del Capítulo VI del Título Cuarto contiene lo relacionado a la instalación y operación de sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos, bajo la supervisión de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En los artículos 134 al 144 del Capítulo IV del Título IV incluye ahora lo referente a la prevención y control de la contaminación del suelo en las nuevas modificaciones hechas a la Ley en Diciembre de 1996.

El *artículo 147* de la LGEEPA dice que la realización de actividades industriales, comerciales o de servicio altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales a que se refiere el artículo anterior. Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a SEMARNAT un estudio de riesgo ambiental, así como, someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

Con el fin de ejercer un control sobre la generación, transporte, industrialización y confinamiento se publica en el Diario Oficial de la Federación el 25 de Noviembre de 1988 el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos.

Este Reglamento establece que es de carácter nacional, pues rige en todo el país y zonas donde la nación ejerce su soberanía. Su aplicación es de orden federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), aunque las autoridades del Distrito Federal, de los estados y de los municipios pueden participar como auxiliares en su aplicación.

Es a partir de los lamentables sucesos ocurridos en Guadalajara, Jal., que el Gobierno Federal crea, en Junio de 1992, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), actual órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con facultades de vigilar el cumplimiento de la legislación ambiental, velar por los intereses de la población en asuntos de protección y defensa del ambiente, así como las de aplicar medidas de seguridad e imponer sanciones.

En la tabla 3 se muestra la cronología de los principales sucesos relacionados con la gestión ambiental de actividades altamente riesgosas con el objeto de prevenir accidentes químicos desde 1983.

**Tabla 3.** Reseña histórica de la gestión ambiental y actividades altamente riesgosas y la prevención de accidentes de alto riesgo ambiental.<sup>(31)</sup>

Año	Suceso
1983	<ul style="list-style-type: none"><li>• Creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE).</li><li>• Primer Procedimiento de Impacto Ambiental de la Ley Federal de Protección al Ambiente en el que se incluye el concepto de riesgo.</li></ul>
1984	<ul style="list-style-type: none"><li>• Explosión de gas en San Juan Ixhuatepec.</li></ul>
1986	<ul style="list-style-type: none"><li>• Creación de la Subdirección de Riesgo de la SEDUE.</li><li>• Desarrollo del Procedimiento para Evaluar Proyectos de Instalaciones que Manejen Sustancias Peligrosas.</li></ul>
1988	<ul style="list-style-type: none"><li>• Publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.</li><li>• Publicación del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental que preve la realización de Estudios de Riesgo y la elaboración de Programas para la Prevención de Accidentes.</li><li>• Creación del Comité de Actividades Altamente Riesgosas.</li></ul>

**Tabla 3.** Continuación.

Año	Suceso
1989	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación del Comité de Análisis y Aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes (COAAPPA).</li> </ul>
1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Publicación del Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas (por manejo de sustancias tóxicas).</li> </ul>
1992	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación del Instituto Nacional de Ecología en la Secretaría de Desarrollo Social.</li> <li>• Creación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.</li> <li>• Introducción de las Auditorías Ambientales.</li> <li>• Explosión del drenaje en la ciudad de Guadalajara.</li> <li>• Establecimiento del Programa Nacional para la Prevención de Accidentes de Alto Riesgo Ambiental (PRONAPAARA).</li> <li>• Creación de los Comités Ciudadanos de Información y Apoyo para Casos de Prevención y Atención de Riesgos Ambientales.</li> </ul>
1992	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Publicación del Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (por manejo de sustancias explosivas e inflamables).</li> </ul>
1994	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (ahora SEMARNAT).</li> </ul>
1996	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Publicación de la nueva Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.</li> </ul>
1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de la Dirección de Riesgo Ambiental en la SEMARNAP</li> <li>• Creación de la Subdirección de Aprobación de Programas para la Prevención de Accidentes.</li> <li>• Creación de la Subdirección de Evaluación de Estudios de Riesgo Ambiental de la Industria Paraestatal.</li> <li>• Creación de la Subdirección de Evaluación de Estudios de Riesgo Ambiental de la Industria Privada.</li> </ul>

### 1.3 Prevención de Accidentes <sup>(29)</sup>

Los accidentes suponen lamentables pérdidas tanto a empresas como al país, bastante más de lo que algunos piensan por lo que prevenir los accidentes es rentable para todos.

Los accidentes son una manifestación de que hay cosas fuera de control así como fallas en los sistemas y en los procesos cuyas consecuencias van desde pérdidas humanas y afectaciones graves al ambiente hasta daños a equipos y pérdidas económicas. Los

accidentes tienen causas naturales que pueden investigarse, explicarse y corregirse, no son fruto del azar o de la mala suerte, las acciones preventivas deben orientarse a eliminar riesgos y evitar accidentes.

Las causas de los accidentes pueden ser básicas o inmediatas (ver tabla 4).

**Tabla 4.** Causas de los accidentes<sup>(29)</sup>

Causas básicas		Causas inmediatas	
<b>Factores personales:</b> Falta de conocimiento o de capacidad para desarrollar el trabajo que se tiene encomendado.  Falta de motivación o motivación inadecuada.  Tratar de ahorrar tiempo o esfuerzo y/o evitar incomodidades.	<b>Factores de trabajo:</b> Falta de normas de trabajo o normas de trabajo Inadecuadas.  Diseño o mantenimiento inadecuado de las máquinas y equipos.  Hábitos de trabajo incorrectos.	<b>Actos inseguros:</b> No utilizar las prendas de protección establecidas o usar prendas inadecuadas.  Utilizar herramientas o equipos defectuosos o en mal estado  Introducirse en fosos, cubas o espacios cerrados, sin tomar las debidas precauciones.	<b>Condiciones inseguras:</b> Diseño o mantenimiento inadecuado de las máquinas y equipos.  Falta de un sistema de aviso, de alarma, o de llamada de atención.  Falta de señalización de puntos o zonas.

La prevención de accidentes debe buscar como objetivo no sólo la protección de las personas, además se debe considerar la protección al ambiente y la protección de los bienes y los procesos productivos. Eso significa no hacer frente a los costes indirectos de los accidentes laborales, al mal ambiente laboral que provocan y a la mala imagen que puedan causar de cara al mercado. Prevenir no es un gasto sino una buena inversión.

En una empresa la prevención es responsabilidad tanto de empresarios como de trabajadores y se debe buscar afrontar toda clase de riesgos que puedan poner en peligro la calidad de la vida laboral, la calidad del proceso productivo, y la calidad del producto acabado, así como la

calidad del ambiente. Tiene que partir del convencimiento de la dirección y de su integración en el conjunto de sus actividades y decisiones en procesos, organización de trabajo y línea jurídica. La prevención ha de hacerse partiendo de las particularidades que presenta cada empresa en cuanto a sector de actividad, organigrama, personal, etc.

#### **1.4 Sistema de Gestión Integrado de la Prevención<sup>(3, 29)</sup>**

La Gestión Integrada de la Prevención tiene beneficios desde el punto de vista de la prevención de riesgos, de la mejora de la competitividad y persigue la mejora de la calidad de vida laboral.

Un Sistema de Gestión Integrado debe establecer las responsabilidades a todos los niveles, desde la Dirección, la línea de mando y los trabajadores, y constar de una serie de actividades o técnicas de gestión que actúan en las diversas etapas de control de la cadena causal. Entre estas actividades se encuentran las siguientes:

##### **A. Liderazgo.**

Comprende todas las actividades que debe desarrollar la línea de mando para definir, implantar y verificar el cumplimiento y apoyar al sistema de seguridad.

- Definición de política de empresa en materia de seguridad.
- Definir un manual de prevención.
- Definir las actividades convertibles en procedimientos.

##### **B. Formación/Información.**

Conseguir a través de la información/formación una mayor capacitación del personal, con el objetivo de lograr un comportamiento más seguro.

C. Inspecciones de seguridad.

Planificar inspecciones de áreas y puestos de trabajo con el fin de detectar condiciones inseguras o actos inseguros que puedan derivar en daños a las personas, a las instalaciones, o al producto.

D. Seguimiento de acciones correctivas.

Tratamiento de los riesgos detectados desde su evaluación, introduciendo la acción correctiva necesaria y su seguimiento, para comprobar la eficacia de la medida adoptada.

E. Investigación de accidentes/incidentes.

A través de una metodología, encontrar las causas inmediatas y las causas básicas para que, adoptando las medidas oportunas, se evite la repetición del accidente/incidente.

F. Equipos de protección personal.

Dotar a los trabajadores, para que éstos los utilicen, de los medios de protección personal para los riesgos de los puestos y tareas que no han podido ser eliminados.

G. Salud de los empleados.

Controlar los productos o materiales que supongan riesgos que puedan derivar en daño a la salud de los trabajadores, así como los ambientes peligrosos o molestos que puedan producirse.

H. Normas y procedimientos.

Establecimiento de guías para un comportamiento seguro, analizando previamente los trabajos para la identificación de los riesgos.

I. Preparación para emergencias.

Establecer un sistema que conlleve la organización de equipos materiales y humanos, y las actuaciones a realizar en el caso de que ocurra una situación de emergencia.

#### J. Reuniones y promoción.

Mejorar la seguridad a través de la comunicación a todos los niveles de la organización.

Promocionar el sistema de seguridad.

La mejora continua de la seguridad en el trabajo es el método idóneo para prevenir los accidentes y debe ser uno de los objetivos prioritarios de la empresa; se lleva cabo en cuatro pasos principales: Identificación, valoración, actuación y seguimiento.

*Identificación.*- Consiste en identificar los riesgos existentes en los puestos de trabajo de la empresa, a través de actividades cuyo objetivo sea tal identificación (inspecciones, observaciones, etc.).

*Valoración.*- Consiste en evaluar los riesgos identificados, sopesando su gravedad y la probabilidad de que se produzcan.

*Actuación.*- Consiste en seleccionar y adoptar medidas tendentes a eliminar o al menos disminuir los peligros identificados y corregir las anomalías detectadas, en lo que afecta a equipos, herramientas, materiales y personal.

*Seguimiento.*- En esta fase se controla la ejecución de las acciones preventivas previamente planificadas, para ponderar los resultados y adoptar las acciones correctivas pertinentes.

Algunas acciones preventivas son:

1. Identificar y analizar los peligros y sus causas.- El mando puede realizar la identificación de riesgos a través de diferentes técnicas como son la inspección de las áreas, la realización de procedimientos de trabajo, la observación de las tareas, la investigación de accidentes y la identificación día a día.

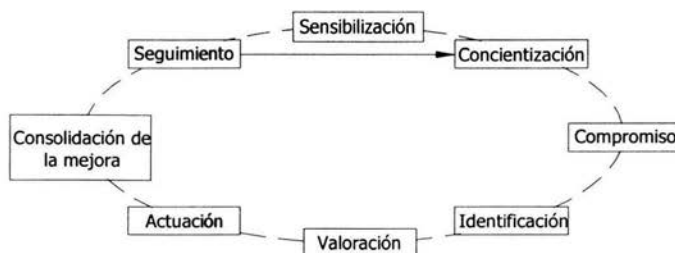
Asegurarse de que se incluyan los riesgos referentes a áreas de trabajo, orden y limpieza, manutención y manejo de materiales, máquinas, herramientas, incendios, explosiones, riesgos eléctricos, condiciones ambientales, etc.



2. Valoración del riesgo.- Se debe realizar una valoración y análisis del riesgo, para determinar su potencial de pérdida y la prioridad de actuación sobre él.
  
3. Actuar.-Adoptar medidas para eliminar o controlar el riesgo, pueden ser de distinta índole: instruir, mejorar las condiciones físicas, modificar el procedimiento o el material, proteger, hacer cumplir las normas, etc, pero siempre deben tender a eliminar el riesgo.
  - Cada medida correctiva debe tener un responsable y una fecha de ejecución.
  - Las medidas deben mantener un equilibrio adecuado entre su coste de realización y el porcentaje de riesgo que eliminan.
  
4. Seguir el cumplimiento en la práctica.- Implementar las medidas para eliminar o controlar el riesgo y auditar su cumplimiento.
  - Mediante la designación de un responsable y un plazo de ejecución de una medida correctiva, se puede realizar un seguimiento de su cumplimiento.
  - Cada mando será responsable de realizar el seguimiento de las medidas que se hayan puesto en práctica en su área de responsabilidad.

La prevención de riesgos laborales precisa de una puesta al día continua, en paralelo con las necesidades que van apareciendo en la empresa, y que llevan consigo cambios en las personas, las materias primas, los procesos, las exigencias de los consumidores, etc.

Los cambios mencionados traen consigo la aparición de nuevos riesgos, que hay que evaluar e integrar en el Plan de Prevención; al mismo tiempo los trabajadores y la sociedad en general elevan el listón de sus exigencias en cuanto a admisibilidad de riesgos, por ello el Plan de Prevención debe ser algo dinámico, en continua progresión, en pos del objetivo de mejora del nivel de vida laboral.

**Figura 2.** Método para la mejora continua de la seguridad en el trabajo.

### 1.5 Actividades Altamente Riesgosas <sup>(7, 12, 31)</sup>

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en la clasificación de las actividades como altamente riesgosas, se deberán tomar en cuenta: "Las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o 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".<sup>(12)</sup>

A la fecha, y a partir de 1988 en que se publicó la Ley, se han publicado en el Diario Oficial de la Federación dos listados, que refieren las sustancias tóxicas, explosivas e inflamables cuya presencia en las actividades, en cantidad igual o superior a las cantidades referidas en dichos listados (cantidades de reporte), permiten considerarlas como altamente riesgosas.

El riesgo ambiental se define como la probabilidad de que ocurran accidentes mayores que involucren a los materiales peligrosos que se manejan en las actividades altamente riesgosas, que puedan trascender los límites de sus instalaciones y afectar adversamente a la población, los bienes, al ambiente y los ecosistemas. La evaluación de dicho riesgo comprende la determinación de los alcances de los accidentes y la intensidad de los efectos adversos en diferentes radios de afectación.

## 1.6 Análisis de Riesgos<sup>(10,31)</sup>

De acuerdo con el Artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas correspondientes.

Quienes realicen actividades altamente riesgosas, deberán formular y presentar a la SEMARNAT un estudio de riesgo ambiental.

Por lo anterior, las instalaciones en operación que realicen actividades altamente riesgosas, están obligados a sujetarse a la realización de un estudio de riesgo ambiental.

Un análisis de riesgos significa desarrollar una estimación cuantitativa del nivel de peligro potencial de una actividad, referido tanto a personas como a bienes materiales, en términos de la magnitud del daño y la probabilidad de que tenga lugar.

Los resultados del análisis de riesgos se utilizan para la toma de decisiones, ya sea mediante la comparación de riesgos o mediante la comparación con los riesgos fijados como objetivo en una determinada actividad. Los elementos principales en un programa de administración de riesgos son los siguientes:

- ✓ Identificación de peligros.
- ✓ Análisis de consecuencias.
- ✓ Evaluación del riesgo.
- ✓ Entrenamiento de los trabajadores.
- ✓ Control del diseño de modificaciones.
- ✓ Procedimientos de operación.
- ✓ Procedimientos de mantenimiento.
- ✓ Investigación de accidentes / incidentes.

- ✓ Auditorias de seguridad.
- ✓ Registro y archivo.
- ✓ Planes de emergencia.

El análisis de riesgo permite, dentro de los niveles de incertidumbre asociados a cada tipo de análisis empleado y a los datos disponibles, cuantificar el potencial de accidentes existente en una determinada instalación o proceso, y, supuesto que éste se considere demasiado elevado, comparar las distintas alternativas de solución.

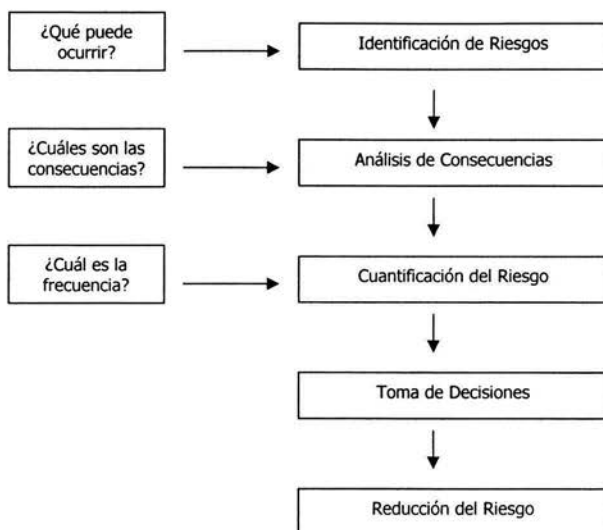
### *Etapas del análisis de riesgos*

Un análisis de riesgos orientado a la prevención de riesgos implica, con carácter general, las etapas siguientes:

1. Identificación de sucesos no deseados, que puedan llevar a la materialización de un peligro.
2. Análisis de los mecanismos por los que estos sucesos tienen lugar
3. Estimación de los efectos no deseados y de la frecuencia con que pueden producirse.

De manera conceptual, el análisis de riesgos se desarrolla en distintas etapas, en cada una de las cuales se responde a una pregunta general, como se indica en la figura 3.

La primera pregunta "¿Qué puede ocurrir?" se refiere en principio a todas las circunstancias que puedan dar origen a efectos adversos, la naturaleza de la pregunta es puramente cualitativa, y da origen al bloque de identificación de posibles riesgos. En esta fase se pretende obtener una lista exhaustiva dentro de los límites del análisis, de todas las desviaciones que: i) puedan producir un efecto adverso significativo y ii) tengan una probabilidad razonable de producirse.

**Figura 3.** Etapas de un análisis de riesgo<sup>(10)</sup>.

Para la identificación y jerarquización de riesgos se puede recurrir a los siguientes métodos: Lista de verificación, ¿Qué pasa si?, Análisis de Modo, Falla y Efecto (AMFE), HazOp, Árbol de Falla, Índice DOW, Índice MOND; la selección de éstos depende del nivel de estudio de riesgo ambiental que corresponda a la actividad en particular.

Una vez identificadas las circunstancias que razonablemente pueden dar origen a efectos adversos de cierta magnitud, se continúa con la siguiente etapa que viene marcada por la pregunta "¿Cuáles son las consecuencias?". Para responder, es necesario tener un modelo o modelos que relacionen la causa original relacionada con los efectos previstos, de manera que estos puedan ser cuantificados. Para los riesgos identificados y jerarquizados, se determinan las áreas de afectación a través de modelos matemáticos de simulación incluidos en software especializados como son PHAST, ALOHA y ARCHIE, entre otros. Las diferentes posibilidades deben ser analizadas con los modelos apropiados (explosión, BLEVE, etc.), que

en cada caso proporcionarán una estimación de las consecuencias que cabe esperar sobre el personal o las instalaciones.

La tercera etapa del análisis de riesgos tiene como objetivo responder a la pregunta "¿Con qué frecuencia?". Una vez identificados los sucesos que pueden dar origen a daños importantes, y estimada la magnitud de éstos, procede cuantificar la verosimilitud de dichos sucesos, ya sea en términos de su frecuencia o de la probabilidad de que tengan lugar durante la vida estimada de la instalación.

A menudo no hay suficientes datos en las bases abiertas a consulta, o existen omisiones importantes en las mismas, a causa de las dificultades inherentes a la recogida de datos sobre accidentes. Por ello suele acudir a métodos más estructurados como el Análisis de Árbol de Fallas (AAF), o de Árbol de Eventos (AAE), en los que se procede a asignar probabilidades a los distintos sucesos en las cadenas de evolución de acontecimiento, haciendo uso de la información disponible en bases de datos sobre frecuencias de fallas de equipo y componentes.

La información que se puede determinar mediante el análisis de riesgos es:

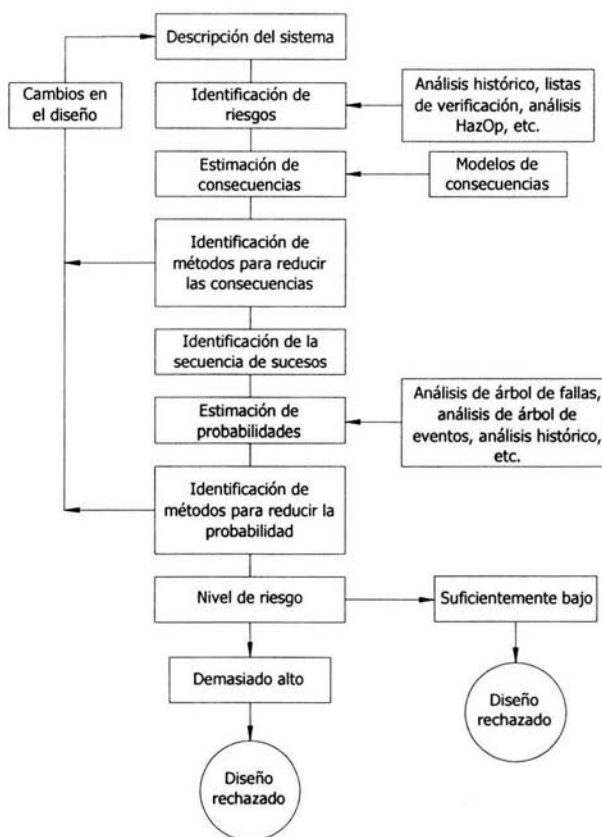
- ✓ La probabilidad de que ocurran accidentes por explosión, incendio, fuga o derrame que involucre materiales peligrosos;
- ✓ Los posibles radios de afectación fuera de las instalaciones correspondientes;
- ✓ La severidad de la afectación en los distintos radios;
- ✓ Las medidas de seguridad a implantar para prevenir que ocurran los accidentes;
- ✓ El "Programa para la Prevención de Accidentes" en caso de que ocurra un accidente.

En la figura 4 se desarrollan ampliamente las distintas etapas del análisis de riesgos.

Los resultados del análisis proporcionan el fundamento adecuado para explicar cuál es el nivel de riesgo al que están sometidos los trabajadores de una instalación y la comunidad

circundante, lo que se ha hecho para aumentar la seguridad y por qué se ha elegido una alternativa y no otra entre las varias posibles.

**Figura 4** Etapas de un análisis cuantitativo de riesgos.<sup>(10)</sup>



## 1.7 Planificación de Emergencias<sup>(3,9,10)</sup>

Aunque se busque reducir al máximo los riesgos nunca será posible eliminarlos y siempre existirá una posibilidad de que ocurra un accidente con consecuencias potencialmente graves para las personas.

Para que estas consecuencias sean mínimas, es necesario elaborar planes de emergencia internos (para los empleados de la empresa) y externos (para la población circundante), que permitan en un accidente mayor la identificación de riesgos, la identificación de sus consecuencias más probables y la incorporación de medidas de seguridad.

Para ejemplificar la importancia que tienen los planes de respuesta a emergencia revisaremos el accidente ocurrido en Seveso, el 10 de Julio de 1976, donde la apertura del disco del reactor, con la emisión de 1 a 2 kg. de dioxina a las 12:37 fue seguida por la acción del personal de la planta, mismo que intentó alertar a las autoridades pero fue imposible debido a que era fin de semana.

Durante los días siguientes al accidente ocurrieron muertes de animales, así como de la vegetación, y la comunicación seguía siendo deficiente; fue hasta la muerte de un niño cuando se declaró estado de emergencia encontrando que la zona afectada era de 5 Km<sup>2</sup>, pero el primer grupo fue evacuado hasta el 27 de Julio cuando se detecta que la zona afectada era 5 veces mayor.

De este ejemplo puede observarse que los defectos en la estructura de los planes de emergencia o su inexistencia son la causa principal de graves consecuencias para la población, por lo que a raíz de este accidente la mayoría de los países desarrollados ha establecido normativas de obligado cumplimiento regulando la declaración de riesgos por parte de las industrias, el desarrollo de planes de emergencia, tanto internos como externos y la creación de organismos de coordinación para casos de emergencia.



En enero de 1997, se publicó la segunda Edición de la Directiva Seveso sobre el control de los riesgos de accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, la cual aplica a todos los establecimientos en los que estén presentes, bien sea en almacenamiento o en proceso, una serie de sustancias peligrosas, en cantidades superiores a los límites indicados para cada uno de ellos.

Algunas áreas que no se mencionaban en la anterior directiva y que se incluyen en la actual son el sistema de gestión de la seguridad y la información al público sobre los riesgos y las acciones a tomar en caso de que ocurra un accidente.

Si los establecimientos manejan cantidades que sobrepasan el límite superior son requisitos:

- ✓ Emitir un *informe sobre seguridad* demostrando que se aplica una política de prevención de accidentes graves y un sistema de gestión de seguridad. Se han identificado los riesgos existentes y se han tomado las medidas necesarias para prevenir la ocurrencia de accidentes y limitar sus consecuencias. Se ha incorporado la seguridad y la fiabilidad en el diseño y la operación de la instalación. Se han elaborado planes de emergencia Internos y se ha facilitado la información necesaria para elaborar los planes de emergencia externos.
- ✓ La empresa debe preparar un plan de emergencia interno y proporcionar a las autoridades la información necesaria para la elaboración del plan de emergencia externo. La autoridad competente es responsable de preparar, probar, revisar y actualizar el plan de emergencia externo.
- ✓ La información sobre las medidas de seguridad y el comportamiento que deba adoptarse en caso de accidente deben estar a disposición de las personas que puedan verse afectada por un accidente grave en los establecimientos, sin necesidad de solicitarla; por otro lado debe ser actualizada y puesta a disposición de modo permanente.

### *Plan de emergencia interno*

Está orientado a la actuación dentro del recinto de la empresa en caso de emergencia. Comprende todas las actuaciones a llevar a cabo dentro de las instalaciones, incluyendo la comunicación con el coordinador del plan de emergencia externo.

La planificación previa de la emergencia permite tomar las acciones necesarias en un tiempo reducido, sin el elevado riesgo que normalmente suponen las decisiones rápidas. Sin un estudio previo de las posibles causas de una emergencia es altamente probable que se cometan errores en las actuaciones, debido a informaciones confusas o contradictorias y a la presión del momento.

Los principales objetivos a cumplir por un plan de emergencia interno son:

- ✓ Determinar el tipo de accidentes que pueden llevar a una situación de emergencia. Proveer una definición lo más completa posible de lo que está ocurriendo.
- ✓ Determinar las respuestas necesarias a los distintos tipos de emergencias posibles a fin de estar preparado para afrontarlas. Priorizar las actuaciones.
- ✓ Garantizar la existencia de la organización y las vías de comunicación adecuadas para que puedan tomarse decisiones de modo ordenado durante la emergencia. Incluyendo los medios humanos y materiales necesarios, ya sean internos o procedentes de exterior.
- ✓ Establecer los mecanismos necesarios para mantener al día el plan.
- ✓ Establecer la información y simulacros necesarios.

### *Elementos de un plan de emergencia*

Los principales elementos que deben ser contemplados en todo plan de emergencia son los siguientes:

- ✓ Organización y recursos.- Para que la respuesta en caso de emergencia sea efectiva es necesario contar con los medios humanos y materiales necesarios.

Los recursos materiales necesarios pueden dividirse en dos grandes grupos:

- *Equipos e instalaciones para coordinación y comunicaciones.*- La mejor forma de coordinar la emergencia y las comunicaciones interiores y exteriores es a través de un centro de coordinación de la emergencia, el cual debe de estar dotado de los sistemas necesarios para cumplir con esta función, algunos son: Medios audiovisuales, mapas, planos, toda la documentación del plan de emergencia; directorio del personal de la planta que necesite ser localizado, así como de las autoridades, instituciones, cuerpos de bomberos, hospitales, etc.; teléfonos, radios de intercomunicación, vehículos para transportarse, etc.
- *Equipos para mitigación de las consecuencias.*- Entre estos se encuentran en primera instancia las medidas instaladas permanentemente en el proceso, equipos para el conocimiento de la situación meteorológica, equipos contra incendio, detectores, equipos para el control de fugas líquidas o gaseosas, servicios de asistencia médica y traslado de emergencia, programas de evaluación de consecuencias, equipos de protección personal y suministros necesarios para la lucha contra fugas y fuego.

Aunque no es posible disponer in situ con todos los medios anteriormente mencionados si es posible establecer mediante un convenio escrito la colaboración y el número de las fuerzas de apoyo externas como bomberos, cruz roja u hospitales. Siempre debe existir un mínimo razonable en la propia empresa, ya que los cuerpos de apoyo deben estar a una distancia considerable, y la rapidez de actuación es la clave del éxito.

- ✓ Procedimientos para la evaluación de la gravedad de los accidentes.- Inmediatamente tras la detección del accidente debe evaluarse la magnitud de las posibles consecuencias de la situación y decidir que tipo de respuestas deben ponerse en marcha. Una práctica

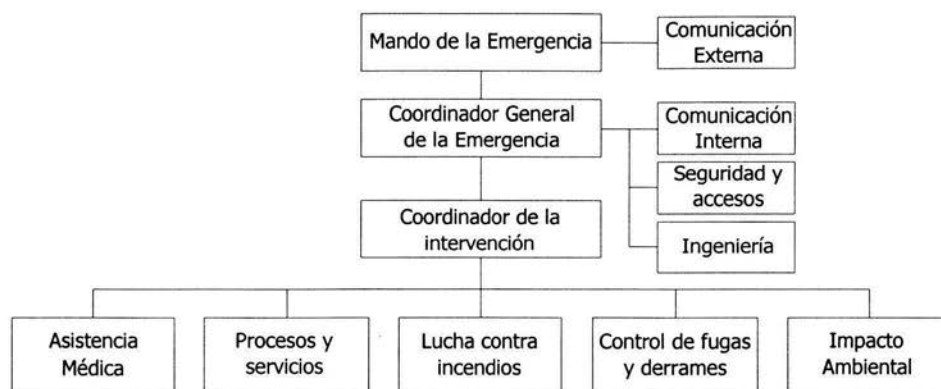
muy difundida es la definición de varios niveles de emergencia, para que en base a estos, diferentes evaluadores juzguen las situaciones de la misma manera.

La rapidez de la detección y comunicación inicial de la emergencia es un factor crítico para la minimización de las consecuencias. Normalmente conviene establecer una vía rápida para la comunicación del mensaje de que hay una posible emergencia, bien a través de un botón, una señal o un número especial de teléfono conocido por todos los empleados.

- ✓ Procedimientos de comunicación y notificación de la emergencia.- Internamente el modo más usado es mediante sirenas. El grado de emergencia se da a conocer con diferentes sonidos. Es necesario que el personal conozca el significado de cada señal y la forma de actuación ante cada una de ellas. Suelen utilizarse tres sonidos, correspondientes a tres mensajes: alerta, emergencia y fin de la emergencia. Según el grado de alerta puede congregarse el personal en un punto de reunión o evacuarlo a una zona segura.

Si ocurre un accidente mayor debe comunicarse a las autoridades. En general es conveniente comunicar a las autoridades cualquier tipo de accidente, aunque sea menor y no tenga consecuencias probables fuera de la planta. Esto favorece el establecimiento de una relación positiva de colaboración y, en caso de que los hechos no transcurran como estaba previsto, permite una rápida actuación de apoyos externos.

- ✓ Organización y coordinación y mando durante la emergencia.- En el primer momento es normal que todas las decisiones deban ser tomadas por una sola persona. Una vez pasado este momento y notificada ya la situación de la emergencia, debe constituirse inmediatamente el equipo de emergencia según el organigrama establecido en el plan; un ejemplo se muestra en la figura 5.

**Figura 5.** Organización interna típica para emergencias.


Las principales responsabilidades de cada función son:

- *Mando de la emergencia.* Es el máximo responsable de la emergencia. Coordina la actuación de todos los recursos, tanto internos como externos, para minimizar los daños a los empleados, público y propiedad. Dirige las comunicaciones e intercambios de información con las autoridades. Determina en cada momento el nivel de alarma, tomando las decisiones de máximo nivel, como evacuación, solicitud de ayuda exterior o aviso a las autoridades gubernativas. Suele ser el director de la planta.
- *Coordinador general de la emergencia o Coordinador de operaciones.* Normalmente suele ser el jefe de producción, ya que debe conocer perfectamente la planta y el proceso. Recibe el mando de la emergencia, es decir, la responsabilidad directa de las actuaciones dirigidas a mitigar las consecuencias del accidente. Coordina las fuerzas que trabajan en campo, y determina la necesidad de efectivos de apoyo. Centraliza las comunicaciones internas desde el centro de control de la emergencia.
- *Coordinador de intervención o Coordinador de operaciones en campo.* Dependiendo del coordinador general de la emergencia supervisa y coordina en la escena del

accidente todas las operaciones y recursos involucrados, evaluando su gravedad y centralizando las comunicaciones con el centro de coordinación de la emergencia.

- *Ingeniería.* Dan apoyo técnico durante la emergencia al coordinador general de la emergencia. Su principal función es determinar las posibles consecuencias del accidente y recomendar las acciones a tomar para aislar equipos potencialmente peligrosos o evaluar la efectividad de las posibles acciones alternativas.
- *Seguridad y accesos.* Su principal misión es controlar los accesos para evitar la entrada de personal no autorizado y conducir a las personas cuya presencia sea requerida o autorizada hasta el centro de coordinación y comunicaciones. También debe contabilizar el personal que se encuentra en la zona de emergencia para proceder a su búsqueda, si no han sido localizados.
- *Asistencia médica.* Proporcionan ayuda médica de emergencia a los posibles heridos durante el accidente y los trasladan a centros de asistencia. También asesoran al coordinador de la emergencia sobre los riesgos de la exposición a los productos químicos presentes (esta información se encuentra recopilada en las hojas de datos de seguridad de productos químicos, MSDS o en registros y bases de datos equivalentes).
- *Procesos y servicios.* Se encargan de mantener en situación segura la parte de la planta no afectada directamente por la emergencia, generando los servicios requeridos para las operaciones de emergencia, bloqueando los equipos amenazados o deteniendo el proceso cuando sea necesario. También aíslan los equipos afectados y cortan fugas para minimizar las consecuencias del accidente (en caso de fugas tóxicas puede necesitarse personal experto o equipos de protección personal especiales).
- *Lucha contra incendios.* Su misión es controlar y extinguir los incendios que puedan producirse. Normalmente también se encargan de controlar los derrames de líquidos inflamables. Su formación y entrenamiento son críticos en el éxito de su función, una de las más arriesgadas y técnicamente más complejas.

- *Impacto ambiental.* Su función es minimizar el impacto ambiental del accidente, determinando el nivel de riesgo, recomendando las medidas preventivas a tomar y remediando las consecuencias mediante las operaciones necesarias durante y después del accidente.
  
- ✓ Actuaciones durante la emergencia El plan debe de contener todas las estrategias previsibles de respuesta durante la emergencia, de modo que pueda guiar las decisiones de los coordinadores de un modo efectivo. Se pueden distinguir dos tipos de acciones: preventivas y correctivas. Obviamente, las primeras son preferibles a las segundas, pero no siempre se puede elegir y, por tanto, deben considerarse ambos grupos.

Las acciones preventivas se orientan a minimizar las consecuencias del accidente. Dependen de la situación concreta de la emergencia y del tipo de productos manejados:

- Prevención de rupturas catastróficas de equipos y tanques, mediante su enfriamiento con chorros de agua, aislamiento, barreras de protección, etc.
- Extinción o control de los incendios originados.
- Rescate o evacuación de los posibles afectados.
- Control y mitigación de la situación: contención de fugas, absorción de derrames, rociado y absorción de nubes tóxicas, establecimiento de barreras físicas, control de las condiciones del proceso, parada de emergencia de la planta, etc.
- Protección de zonas de bajo riesgo de quedar expuestas a agresiones por efecto "dominó".

La coordinación y la organización es fundamental para fijar las prioridades de actuación. Las actuaciones en concreto de cada circunstancia deben estar definidas en el plan de emergencia.

Las acciones correctivas suelen ser posteriores a la finalización de la emergencia, como la limpieza, descontaminación y restauración del entorno. Este tipo de acciones son

especialmente importantes tras derrames de líquidos, como en el caso de mareas negras, o fugas de productos tóxicos poco degradables, como en el accidente de Seveso.

Es vital que todo el personal de la planta conozca perfectamente al menos la parte que a él le afecta del plan de emergencia. Lo normal es que las situaciones de emergencia sean poco frecuentes, por lo que la experiencia es de poca utilidad, ya que la probabilidad de olvido es grande. La única manera de conseguir que todo el personal actúe correctamente bajo circunstancias de incertidumbre, incluso de pánico, es a través de simulacros y entrenamiento.

Los principales objetivos de un plan de formación y simulacros son:

- Comprobar el conocimiento por los empleados de la parte del plan que les concierne, asegurando una buena capacidad de respuesta en caso de emergencia.
- Comprobar la adecuación del plan en casos cercanos a la realidad, detectando los puntos débiles o mejorables.
- Comprobar el estado de los medios necesarios para combatir la emergencia (alarmas, vehículos, extintores, etc.).
- Comprobar la capacidad de respuesta de las entidades externas involucradas y el grado de coordinación alcanzado.
- Proporcionar la formación necesaria a aquellos empleados que tienen responsabilidades especiales dentro del plan.

Para asegurar el buen funcionamiento de los sistemas de alarma es necesario hacer pruebas frecuentes, normalmente semanales, que aseguren su funcionamiento. En el caso de las sirenas que suelen utilizarse para la comunicación del estado de la emergencia al personal, se consigue además mejorar el conocimiento del significado de los distintos sonidos. También los sistemas de comunicación deben ser probados semanalmente.



Es conveniente designar a un equipo de observadores que conozca perfectamente el plan de emergencia, para recoger el máximo de información durante un simulacro, mediante video u otros métodos alternativos. Toda la información recopilada debe analizarse posteriormente antes de emitir un informe con la evaluación del ejercicio, incluyendo los cambios a introducir en el plan de emergencia, material que es necesario adquirir o formación adicional necesaria.

#### *Plan de emergencia externo*

Está orientado a la actuación en el exterior de la planta. Incluye desde la comunicación y coordinación entre las empresas de la zona y las autoridades hasta la evaluación de consecuencias, decisiones de evacuación, coordinación entre protección civil, bomberos y ejército, etc. Sus objetivos son:

- Identificar las emergencias que puedan ocurrir y asegurar que se está preparado para afrontarlas mediante una planificación previa.
- Asegurar que la toma de decisiones durante la emergencia se hace de forma ordenada.
- Asegurar que se dispone de los medios humanos, equipos y servicios necesarios para mitigar las consecuencias de la emergencia y coordinar su actuación.

La confección del plan de emergencia exterior, así como la coordinación de las distintas fuerzas de intervención, es competencia de la administración autonómica aunque debe considerar los planes de emergencia internos y contar con la participación de empresas involucradas.

### *Comunicación y coordinación de la emergencia*

Los procedimientos de comunicación a los responsables del plan de emergencia externo deben estar claramente reflejados en el plan de emergencia interior. El plan de emergencia exterior debe definir qué tipo de accidentes deben ser comunicados, en qué modo y qué datos debe contener el informe.

Debe prestarse especial atención a las líneas de comunicación telefónica externa, que con frecuencia quedan bloqueadas, en caso de accidente, por llamadas de los habitantes de la zona. Es necesario disponer de líneas especialmente dedicadas a las comunicaciones de emergencia que no aparezcan en los listines de teléfonos.

### *Información a la comunidad*

La cada vez mayor preocupación pública ante los riesgos químicos exige que se dé información fiable y entendible sobre el desarrollo de la situación, no sólo cuando el peligro afecta directamente a la población, sino también en las circunstancias en las que podían verse afectados, aunque no haya sido así.

Debe prestarse especial atención a los medios de comunicación ya que una falta de información puede dar origen a titulares con interpretaciones apresuradas, realizadas por personas técnicamente no competentes, que lleven a conclusiones erróneas, alarma y daños irreparables a la imagen de la empresa.

En general, la mejor manera de afrontar la situación es tomando la iniciativa en ofrecer información a los medios de comunicación y controlando el flujo de información al máximo, intentando conseguir que éste llegue al público con la máxima veracidad y en la cantidad necesaria. La actitud de la empresa y de sus portavoces en estos momentos es crítica para su imagen futura. La relación de confianza o desconfianza, transparencia u ocultación de

información que se establezca entre los medios de comunicación, la empresa y las autoridades será inmediatamente transmitida al público.

La información a los medios debe ser todo lo frecuente que sea necesario, según lo requieran los acontecimientos, bien por medio de ruedas de prensa o por comunicados. Es especialmente importante no anticiparse a transmitir información dudosa o no confirmada de la que más adelante haya necesidad de retractarse.

Raramente los problemas de información que puedan surgir durante una situación de emergencia son únicamente consecuencia de la tensión del momento. Con frecuencia tienen raíces en incidentes menores o enfrentamientos entre la empresa y la comunidad ocurridos en el pasado. Es por ello que la actitud de colaboración e información durante una emergencia se construye durante día a día a través del contacto continuo y la colaboración diaria entre las autoridades, los medios de comunicación y la empresa.

Cinco puntos que se deben cumplir para mejorar las relaciones y la comunicación con la comunidad son:

- ✓ Evaluar continuamente las preguntas y preocupaciones de la comunidad sobre la empresa.
- ✓ Desarrollar un programa de educación de la comunidad, medios de comunicación, instituciones de apoyo, cargos públicos, etc., sobre los riesgos que la empresa representa para la comunidad y el plan de emergencia.
- ✓ Dialogar continuamente con los ciudadanos y responder a sus preguntas y preocupaciones sobre seguridad, higiene, medio ambiente y cualquier otro tema de su interés.
- ✓ Promover una política de puertas abiertas que permita que las personas interesadas se familiaricen con las instalaciones, su modo de trabajo, los productos manejados y los esfuerzos para proteger la seguridad de las personas y del medio ambiente.
- ✓ Evaluar periódicamente los resultados de estos esfuerzos.

### **1.8 Programa para la Prevención de Accidentes<sup>(11, 12)</sup>**

Un Programa para la Prevención de Accidentes (PPA) es un programa 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, a fin de proteger a los trabajadores, a la población, al ambiente y los recursos naturales.

Las empresas que realizan actividades altamente riesgosas deben elaborar con sustento técnico de un Estudio de Riesgos y con base en los lineamientos de la "Guía de elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes", proporcionado por la SEMARNAT, el PPA con un enfoque de prevención y respuesta a accidentes.

Este PPA es sometido a consideración del Instituto Nacional de Ecología (INE), quién emite los resultados de su evaluación a los proponentes, a fin de que sean considerados en la actualización e instrumentación de dicho programa bajo un esquema de autorregulación, al tiempo que se establecen las bases para programar su presentación ante el comité, para su dictamen final.

El ingreso de los PPA ante el INE se da básicamente por requerimiento de las Delegaciones Federales de la PROFEPA, derivado de las inspecciones y auditorias ambientales; por requerimiento del INE a través de las resoluciones en materia de riesgo e impacto ambiental, tratándose de actividades altamente riesgosas; o bien por iniciativa propia de las empresas.

Pemex refinación, comprometida con la sociedad elabora su programa de prevención de accidentes documento que integra las actividades e infraestructura así como las estrategias que se realizan en la empresa con el fin de disminuir la ocurrencia de estos así como de minimizar sus consecuencias.

## 1.9 La Seguridad Industrial en PEMEX

"Petróleos Mexicanos ha incorporado la seguridad industrial como parte esencial de su política empresarial. Se ha comprometido, por medio de su política de seguridad y protección ambiental, a administrar los riesgos inherentes a sus actividades para proteger la seguridad de sus empleados, de sus instalaciones y de las comunidades cercanas a sus centros de trabajo.

Las acciones derivadas de los sistemas de administración de la seguridad adoptados en PEMEX han permitido ejercer un control más estricto, disminuyendo los accidentes y logrando operaciones más seguras. Asimismo, desde 1998 se ha fortalecido el sistema de información de accidentes, lo que permite un mejor seguimiento del comportamiento de los índices de accidentalidad.

En el periodo de 1994 a 1999, el índice de frecuencia de accidentes ha disminuido 77% y el índice de gravedad de los mismos se redujo 57%. PEMEX registró en 1999 las mayores disminuciones anuales de ambos índices desde 1994: con respecto a 1998 los índices de frecuencia y gravedad bajaron 49 y 44%, respectivamente. En promedio, al año ocurrió un accidente incapacitante por cada 724,000 horas laboradas, aproximadamente.

*PEP- Pemex Exploración y Producción.* Es uno de los dos organismos subsidiarios más grandes en términos de horas laboradas, en 1999 PEP logró la mayor disminución del índice de frecuencia de accidentes con respecto al año anterior: 62%. Las horas perdidas por accidentes incapacitantes también registraron un importante descenso, en este caso de 59%.

*PR- Pemex Refinación.* Junto con PEP, PR es el organismo que acumula el mayor número de horas trabajadas. La disminución de su índice de frecuencia con respecto a 1998 fue de 44%. Es notable que, desde 1994, PR ha venido reduciendo cada año la frecuencia de accidentes. En cuanto al número de días perdidos por accidentes incapacitantes, el índice de gravedad se redujo en una cuarta parte de 1998 a 1999.

*PGPB- Pemex Gas y Petroquímica Básica.* PGPB es el organismo que logró los índices de frecuencia y gravedad más bajos en 1999. La reducción con respecto a 1998 de los días perdidos por accidentes incapacitantes fue la más significativa en PEMEX: 64%. Es muy satisfactoria la importante disminución en cerca de 90% de ambos índices en los últimos tres años.

*PP- Pemex Petroquímica.* El comportamiento del índice de gravedad de PPQ ha sido estable en los últimos tres años; con respecto a 1998 no presentó cambios. Empero, la frecuencia de accidentes ha presentado variaciones más importantes: en 1998 bajó 35%, mientras que en 1999 aumentó 22%.

*PC- Pemex Corporativo.* A pesar de no realizar actividades industriales, el personal del corporativo también se ve expuesto a accidentes. Aun así, en 1999 los índices de frecuencia y gravedad del corporativo fueron los más bajos desde 1994.<sup>(45)</sup>

### **1.10 SIASPA**

El Sistema Integral para la Administración de la Seguridad y la Protección Ambiental (SIASPA) es el medio para dar cumplimiento a la política de Seguridad Industrial y Protección Ambiental de Petróleos Mexicanos (PEMEX).

En el esfuerzo para alcanzar el éxito, la administración de la Seguridad Industrial y la Protección Ambiental es un componente medular, ya que su aplicación efectiva produce valor económico, asegura la productividad del personal y los activos de PEMEX y consolida la armonía con las comunidades y los diversos segmentos de la sociedad relacionados con la empresa. El mínimo nivel de desempeño aceptable en materia de Seguridad Industrial y Protección Ambiental es el cumplimiento cabal de todos los requerimientos legales y normativos.

Por su naturaleza, las operaciones en la industria petrolera son susceptibles de generar riesgos de seguridad y de salud en los trabajadores. Es por ello que PEMEX se compromete a administrar estos riesgos para proteger la seguridad de sus empleados y sus instalaciones, así como la salud de todos aquellos que participan de manera directa o indirecta en sus operaciones tales como trabajadores, empleados contratistas, visitantes y de las comunidades cercanas a los centros de trabajo.

El SIASPA está compuesto de 18 elementos bien diferenciados, interrelacionados e interdependientes, que está comprobado 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.

El análisis de los incidentes y accidentes ocurridos en PEMEX muestran una amplia gama de causas raíz, las cuales originan problemas de seguridad e impacto ambiental. De ahí se hace necesario atacar todas ellas de una manera integral a través de un sistema de administración.

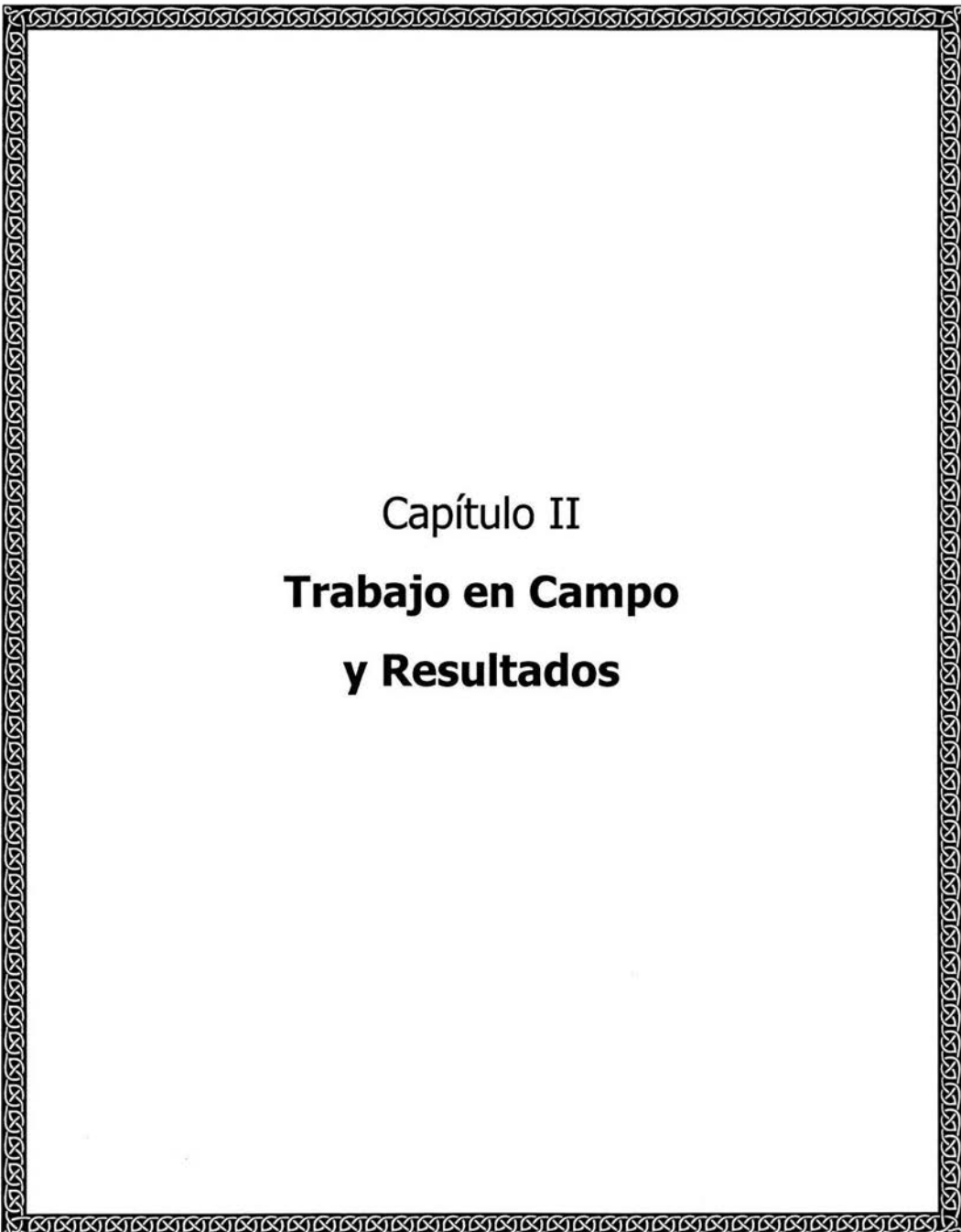
SIASPA es la herramienta administrativa enfocada al diagnóstico, implantación y mejora continua del desempeño en los campos de la seguridad y la protección ambiental, y a la creación de una cultura de seguridad y protección ambiental basada en la prevención.

El SIASPA está integrado por 3 componentes los cuales agrupan a los 18 elementos, como se muestra en la tabla 5, la revisión del correcto desempeño de estos elementos se hace con base en programas y posteriormente se actualizan de acuerdo a las recomendaciones, esto con el fin de operar con seguridad y prevenir accidentes.

**Tabla 5.** Elementos del SIASPA.<sup>(6)</sup>

<b>Factor Humano</b>	<b>Métodos</b>	<b>Instalaciones</b>
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 del Proceso.	
5.Análisis y Difusión de Incidentes 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.	



A decorative border with a repeating geometric pattern surrounds the central text.

Capítulo II  
**Trabajo en Campo  
y Resultados**



## 2.1 Desarrollo del Programa de Prevención de Accidentes<sup>(8, 11)</sup>

Al instalar el Sistema Integral de Administración de la Seguridad y la Protección Ambiental, SIASPA, Petróleos Mexicanos busca como principal objetivo mejorar el desempeño en los campos de seguridad y la protección ambiental e integrar la administración efectiva de ambos aspectos como un valor medular del negocio, en cumplimiento con la política de Seguridad Industrial y Protección Ambiental. Adicionalmente, se busca colocar a PEMEX en un primer plano entre las empresas petroleras de clase mundial y desarrollar una cultura de protección ambiental basada en la prevención.

El elemento 16 del SIASPA “Planes y Respuesta a Emergencias”, que tiene como razón de ser el minimizar el impacto de las emergencias en las instalaciones, personal, comunidades y el medio, requiere contar con planes de respuesta que contemplen la organización, sistemas, funciones, actividades y recursos necesarios para hacer frente de una manera efectiva y eficiente a los escenarios de riesgo más negativos probables postulados en los análisis de riesgo elaborados.

PEMEX-Refinación firmó en su compromiso en materia de Seguridad Industrial y Protección al Ambiente a través de la Superintendencia de Inspección Técnica y Seguridad Industrial, SITSI, encargó a la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México la actualización y/o elaboración de un Programa de Prevención de Accidentes para una de sus Refinerías, con el propósito de cumplir con la normatividad. Este programa se elaboró con base en la Guía que la SEMARNAT proporciona para ese fin. Para comenzar con el proyecto se realizó un cronograma con las actividades a realizar previo estudio de la magnitud del proyecto.

Para cumplir con los objetivos descritos anteriormente, se consultó material bibliográfico confiable de edición reciente (Atlas Nacional de Riesgos, Anuario Estadístico, etc.) para comparar con el disponible en la Refinería, con lo cual se comprobó que la información se





encuentra al día. Por lo que respecta a actualización de hojas de seguridad se recurrió a observar que coincidieran con lo especificado en las Normas Oficiales Mexicanas siguientes:

- ✓ 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.
- ✓ NOM-017-STPS-2001, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- ✓ NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

Después de analizar la información disponible previamente integrada, se procedió a realizar recorridos en campo para compararla y actualizarla, por ejemplo, se revisó la información sobre la ubicación de extintores, localización de la red de agua contra incendio, ubicación de sustancias peligrosas, centros de control y conteo, etc. Posteriormente se revisaron los planos para actualizarlos, algunos de los cuales ya estaban actualizados.

Se procedió a dar recorridos en la periferia de la Refinería con el fin de evaluar la población actualmente asentada en las colonias aledañas.

Por otro lado se visitaron los posibles lugares que funcionan como albergues en caso de evacuación, así como hospitales, ministerios, protección y vialidad, con el fin de actualizar algunos números telefónicos y direcciones.

Se confirmó mediante entrevistas a los integrantes de la Unidad de Respuesta a Emergencias, las brigadas disponibles actualmente así como las funciones de cada integrante.





Al final se procedió a descartar información atrasada e integrar las recomendaciones, resultado de simulacros y continuos estudios de riesgo, al Programa de Prevención de Accidentes.

## 2.2 Marco Referencial

En el presente trabajo se tomará como referencia para ejemplificar la elaboración de un Programa de Prevención de Accidentes, La Refinería "Francisco I. Madero".

Esta Refinería se dedica a la refinación, transporte, almacenamiento y distribución de productos derivados del petróleo, se localiza en el municipio de Ciudad Madero, Tamaulipas, al sur del Estado y cuenta con una superficie de 554 hectáreas.

La historia de la Refinería se remonta al año de 1914 cuando la Compañía de Petróleo "El Águila" fundó la Refinería de "Doña Cecilia" que actualmente es la Refinería "Francisco I. Madero". En esta época se consolidó la demanda de la gasolina como producto principal del petróleo, derivado del mayor uso del automóvil y de nuevos motores de aplicación variada tanto militar, por la primera guerra mundial, como civil; todo esto, impuso la necesidad de encontrar la forma de extraer más gasolina de cada volumen de petróleo procesado.

Las unidades de proceso que integraron la Refinería de "Doña Cecilia" hasta antes de la expropiación petrolera, fueron las siguientes:

- ✓ Dos plantas para destilación primaria de petróleo crudo, con capacidad de 15,000 barriles por día cada una.
- ✓ Una planta más para destilación primaria con capacidad de 20,000 barriles.
- ✓ Una planta para obtener parafinas por enfriamiento y cristalización, con capacidad de 13 toneladas por día.
- ✓ Una planta productora de asfalto de 8,000 barriles por día.





- ✓ Una planta para tratamiento continuo de gasolina y querosinas.
- ✓ Una planta para producir ácido sulfúrico destinado al tratamiento químico de destilados, con capacidad de 40 toneladas por día.
- ✓ Una fábrica de tambores y latas para envasar productos terminados.

Por lo anterior, esta Refinería fue, por mucho la más grande en México, antes de la expropiación petrolera.

La Refinería, que fue el orgullo de la compañía "El Águila", se construyó en la zona noreste del país y sustituyó a las cuatro pequeñas Refinerías que operaban en esa área.

En 1960, se ponen en operación las siguientes plantas de proceso, que modernizan la Refinería Madero:

- ✓ Destilación primaria (MA y MB).
- ✓ Preparadora de carga para desintegración catalítica de gasóleos (MI).
- ✓ Desintegradora catalítica (ME).

Como todas las Refinerías del Sistema Nacional de Refinación, con lo anterior también entra ésta en la etapa de la desintegración catalítica, cuyas plantas complementarias entran en operación al año siguiente. Las principales plantas de proceso que iniciaron operación en la década de los 60's fueron:

- ✓ Polimerización catalítica, MQ. (Feb./1961).
- ✓ Recuperadora de azufre, MX. (Mar./1961).
- ✓ Planta combinada, primaria y vacío, MF. (Jul./1965).
- ✓ Dodecibenceno, MU. (Jun./1965).
- ✓ Fraccionadora de ligeros, MC. (Dic./1965).
- ✓ Alquilación, MR. (Mar./1966).
- ✓ Planta de grasas, TY. (Ago./1966).





- ✓ Estireno, CT. (Mar./1967).
- ✓ Coquizadora, MH. (Feb./1968).
- ✓ Combinada, primaria y preparadora de carga, BA. (Jun./1968)
- ✓ Hidrógeno, U-800. (Dic./1969).

En la década de los 70's reconstruyeron y arrancaron las siguientes plantas:

- ✓ Desulfurizadora de naftas, U-600. (Feb./1970).
- ✓ Reformadora de naftas, U-700. (Feb./1970).
- ✓ Desulfurizadora de destilados intermedios, U-500. (Ene./1970).
- ✓ Planta de etilbenceno, CA. (Nov./1970).
- ✓ Recuperadora de azufre, BX. (Jul./1972).
- ✓ Prep. de carga a Butadieno, CH. (Ago./1973).
- ✓ Planta de Butadieno,CK. (Feb./1975).
- ✓ Desmetalizadora, DEMEX. (Dic./1978).
- ✓ Desulfurizadora de destilados intermedios, HDI. (Ene./1979).

En 1995, continuando con la modernización de la Refinería, se sustituye la instrumentación neumática de las plantas, por control distribuido y avanzado en la planta de desintegración catalítica de gasóleos "ME", plantas de destilación primaria "MA" y "MB", planta de destilación combinada "BA" y planta de destilación al vacío "MI", además del área de servicios auxiliares.

El 5 de agosto de 1999 se inauguraron los trabajos para su reconfiguración con una inversión de 1,198 millones de dólares.

Con este proyecto se pretende que la Refinería procese 190,000 BPD de crudo, de los cuales el 75% será de crudo Maya. El alcance del proyecto es la construcción de 10 plantas nuevas, la modernización de 7 plantas existentes y la construcción de 3 calderas de vapor e instalación de 2 turbogeneradores.





Esta Refinería ejerce influencia en Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí y Norte de Veracruz. Por otro lado los últimos 10 años ha tenido varios logros importantes en cuanto a calidad, seguridad industrial y protección ambiental los cuales se mencionan a continuación

#### Logros en Calidad:

- ✓ Agosto de 1996: Certificado de calidad bajo la Norma NMX-CC-004:1995 / ISO-9002:1994 por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (Registro RSC-026)
- ✓ Septiembre de 1997: Acreditamiento ante el Sistema Nacional de Laboratorios de Prueba (SINALP) del Laboratorio Químico.
- ✓ Abril de 1998: Certificado de calidad de 12 líneas de producción, bajo la Norma NMX-CC-004:1995 / ISO-9002:1994 por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (Registro RSC-026)
- ✓ Septiembre de 1999: Recertificación de calidad bajo la Norma NMX-CC-004:1995 / ISO-9002:1994 por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (registro RSC-026)
- ✓ Octubre de 1999: se acreditó al Laboratorio Químico por la Entidad Mexicana de Acreditamiento y por la Comisión Nacional del Agua.
- ✓ Septiembre de 2000: Certificado de calidad de la Refinería como empresa, incluyendo las área administrativas y de servicio, bajo la Norma NMX-CC-004:1995 / ISO-9002:1994 por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (Registro RSC-026)
- ✓ Marzo de 2001: Certificado como proveedor confiable en el año del 2000 por la industria NHUMO S.A. DE C.V.

#### Logros en Seguridad Industrial:

- ✓ 1998: se obtiene la calificación "sobre el promedio" (84.3) internacional del índice de riesgo para Refinerías, por parte de las compañías de Reaseguro.
- ✓ 1998 y 1999: Reconocimiento por el menor índice de frecuencia de lesiones incapacitantes por el Consejo Interamericano de Seguridad.





- ✓ Septiembre de 2000: Premio Nacional de Seguridad 1999 en la categoría de más de 3000 trabajadores otorgado por la Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad.
- ✓ Noviembre de 2000: Premio SIASPA por el mayor avance de implantación en el Sistema Nacional de Refinación.
- ✓ 2000: se obtiene la calificación "sobre el promedio" (86.4) internacional del índice de riesgo para Refinerías, por parte de las compañías de Reaseguro.

#### Logros en Protección Ambiental:

- ✓ Marzo de 1999: Certificado como Industria Limpia por la SEMARNAP y PROFEPA.
- ✓ Noviembre de 1999: Inicio de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Diciembre de 1999: Se reduce en un 70% el volumen de agua residual de descarga al río Pánuco.
- ✓ Octubre de 2001: Certificado del Sistema de Administración Ambiental bajo la Norma NMX-SAA-001:1998 / ISO-14001:1996 por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (Registro RSAA-006).

### 2.2.1 Información General

Como información general se consideran los datos de la empresa así como los datos del gestor o promovente del PPA.

Los datos de la empresa se proporcionan de acuerdo con el formato 1 anexo en la Guía que proporciona la SEMARNAT.





### 2.2.2 Evaluación del Riesgo de la Planta<sup>(4, 7, 16, 17, 18)</sup>

Después de revisar la información de los estudios de riesgo de la Refinería, se determinó que efectivamente existen estos estudios, además de la manifestación de impacto ambiental para la etapa de construcción de todas y cada una de las plantas nuevas y modernizadas incluidas en la reconfiguración de la Refinería. Adicionalmente a los estudios de riesgo antes mencionados se elaboraron otros estudios de análisis de riesgo suplementarios, con la aplicación de la técnica HazOp. En los años 2000, 2001 y 2002 la Universidad Nacional Autónoma de México elaboró a través de la Facultad de Química diversos estudios de análisis de riesgos para la Refinería.

En el año 2002 el Instituto Mexicano del Petróleo elaboró estudios de análisis de riesgos para siete de las plantas en operación incluidas en la reconfiguración, por otro lado otras dos compañías elaboraron los estudios de riesgo para dos plantas de la Refinería. Actualmente la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México realiza estudios de análisis de riesgos en diversas plantas de la Refinería utilizando la técnica HazOp, el objetivo es que todas las plantas que conforman las instalaciones de la Refinería cuenten con sus estudios de riesgo actualizados.

Para la realización de los análisis de riesgo de cada planta se utilizaron: primeramente la técnica HazOp para detectar peligros en el proceso estableciendo nodos o subsistemas con el propósito de investigar todas las posibles causas de desviación a la intención del diseño para diferentes parámetros y se jerarquizaron los eventos con una matriz de riesgo; enseguida se realizó el análisis de Consecuencias para determinar las afectaciones generadas por la materialización de dichos peligros considerando modelos para tasas de descarga, dispersión de gases, disipación de calor (radiación) y ondas de sobrepresión por medio del software especializado PHAST V.6.1; y por último se empleó la técnica conocida como análisis de árbol de eventos mediante la cual se definen las secuencias lógicas por las que pueden suceder accidentes.



De acuerdo con los modelos que se utilizan para evaluar las consecuencias producidas por la ocurrencia de un probable accidente y los criterios establecidos para determinar si una zona es de alto riesgo o es una zona de amortiguamiento, resultan los diagramas de pétalos en los cuales se puede observar las zonas que resultarían afectadas; esta información es de importancia primordial pues determina las estrategias de evacuación en caso de siniestro, es decir que si las posibles consecuencias no rebasan los límites de la Refinería no se involucra a la población circundante, se trata de una emergencia interna, de lo contrario habrá que mantener comunicación con Protección Civil para actuar de manera conjunta pues se trata de una emergencia externa. Uno de los diagramas de pétalos que sirven como base en el diseño de un plan de respuesta a emergencias se presenta en el Anexo A.

La Refinería maneja sustancias que se pueden dividir en dos grupos:

- a) Materias primas, productos y subproductos.
- b) Inhibidores, antiespumantes y demás materiales auxiliares.

El almacenamiento de materias primas y productos es en los patios Norte, Oriente y Poniente que son áreas exclusivas para ello, los materiales auxiliares, aditivos, antiespumantes y demás se encuentran distribuidos en todas las plantas de la Refinería, algunos proveedores son el IMP, las compañías OPTA e INFRA entre otras.

En la Refinería se tiene conocimiento de la ubicación y cantidad de las sustancias que se manejan en cada planta, así como de los productos que se almacenan.

Para continuar con la elaboración del PPA se hizo un recorrido en campo con el propósito de cotejar la información proporcionada siendo en su mayoría actual. Cabe destacar que se observó que cada uno de los recipientes utilizados como contenedores cuentan con el rombo que contiene el riesgo que la sustancia representa en lo que se refiere a inflamabilidad, reactividad, riesgos especiales así como para la salud, de acuerdo a la norma NOM-018-STPS-2000; también poseen placas en las que se refieren especificaciones de los recipientes además de su respectiva hoja de datos de seguridad.



En el Anexo B se muestra un diagrama que ejemplifica la forma en que se tienen ubicadas estas sustancias.

Con base en la norma NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo: “los centros de trabajo deben tener la Hoja de Datos de Seguridad de cada una de las sustancias químicas peligrosas que en él se manejen y estar disponibles permanentemente para los trabajadores involucrados en su uso, para que puedan contar con información inmediata para instrumentar medidas preventivas o correctivas en el centro de trabajo”.<sup>(18)</sup>

La Refinería pone a disposición de los empleados las hojas de datos de seguridad de productos, subproductos, materias primas, inhibidores, antiespumantes y demás materiales auxiliares que se manejan en este establecimiento, el contenido cubre como mínimo el establecido en la norma, misma que refiere como fuentes confiables al Sistema de la Asociación Nacional de Protección Contra Incendio (del inglés National Fire Protection Association) y el del Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos (del inglés Hazardous Material Identification System) por lo que se refiere a la clasificación del grado y tipo de riesgo que presenta la sustancia en cuestión.

La Guía de Respuesta a Emergencias Norteamericana establece las medidas para dar atención a una emergencia, esta información está distribuida de acuerdo a grupos de sustancias según sus propiedades físico-químicas asignando un número a la guía diseñada para cada grupo, las estrategias a ejecutar así como los equipos, equipos de protección personal, extintores y materiales que deben utilizarse para atacar la emergencia.

Cabe destacar que la Refinería tiene hojas de datos de seguridad proporcionadas directamente de los proveedores; las hojas de seguridad de los productos las ha elaborado en base a pruebas del laboratorio y a fuentes confiables como las mencionadas anteriormente, por seguridad todas están disponibles para consulta en Intranet, información



que se procura sea actual, con el firme propósito de dar atención oportuna a la emergencia y lograr de manera eficaz el control y la conclusión de la misma.

Se verificó que las hojas de datos de seguridad contengan la información de acuerdo al instructivo proporcionado por la norma que divide la hoja en XII secciones, las cuales contienen la información como se muestra en el Anexo C.

### **2.2.3 Análisis de Vulnerabilidad en el Entorno de la Refinería<sup>(1, 2)</sup>**

En este punto se debe considerar, por una parte, las afectaciones que la Refinería podría enfrentar a causa de fenómenos naturales tales como huracanes, lluvias intensas, actividad volcánica, hundimientos, etc.

Por otro lado, se debe informar de qué manera influye en el ambiente la existencia de la Refinería en el entorno de acuerdo a los estudios realizados por la misma, tales como análisis de consecuencias.

Por último se debe tener conocimiento de la cantidad de habitantes que pueden verse afectados y las vías de acceso a la Refinería en caso de ocurrir un accidente de acuerdo a los análisis de riesgo según lo encontrado en el punto 1, así también se debe contar con la ubicación de las actividades riesgosas que se realizan dentro de las áreas de riesgo y salvaguarda ya que puede incrementarse el nivel de riesgo de la zona.

Para recopilar parte de esta información se puede recurrir a fuentes confiables y actualizadas tales como el Atlas de Riesgos elaborado por el CENAPRED y el Anuario Estadístico de Tamaulipas elaborado por el INEGI, además de planos recientes de la zona.

El impacto que sufre el ambiente se debe valorar en base a un Estudio de Impacto Ambiental, el cual puede ser realizado por la Refinería o por alguna empresa acreditada.





Por ejemplo, para el caso en estudio, de las fuentes mencionadas se encontró la información que se presenta a continuación de manera breve.

La Refinería se localiza en el Municipio de Ciudad Madero, Tamaulipas, se ubica en una zona que es considerada de baja intensidad sísmica por lo que las afectaciones que pudiera sufrir por un sismo no son consideradas relevantes; los deslizamientos, flujo de lodos, hundimientos y derrumbes no ocurren en esta zona debido a la morfología y tipo de suelo; no existe ningún volcán con actividad eruptiva reciente por lo que no afecta de forma significativa las instalaciones.

Los ciclones pueden afectar de manera importante a la población que habita en la costa causando daños tanto económicos como materiales y hasta humanos, su impacto depende no sólo de su intensidad sino también de la conformación urbana que tengan las poblaciones; algunos de los efectos de los ciclones son vientos mayores a 120 Km/h, lluvias intensas con abundante precipitación, mareas de tormenta y oleaje.

La zona donde se ubica la Refinería se considera como de alto peligro por la incidencia de los *ciclones*; los daños que pueden sufrir las instalaciones pueden ser por impacto a los equipos, recipientes y/o tanques de almacenamiento con objetos que puedan ser levantados por el viento. También podrían afectarse los edificios, estructuras y destruirse algunos techos.

Las *lluvias intensas* pueden causar inundaciones que dañan las propiedades, provocan la muerte de personas, causan la erosión del suelo y depósito de sedimentos. También dañan los cultivos y la fauna. Por lo que se refiere a la Refinería está ubicada en una zona de riesgo medio y las afectaciones se traducirían en daños al equipo de proceso, a las instalaciones y demás estructuras, si se elevara demasiado el nivel en los patios de proceso se corre el riesgo de arrastre de aceite al drenaje pluvial con una consecuente contaminación al río Pánuco.





Debido a la frecuencia con que ocurren los ciclones y las lluvias intensas, así como por la magnitud de los daños, la Refinería cuenta con los procedimientos para realizar las acciones necesarias para evitar las afectaciones anteriormente descritas.

De acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental realizado por el IMP, la Refinería realiza actividades que no afectan al *suelo* debido a que cuenta con pavimentación y sistema de drenaje subterráneo adecuado; se cuenta con tecnología limpia para los equipos de combustión gracias a que los niveles de emisiones de gases ( $\text{SO}_x$  y  $\text{NO}_x$ ) al *aire* se encuentran por debajo de los límites máximos de concentración que se marcan en las normas oficiales mexicanas. Los sistemas de desfogue permiten que se envíe la cantidad justa de material a desfogue hacia el quemador, minimizando la emisión de gases; se cuenta con una red de segregación de drenajes para diferentes servicios: drenaje pluvial, aceitoso, químico y sanitario, con lo cual se evita la contaminación de *agua* limpia por otros materiales, además la Refinería cuenta con fosas donde se separa los hidrocarburos del agua, fosas de colección de aguas amargas, fosas de neutralización y tanques de hidrocarburos recuperados, otras de las medidas para evitar contaminación son los diques de contención que se colocan alrededor de los tanques, es importante considerar que la Refinería cuenta con plantas de tratamiento de agua que después se recicla y en caso de inundaciones se protege el río Pánuco de la descarga de aceites mediante las maniobras establecidas en los procedimientos.

En la zona en que se ubica la Refinería no existen especies vegetales ni animales en peligro de extinción por ser una zona destinada para la industria desde 1914.

En lo que respecta a las actividades riesgosas realizadas dentro de las zonas de riesgo y salvaguarda que pueden incrementar el nivel de riesgo de la zona, se pueden localizar en base a los análisis de riesgo con los que cuenta la Refinería.

La Refinería se encuentra rodeada por 12 colonias de las cuales resultarían afectadas 9 en caso de ocurrir un accidente según el mayor radio de afectación encontrado en los análisis de





consecuencias en el área de proceso, por lo que se refiere a la zona de almacenamiento serían afectadas 8 colonias.

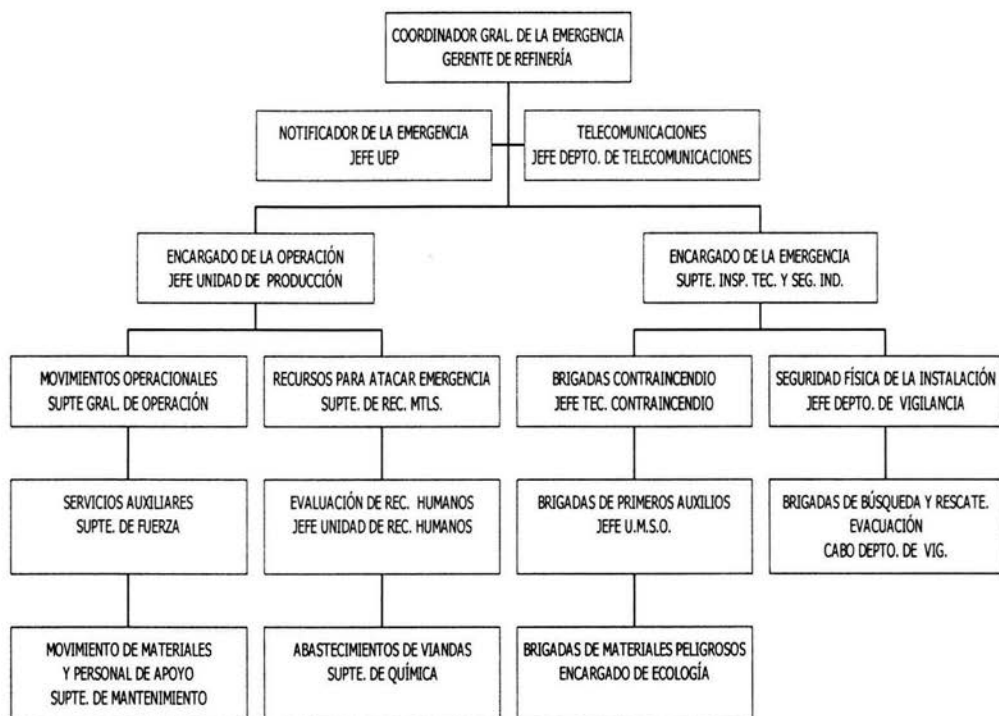
Para recibir ayuda externa y atender a estas colonias en caso de accidente en la Refinería, de acuerdo al plano del municipio, se cuenta con red ferroviaria, una terminal marítima ubicada en la Refinería, el Aeropuerto Internacional Francisco Javier Mina ubicado en Tampico y con avenidas que comunican al municipio de Ciudad Madero con Tampico, Veracruz, Tuxpan, San Luis Potosí, siendo la Av. Álvaro Obregón el enlace entre Tampico y Ciudad Madero; los accesos que deben ser cerrados en caso de contingencia por el jefe de seguridad serán los tramos de Av. Álvaro Obregón esquina con calle Jiménez, Av. Álvaro Obregón a la altura de la primera zona naval y Callejón de Barriles con Av. Tamaulipas.

La población afectada se determinó de acuerdo con los análisis de consecuencias elaborados para cada planta, los radios de afectación en su mayoría no rebasan los límites de la Refinería aunque sí existen excepciones cuyo incremento en el nivel de riesgo se debe a que el accidente podría afectar a equipo de otra planta, tal es el caso de un efecto dominó del que también se tiene un análisis de consecuencias. Esta información debe de tomarse en cuenta para la elaboración del plan de respuesta a emergencias.

## **2.3 Nivel Interno del Plan**

### **2.3.1 Organización<sup>(19)</sup>**

Una buena organización permite que se dé una respuesta coordinada y eficaz al manejo de una emergencia minimizando las consecuencias de un accidente. La Unidad de Respuesta a Emergencias (URE) es la encargada de atender una emergencia, esta unidad está estructurada de la siguiente manera.

**Figura 6.** Organigrama de la Unidad de Respuesta a Emergencias.<sup>(19)</sup>

Para actuar de manera conjunta y coordinada se han asignado funciones a los integrantes de la URE, algunas de las cuales se mencionan a continuación.

- ✓ Jefe de la Unidad de Respuesta a Emergencias (Gerente de la Refinería).- Dirige y coordina las operaciones desde el Centro de Operaciones de Emergencias (COE) y es la máxima autoridad.
- ✓ Notificador de la emergencia (Jefe de la Unidad de Evaluación y Programación).- Proporciona información a dependencias de PEMEX así como a la unidad municipal de protección civil. Solicitará la ayuda necesaria previo conocimiento de los recursos externos disponibles.







- ✓ Telecomunicaciones (Jefe de Telecomunicaciones).- Mantendrá, junto con su equipo de trabajo, en buen estado y libres todos los sistemas de comunicación a fin de que el intercambio de información sea efectivo y en caso de requerir ayuda externa se establezca contacto inmediato.
- ✓ Encargado de la operación (Jefe de la Unidad de Producción).- Se encarga de atacar directamente la emergencia, preparar el plan de ataque y hace un análisis rápido de la magnitud de la emergencia para dar un informe a la URE, debe de comunicarse con las brigadas para coordinar y dictar las medidas a seguir. Procede a operar la planta de acuerdo a procedimientos específicos con el fin de confinar en el menor tiempo posible la emergencia, procurando que los daños sean los mínimos tanto a las instalaciones como al personal y al medio ambiente. Analiza la situación para estar preparado y tomar las medidas necesarias que aseguren la protección y operación confiable en dichas unidades.
- ✓ Movimientos operacionales (Superintendente General de Operación).- Levantará un censo del personal técnico y tabulado que estén compenetrados con la operación de distintas plantas para que en el caso de un siniestro mayor se cuente con el personal idóneo para enviarlo como ayuda a confinar y controlar la emergencia.
- ✓ Servicios auxiliares (Superintendente de Fuerza).- Se debe analizar la situación para que en caso de que se afecten unidades de fuerza no involucradas directamente con la emergencia se tomen las medidas necesarias con el fin de asegurar la protección y operación normal de dichas unidades. Junto con el jefe de mantenimiento eléctrico deberá vigilar el buen funcionamiento de los servicios auxiliares.
- ✓ Movimiento de materiales y personal de apoyo (Superintendente de Mantenimiento).- Se encargará de transportar el personal, las materias primas, equipo contra incendio, de seguridad, así como el equipo pesado necesarios para el combate del siniestro desde sus puntos de concentración hasta el lugar más próximo y seguro de la emergencia.
- ✓ Recursos para atacar la emergencia (Superintendente de Recursos Materiales).- Mantendrá guardias en los almacenes con el fin de facilitar la salida de materiales contra incendio, de seguridad, o mantenimiento que les sean solicitados. En caso de que se requieran vehículos para transportar material, para atender la emergencia, del aeropuerto a la Refinería se encargará de solicitarlos.





- ✓ Evaluación de recursos humanos (Jefe de Unidad de Recursos Humanos).- Se encarga de elaborar un censo durante el siniestro del personal del centro de trabajo y recursos externos con el fin de programar descansos, relevos, substitución de funciones, ayuda externa, etc.
- ✓ Abastecimiento de viandas (Superintendente de Química).- Programará la compra, control y distribución de los alimentos junto con el ayudante administrativo del gerente.
- ✓ Encargado de la emergencia (Superintendente de Inspección Técnica y Seguridad Industrial).- Se encarga de atacar la emergencia junto con el jefe de operación, debe intentar confinar el fuego. Por otro lado conocerá las características físicas y químicas de las sustancias que se manejan con el objeto de valorar adecuadamente su comportamiento en un siniestro y planear debidamente su control y ataque, también debe conocer los efectos fisiológicos y ambientales. Mantiene comunicación con las brigadas a fin de actuar de manera coordinada durante el ataque y la confinación.
- ✓ Brigada contra incendio (Jefe Técnico Contra Incendio).- Procederá a trasladarse inmediatamente al lugar de la emergencia con el fin de contribuir al ataque y distribuir el equipo de contra incendio adecuado en relación con el tipo de incendio o emergencia; trasladarán y colocarán los equipos necesarios para la retención y recuperación de hidrocarburos. Una vez controlada la emergencia tiene la obligación de revisar, recargar y acondicionar el equipo contra incendio utilizado, regresándolo a su lugar de origen.
- ✓ Brigada de primeros auxilios (Jefe de la Unidad Médica de Salud Ocupacional).-El personal de la Unidad Médica de Salud Ocupacional brindará asistencia rápida y urgente al personal que lo requiera; establecerá un puesto de socorro y primeros auxilios, se comunicará con el Hospital Regional para que estén preparados a recibir y dar atención médica al personal lesionado y asimismo solicitar la ayuda necesaria de personal médico, medicamentos y equipo; también rendirá un informe médico del lesionado que se entregará al Gerente, al Jefe de SITSI y al Jefe de Recursos Humanos.
- ✓ Brigada de materiales peligrosos (Encargado de Ecología).-Se debe trasladar de manera rápida y segura al lugar de la emergencia para que junto con el Superintendente de SITSI se encargue de analizar el tipo y la magnitud de la emergencia, tomando las medidas necesarias a fin de confinar la emergencia de forma adecuada y segura, protegiendo la





vida humana así como el medio. El personal que la integra es el mismo de la brigada de contra incendio y cuenta con los conocimientos necesarios para ello.

- ✓ Seguridad física de la instalación (Jefe del Departamento de Vigilancia).- Retirárá de la zona de emergencia al personal que no desempeña una labor específica en la atención de la emergencia. Establecerá un control del acceso de personal a fin de garantizar el acceso de personas con una función especial en la atención de la emergencia. Controlará el acceso de vehículos a la Refinería, así como su correcto estacionamiento a fin de evitar la obstrucción en el tránsito de ayuda hacia la emergencia. Vigilará que sólo haya vehículos oficiales y autorizados en el lugar de la emergencia. Contará con un registro de personal y de vehículos que tienen acceso a la Refinería.
- ✓ Brigadas de búsqueda, evacuación y rescate. (Cabo de Departamento de Vigilancia).- En coordinación con el jefe de seguridad se encargará de localizar a las personas extraviadas o que deben realizar una función especial en la atención de la emergencia, en caso de que lo decida la URE se encargarán de evacuar al personal de la zona de riesgo hasta la zona de salvaguarda, así como a la población que puede resultar afectada.

De lo anterior se puede observar que cada miembro desempeña un papel importante en el ataque a cualquier emergencia, la rapidez y precisión con que fluya la información puede ser determinante para solicitar y recibir la ayuda necesaria de manera programada en caso de ser necesaria. Los responsables de ello deben de auxiliarse de listas y directorios para establecer comunicación sin demora.

La URE de la Refinería cuenta con un directorio de los integrantes de la URE y contiene nombre, cargo, teléfono de oficina, clave de radio intercomunicador, radio localizador, teléfono celular, teléfono de domicilio de la red local y teléfono de domicilio de TELMEX, de forma que la probabilidad de no localizarlos sea nula, los integrantes de la URE son 176 personas, incluyendo a las diferentes brigadas.

Una relación de expertos en el manejo de materiales peligrosos a los que se pudiera recurrir en caso de ocurrir algún accidente permitirá dar seguimiento y atención específica a la



emergencia, por ello la Refinería cuenta con una lista en la que se incluye nombre de la empresa, domicilio, Registro Federal de Contribuyentes y teléfono de 15 empresas.

### 2.3.2 Inventario y Mantenimiento de Equipos y Servicios de Emergencia<sup>(19, 25)</sup>

Para desarrollar eficazmente el ataque a la emergencia en caso de ocurrir un accidente es necesario primero que el equipo destinado a detectar cualquier emergencia se encuentre en buenas condiciones y distribuido estratégicamente, una vez registrada la emergencia se requiere que el equipo destinado a la atención de la emergencia se encuentre en buen estado y en suficiente cantidad, y que los servicios auxiliares funcionen de manera óptima.

Los equipos, edificios y servicios con que cuenta la Refinería que pueden usarse 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, está dentro del centro de trabajo y fuera de la zona de riesgo.
- ✓ Para decidir las acciones a tomar se debe considerar factores climáticos tales como la dirección del viento, para ello se cuenta con 10 conos direccionales distribuidos en la Refinería, de forma que en caso de evacuación permiten saber hacia donde dirigirse.
- ✓ Debido a la naturaleza de las sustancias que se manejan se considera la posibilidad de que ocurran incendios, la Refinería cuenta con extintores de polvo químico seco, de agua ligera y de dióxido de carbono de distintas capacidades distribuidos en cada planta, los cuales se encuentran inventariados y en buenas condiciones. Los extintores se encuentran en su lugar de acuerdo a señalamientos y su ubicación en campo coincide con la de los planos, por otro lado los que han sido ocupados se recargan y en cuanto llegan se colocan otra vez en su sitio.
- ✓ Los extintores de polvo químico seco y los de agua ligera se encuentran generalmente en área de proceso y los de CO<sub>2</sub> se localizan en los cuartos de control.



- ✓ La Refinería tiene una estación de bomberos que responde inmediatamente al detectar cualquier emergencia. El equipo disponible consta de 6 autobombas de diferentes características, las cuales se encuentran equipadas lo que permite usarlas para diferentes casos; se cuenta con un inventario de la cantidad, modelo, número de identificación y características de cada una. Estas unidades reciben mantenimiento continuamente con el fin de minimizar la posibilidad de falla.
- ✓ Además se tiene un inventario de equipos, refacciones y materiales para ser utilizados por el departamento de contra incendio tales como líquido formador de espuma, polvo químico seco, polvo vegetal para absorber aceite, boquillas regulables, aspersores de agua, camillas, extintores portátiles de polvo químico seco y dióxido de carbono, accesorios para las autobombas, etc.
- ✓ Para responder a contingencias por lluvia se usan unidades móviles como son motobombas.
- ✓ El equipo de bombeo fijo contra incendio incluye 68 bombas fijas, 45 con capacidad de 2000 galones por minuto y 23 de 3000 galones por minuto acopladas a motores eléctricos. Las bombas toman el agua de la laguna de Patos y abastecen a la red general contra incendio. La laguna de Patos se abastece de agua mediante 2 acueductos conectados a la laguna de Chairel.
- ✓ La red de contra incendio se encuentra presionada a  $7.0 \text{ kg/cm}^2$  en forma permanente con la bomba Jockey y al disminuir la presión a  $4 \text{ Kg/cm}^2$  entra a operar la primer bomba eléctrica y a los 10 segundos entra la segunda bomba eléctrica, de ser insuficiente el flujo y presión el operador de casa de bombas de laguna de Patos, manualmente pondrá en operación una a una las bombas operadas por motor de combustión interna, informando a central de contra incendio cuando esto suceda. Se cuenta con un plano de la distribución de la red general de agua contra incendio.
- ✓ Los accesorios ubicados a lo largo de la red de agua contra incendio que se emplean para combatir una emergencia son monitores elevados, monitores tipo corazón, válvulas automáticas para el sistema de aspersión e hidrantes con toma de  $4\frac{1}{2}$ " y 6" para autobomba.





- ✓ Se cuenta con sistemas de aspersión que están conectados a la red general de agua contra incendio.
- ✓ La zona de almacenamiento tiene un sistema fijo contra incendio mediante anillos de agua de enfriamiento en tanques y esferas. Además se tiene el sistema de alimentación de agua, cámaras de espuma e inyección superficial contra incendio a los anillos de enfriamiento de tanques.
- ✓ En las instalaciones nuevas y modernas: Unidades de proceso/fuerza y áreas de almacenamiento se instaló el sistema "Fire & Gas" que consiste en una serie de detectores calibrados para mandar una señal diferente según la concentración que detecte y del tipo de detector, sistema de espumas, estaciones manuales o de auxilio, circuito cerrado de televisión. Los detectores empleados en este sistema son detectores de mezclas explosivas, detectores de hidrógeno, detectores de gases tóxicos:  $H_2S$ , CO y HF y detectores de fuego. El sistema "Fire Alarm" se encuentra localizado en edificios de cuartos satélites, subestaciones eléctricas, cuarto de control de motores y cuarto de control central (bunker), consiste en detectores de humo y un sistema automático de extinción a base de  $CO_2$  o FM-200.
- ✓ Estos sistemas se encuentran conectados al "Sistema Integral de Notificación de Emergencias" (SINE).
- ✓ Todos los equipos e instalaciones de la Refinería fueron diseñados y construidos de acuerdo con los códigos y normas oficiales: ASME, ANSI, ASTM, API, NFPA, NOM, TEMA, según el uso y las condiciones a las que se destinan.
- ✓ Los contenedores están provistos con diques de contención dotados de válvulas especiales para evitar derrames. La central de bomberos posee los equipos de protección personal en caso de derrame de acuerdo a la sustancia que se trate y la situación que se presenta, para derrames de hidrocarburos se usan equipos recuperadores de hidrocarburos, polvo vegetal, además de barreras flotantes. Algunos equipos de protección personal son: Trajes aluminizados, equipo de respiración autónomo, equipos contra ácido fluorhídrico, respirador contra ácido, lentes contra impacto, respirador contra polvo, pantalla facial, etc.





- ✓ Las esferas de almacenamiento de gas tienen un sistema de válvulas seguridad que se abren en caso de presurizarse y mandan el excedente hacia quemadores, de esta forma se evita una explosión; el diseño también incluye válvulas vickers entre las tuberías de descarga y llenado, que sirven para el cierre instantáneo de las interconexiones del recipiente con estas tuberías en caso de rotura e incendio de estas últimas con lo que se evita que dicha fuga se alimente con el volumen completo de la esfera.
- ✓ En la Unidad de Medicina encargada de dar primeros auxilios se dispone de los recursos siguientes: Medicamentos, camillas, sillas de ruedas, instrumental quirúrgico, material de sutura, material de curación y las ambulancias (carro rojo y de curaciones). El carro rojo está equipado con tanque de oxígeno, mascarilla para oxígeno, equipo de laringoscopia, cánulas orales, tubos orales, equipos de venopunción. El carro de curaciones tiene antisépticos locales, gasas estériles, vendas, soluciones estériles, guantes desechables, tela adhesiva, anestésicos y lubricantes oftálmicos, antibióticos oftálmicos, antidotos, etc.
- ✓ Los detectores están conectados al Sistema Integral de Notificación de Emergencias (SINE) el cual tiene pantallas en la central de bomberos de la Refinería y bunker; los detectores también envían señal a un sistema de luces de manera que comunica la gravedad de la emergencia al personal de la planta dependiendo del color de la luz, para comunicar al personal de la Refinería así como a la población aledaña que existe una emergencia se dispone de dos sirenas electrónicas que se activan al recibir la señal de los detectores, su alcance es de 1500 m, la comunicación entre los miembros de la URE es a través de teléfonos, radios intercomunicadores y SINE; el equipo para comunicarse al exterior consta de teléfono e internet.
- ✓ Se encuentran vehículos tipo sedan así como de transporte pesado y camionetas pick-up distribuidas en las oficinas de cada sector de la Refinería de forma habitual, los cuales pueden usarse, en caso de ser necesario, para el traslado de personal, así como de materiales y equipo imprescindibles en el ataque de la emergencia, siendo un total de 178 vehículos.
- ✓ Para actuar de manera coordinada y rápida se han establecido las rutas de evacuación y los centros de control y conteo a los cuales se dirigirá el personal en caso de presentarse una emergencia mayor.





- ✓ La Refinería cuenta con plantas de tratamiento de aguas en las cuales se separa en su mayoría los contaminantes, la forma en que se recopila el agua contaminada es a través de un drenaje aceitoso; por otro lado se cuenta con el drenaje pluvial que capta el agua de lluvia la cual se deshecha sin tratamiento pues no lo necesita. El agua y los solventes utilizados para descontaminación se envían a la planta de tratamiento de aguas residuales, en caso de requerirse un tratamiento especial, las empresas que manejan residuos peligrosos se encargarán de ello.
- ✓ Es importante tener ubicados cada uno de estos elementos en un plot plan o plano de localización de equipos, ya que en la atención de una emergencia es de vital importancia hacer la solicitud de ayuda, materiales y equipo en el lugar adecuado, considerando la disponibilidad así como el tiempo que tomará en llegar.

En el Anexo D, se encuentra el plano general de la Refinería con la ubicación del COE, conos direccionales, Unidad de Medicina del Trabajo, alarmas y departamento de contra incendio; en el Anexo E, se presenta el diagrama de de la red de agua contra incendio y extintores; en el Anexo F, se encuentra el diagrama de aspersores; y en el Anexo G, se presenta el diagrama de detectores de gases y mezclas explosivas.

### 2.3.3 Plan de Emergencias<sup>(19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27)</sup>

El SIASPA establece en su elemento No. 16, "Planes y Respuesta a Emergencias", la necesidad de contar en las instalaciones con un proceso que permita anticipar y prevenir, con base en fundamentos técnicos, el tipo y escenario de eventos que pueden presentarse en las instalaciones, con el objeto de planear la respuesta adecuada y efectiva para tener el control de una situación de emergencia.

La Refinería en estudio consciente de los riesgos que implica el proceso de refinación y la magnitud de la producción que se tiene cuenta con el Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), plan que se ha desarrollado en base al conocimiento previo de los resultados







obtenidos en estudios de análisis de riesgo elaborados por la UNAM, el IMP, y otras empresas.

Entre los posibles escenarios se escogieron los más catastróficos para elaborar procedimientos de respuesta a situaciones de emergencias para casos específicos: "Emergencia por incendio en tanque de almacenamiento de crudo de 200,000 barriles" y "Emergencia por fuga, incendio o explosión en unidades de proceso en planta o áreas de almacenamiento". Con estos se busca 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, a las instalaciones, interrupciones al proceso y afectaciones al medio ambiente.

El PRE contiene la clasificación de las emergencias en base a la magnitud de las consecuencias que tendría si la emergencia no se atendiera a tiempo; las funciones que debe desempeñar cada uno de los miembros de la Unidad de Respuesta a Emergencias, así como sus responsabilidades; el lugar desde donde se realizarán las acciones de coordinación de la emergencia "Centro de Operación de Emergencias"; directorio con información de los integrantes de la URE; equipo, materiales y vehículos disponibles; directorio de las empresas que pueden brindar ayuda en caso de ser necesario, etc.

En el aspecto geográfico, la información obtenida del Atlas Nacional de Riesgos determina que la Refinería se encuentra en una zona con frecuentes precipitaciones y huracanes, ambos pueden causar daños graves y afectar la operación normal de las plantas, lo cual traería pérdidas económicas, afectaciones a las instalaciones y posible influencia en el medio ambiente.

La Refinería tomó en cuenta la influencia que las condiciones climáticas tienen en el desempeño de las actividades de la Refinería para elaborar procedimientos que previenen y





minimizan las consecuencias causadas por el paso de fenómenos naturales tales como lluvia intensa y huracanes

En el "Procedimiento de emergencia ante el impacto de un huracán en las instalaciones de la Refinería Francisco I. Madero" se indica que todo el tiempo se monitorean los huracanes que se forman en el mar Caribe, cuando uno entra en el Golfo de México la URE dará seguimiento al comportamiento del huracán realizando las actividades preventivas tales como asegurar los equipos con cable acero, reforzar puertas y ventanas, revisar secuencia de paros de plantas, asegurar extintores, retirar cualquier objeto que pudiera ser arrastrado, etc. Cuando se considera que el huracán impactará en las instalaciones de la Refinería se realizarán las acciones que están contempladas de forma cronológica hasta la hora aproximada en que impactará.

En el "Procedimiento de emergencia por lluvia intensa" se indican las acciones operacionales a realizar en el drenaje pluvial y aceitoso de la Refinería y en el drenaje que da al canal de varadero antes, durante y después de la emergencia.

El objetivo de estos procedimientos es claro: Ejecutar las medidas necesarias de forma coordinada para proteger al personal, minimizar las afectaciones a las instalaciones y evitar que se inunden las plantas de proceso, así como la contaminación del río Pánuco con residuos aceitosos y garantizar la operación segura de la Refinería.

La instrucción de trabajo "Activación del Plan de Respuesta a Emergencias" indica que en el momento de confirmar la existencia de una emergencia interna mayor se convocará a la Unidad de Respuesta a Emergencias en el Centro de Operación de Emergencia para ejecutar inmediatamente el Plan de Respuesta a Emergencias, para lo cual se aplica la instrucción de trabajo "Activación del Centro de Operación de Emergencia".

Durante la emergencia se ejecuta la instrucción de trabajo "Activación de alarmas en caso de emergencia" según la cual se activan las sirenas en el tono de incendio o fuga de gases según





sea el caso, si la emergencia registrada es de nivel III, IV ó V se activará la sirena en el tono de evacuación del personal.

Para realizar la evacuación se actúa según la instrucción de trabajo "Actividades de evacuación en caso de emergencia" que especifica cuándo y cómo debe realizarse la evacuación del personal que no interviene directamente en la atención de la emergencia. En el proceso de evacuación podrían extraviarse personas por lo que se debe contabilizar al personal en los centros de control y conteo.

Un accidente puede causar daños a las instalaciones pero también a las personas, razón por la que se tiene contemplado que las unidades móviles de atención médica se trasladarán a la zona más segura cercana al lugar de la emergencia en donde brindarán atención a las víctimas del siniestro así como a los que resulten afectados en el desarrollo del ataque a la misma, de necesitar atención urgente se canalizarán al Hospital Regional de Tampico, en donde se le atenderá de acuerdo a las indicaciones que la unidad médica dicte.

Cuando ha concluido la emergencia se debe aplicar de forma obligatoria la instrucción de trabajo "Declaración del cese de la emergencia" en la cual se establecen las condiciones necesarias que deben existir para reanudar las actividades normales y declarar el cese de la emergencia, por lo tanto la sirena deberá cambiarse a tono de vuelta a la normalidad y se notificará a la Unidad de Respuesta a Emergencias que regresen a sus actividades normales.

Una vez concluida la emergencia se debe limpiar la zona afectada, reponer las cantidades de los materiales que se emplearon para el combate de la emergencia, descontaminar el equipo de protección personal y confinar los residuos peligrosos de acuerdo a las disposiciones legales.

Cabe mencionar que los procedimientos mencionados son de aplicación general y de observancia obligatoria para todo el personal de la Refinería.





Estos documentos deben evaluarse y se actualizan tomando en consideración las recomendaciones que resulten de los simulacros y las prácticas de acuerdo con la instrucción de trabajo "Evaluación del Plan de Respuesta a Emergencia".

### 2.3.4 Capacitación y Simulacros<sup>(32)</sup>

En la Refinería se brinda capacitación al personal en temas de seguridad industrial e higiene, todo el personal de la Refinería recibe capacitación a través de cursos y pláticas de seguridad con el fin de que conozcan los riesgos a los que está expuesto el personal que labora en el área de proceso.

Estos cursos se imparten a los empleados según el cargo que desempeñan con el fin de que estén preparados para actuar durante una emergencia. Algunos de estos cursos son:

"Administración y Técnicas de Seguridad" para la dirección del personal y para el nivel medio, busca capacitar, entrenar y asesorar a la dirección del personal del centro de trabajo con el fin de transmitirles los conocimientos y experiencias en cuanto la administración, promoción y técnicas de seguridad.

"Difusión del Plan de Respuesta a Emergencias". - Su objetivo es saber dominar las acciones y responsabilidades específicas en la atención a una emergencia en la Refinería, bajo un marco de seguridad industrial, calidad en el trabajo y protección ambiental.

"Formación para Instructores de Seguridad". - Dota de los conocimientos básicos y la conciencia necesaria a los instructores para promover el control de los riesgos en sus lugares de trabajo y alentar a sus compañeros de trabajo para que desempeñen sus funciones de seguridad.





"Buenas Prácticas de la Refinería".-El propósito es capacitar y entrenar al personal técnico manual y subordinado en materia de normatividad, procedimientos y prácticas de trabajo aplicables a tareas y equipos críticos con el fin de abatir los accidentes personales e incidentes industriales en los centros de trabajo de PEMEX Refinación.

"Planes y Respuesta a Emergencias".-El personal de vigilancia dominará las acciones y responsabilidades específicas en la atención a una emergencia en la Refinería, bajo un marco de seguridad industrial, calidad en el trabajo y protección ambiental.

"Operaciones Contra Incendio para Personal de Operación".-busca capacitar al personal de operación en las técnicas para el combate de incendios y su prevención, para afrontar con propiedad cualquier situación de emergencia que pueda surgir y en coordinación con personal del departamento de contra incendio extinguir y controlar la eventual emergencia y así prevenir daños a la integridad física del personal y las instalaciones, así como el entorno ecológico, bajo un marco de seguridad y calidad en el trabajo aplicando los conocimientos adquiridos en el SIASPA.

"Técnicas de Investigación de Incidentes en los Procesos Químicos".-Los objetivos que este curso persigue son entender, reconocer y aplicar eficientemente los conceptos y las técnicas de investigación de incidentes en los procesos químicos. En este curso también se establecen los lineamientos para la investigación, registro, análisis, reporte y control estadístico de los incidentes que ocurren como consecuencia de las actividades de PEMEX Refinación.

Los cursos incluyen en sus temarios difusión de peligros de los productos que se manejan, información contenida en las hojas de datos de seguridad de sustancias químicas, detectores (de gas, de humo y de mezclas explosivas), difusión del SIASPA, uso y mantenimiento de equipo de protección personal, normatividad, ecología, sistema de alarmas, tonos de emergencia, equipo contra incendio, investigación de incidentes, códigos y normas internacionales, análisis de riesgos, reglamento de seguridad e higiene, entrega y recepción





de equipos, uso de candados físicos y etiquetas, rutas de evacuación, centros de control y conteo, primeros auxilios, señalización, etc.

Cabe mencionar que en el departamento contra incendio se realizan pláticas/prácticas para el personal en donde se aplican los conocimientos adquiridos con el fin de detectar problemas de coordinación o comunicación, fallas en el equipo, valorar los tiempos al realizar las maniobras, así como los posibles contratiempos que puedan surgir al combatir un incendio.

En la Refinería se tienen programados simulacros de 3 clases:

- ✓ Simulacros de emergencia.- Se tienen programados en plantas en las que según un previo análisis de riesgo se ha determinado un posible escenario como fuga, derrame o ruptura que por su gravedad activaría el Plan de Respuesta a Emergencias. Se cuenta con 29 tipos de simulacros de emergencia.
- ✓ Simulacros operacionales.-Por falla de equipo de proceso o de servicios auxiliares, existen más de un tipo para cada planta.
- ✓ Simulacros contra incendio.-Para casos de incendio en equipo. Se tiene programado al menos un simulacro contra incendio al año para cada planta de la Refinería.

Las observaciones y recomendaciones recopiladas durante los cursos y simulacros se utilizan para actualizar constantemente las estrategias a seguir en planes de respuestas a emergencias.





## 2.4 Nivel Externo del Plan

### 2.4.1 Infraestructura y Servicios

En este punto se contemplan los hospitales, clínicas, ministerios públicos, tránsito y vialidad, Marina, central de bomberos, protección civil, etc., que pueden brindar asistencia en caso de una emergencia mayor.

Por ejemplo, en Tampico existen 7 instituciones gubernamentales que brindan atención médica a la población y que pueden asistir a las víctimas de un accidente en la Refinería en caso de una emergencia mayor: Clínica de Medicina Familiar No. 77 del IMSS, Hospital Regional de Zona No. 6 del IMSS, Hospital Regional de PEMEX, Hospital Civil "Dr. Heriberto Espinoza", Centro de Salud, Cruz Roja y Clínica del DIF.

En Ciudad Madero existen 2 cuarteles de bomberos que pueden apoyar en el combate de la emergencia; la Unidad de Protección Civil encargada de difundir información a través de los medios de comunicación, evacuar a la población afectable a un lugar seguro; un grupo de atención a fugas de gas natural enfocado a canalizar los reportes a la empresa responsable para su inmediata reparación; Tránsito y Vialidad cuya función principal es desviar el tránsito hacia una zona segura, además de mantener libres las vías de acceso a la Refinería para la asistencia rápida de la ayuda; Policía Ministerial y Policía Judicial encargadas de realizar las investigaciones y proceder de acuerdo a la Ley. Además la Refinería en estudio posee un directorio actualizado de las instituciones de Ciudad Madero, Altamira y Tampico, que incluye: Nombre de la institución, dirección y número telefónico; estos datos se actualizan con el fin de coordinarse de forma rápida y eficaz en la atención de una emergencia.

En la atención de una emergencia no sólo basta con tener conocimiento de la existencia de estas instituciones, sino que se requiere también conocer su ubicación precisa, por lo cual se tiene un plano de la región con la localización de las instituciones.

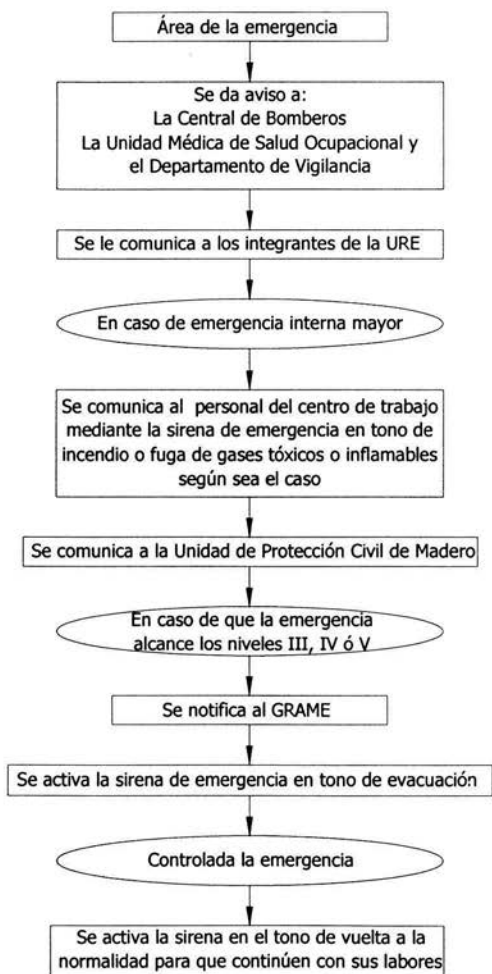




### 2.4.2 Procedimientos de Comunicación de la Emergencia<sup>(11, 24, 28,26)</sup>

Al presentarse una emergencia interna mayor se comunica de acuerdo al orden que se indica en la figura 7.

**Figura 7.** Esquema de comunicación en caso de emergencia interna mayor.<sup>(11, 28)</sup>







Dado que durante la atención de una emergencia mayor se corre el riesgo de que las consecuencias rebasen los límites de la Refinería, la Unidad de Respuesta a Emergencias del Grupo Regional de Atención y Manejo de Emergencias (GRAME) mantiene informado al público, a las autoridades y los medios de comunicación a través de su portavoz (Representante de relaciones públicas) de la situación de la emergencia.

### 2.4.3 Equipos<sup>(28)</sup>

Para atender una emergencia en el exterior, la Refinería aporta equipo y personal, el cual se incluye en una lista disponible en el GRAME.

Entre el equipo que aporta la Refinería se puede mencionar extintores de polvo químico seco y dióxido de carbono, equipo de protección personal, palas, picos, hachas, vehículos contra incendio tales como, autobombas, materias primas, mangueras y proporcionadores de espuma, equipo portátil contra incendio, vehículos para el traslado de lesionados, vehículos para evacuar a la población; también aporta personal capacitado para la atención de la emergencia, en cantidades asignadas, que permiten atender una emergencia externa sin dejar desprotegida a la Refinería.

Por otro lado cada empresa miembro del GRAME aporta equipo, personal y materiales en caso de ocurrir alguna emergencia mayor en la que se requiera de ayuda externa.

### 2.4.4 Capacitación y Simulacros<sup>(32)</sup>

La Refinería en estudio propone capacitación a los grupos de respuesta externa y la población afectable en temas de riesgos potencialmente peligrosos, riesgos de la industria del petróleo, ¿qué hacer en caso de incendio, explosión o fuga de gases?, sistemas de alarma y comunicación, tonos de emergencia y alarmas, rutas de evacuación y centros de conteo,





simulacros, su importancia en la prevención de accidentes, primeros auxilios, importancia de la participación de la población en cursos y simulacros, etc.

La Refinería tiene programado al menos un simulacro general al año, en esta clase de simulacros se contempla un posible escenario potencialmente peligroso y se suponen condiciones de acuerdo con experiencias anteriores; el simulacro se desarrolla de acuerdo a los procedimientos para la atención de la emergencia elaborados por la Refinería en los cuales se considera la colaboración con las autoridades locales, protección civil y población afectada.

La Refinería, a través de su Superintendencia de Inspección Técnica y Seguridad Industrial y en coordinación con la Unidad de Protección Civil de la Ciudad, pretende difundir información de las rutas de evacuación y centros de reunión y conteo que se seguirán durante el simulacro a toda la población de las colonias afectables, informando también la fecha y la hora en que se realizará dicho simulacro.

Durante el desarrollo de un simulacro participa el personal de la Refinería, el Grupo Regional de Atención y Manejo de Emergencias, las autoridades, clínicas y hospitales, Tránsito y Vialidad, Central de Bomberos de la Ciudad, la población, Protección Civil, los medios de comunicación y observadores que en conjunto trabajan por el bien común: la protección de la vida humana y del ambiente.

Una vez concluido el simulacro se evalúa el desempeño de todos los elementos a fin de hacer aún más eficaz la respuesta a una emergencia, entre ellos se considera los tiempos en que se recibe la ayuda externa para la atención de la emergencia, el tiempo en que se trasladan los lesionados a clínicas y hospitales, la respuesta de los conductores para ceder el paso de la ayuda en las rutas planeadas, la rapidez con que se desplaza a la gente a lugares seguros, el conocimiento de los diferentes tonos de las sirenas por parte de la población y su respuesta.





También se evalúa el buen estado de autobombas, equipo de protección personal, del sistema eléctrico, la adecuada pavimentación de las vías de acceso a la Refinería para recibir ayuda externa, de los vehículos de transporte, la adecuada señalización, la calidad de la información que se difunde, etc.

Por lo que se refiere a la administración de los recursos se evalúa que las cantidades de materiales para el combate de la emergencia tales como espumas, víveres, personal, vehículos, etc., sean las adecuadas.

La forma en que se comunica la emergencia y la coordinación en la respuesta a la emergencia determina la magnitud de las consecuencias del accidente, por lo cual también se analiza la calidad de la información y la rapidez con que fluye, también se analiza si las líneas telefónicas están libres, el buen funcionamiento de los radios intercomunicadores, el Sistema Integral de Notificación de Emergencias, Intranet, etc., en el momento de realizar el simulacro.

#### **2.4.5 Evacuación<sup>(19,28)</sup>**

De acuerdo a los análisis de consecuencias se tienen localizadas zonas de alto riesgo, de amortiguamiento y de salvaguarda; con esta última zona se localizan los lugares considerados como áreas de concentración y albergues.

En caso de una emergencia mayor cuyos efectos podrían rebasar los límites de la Refinería se debe considerar la posibilidad de una evacuación con el fin de prevenir o minimizar la afectación a la gente. Por un lado la brigada de evacuación, búsqueda y rescate, evacuará al personal que no desarrolla ninguna función en el ataque de la emergencia hacia el exterior de la Refinería siguiendo las rutas de evacuación. Por otro lado, el notificador solicitará a través de las autoridades de Protección Civil el apoyo de los medios de comunicación (televisión y radio) para mantener a la población al tanto de la situación de la emergencia de





manera que en el momento en el que el coordinador de la emergencia del GRAME decide la evacuación, se comunica inmediatamente a estos medios, la Unidad de Protección Civil ayuda en esta tarea dirigiendo a la población afectable a los lugares seguros siguiendo las rutas de evacuación.

Las colonias afectables dependen del posible escenario, en este caso de acuerdo a los análisis de consecuencias realizados se pueden considerar 12 colonias cuyos habitantes deberán dirigirse a 5 centros de concentración distribuidos de manera estratégica: dos plazas, una escuela pública, el cuartel general de zona naval y una capilla. En estos lugares se encontrarán brigadas de primeros auxilios que brindarán atención médica a los lesionados.

Al personal de la Refinería se le contabilizará según el censo de personal del centro de trabajo y el jefe de la brigada de evacuación, búsqueda y rescate estará al pendiente con su personal en los puntos de reunión en caso de tener que buscar a trabajadores que reporten como no evacuados; Protección Civil contabilizará los habitantes de las colonias evacuadas.

Si la emergencia se prolonga se trasladará a la gente a los lugares establecidos como albergues procurando que no se rebase su capacidad, siendo en este caso un total de 7 sitios, todos bajo techo y con los servicios necesarios: tres escuelas, una capilla, una catedral, el cuartel general de zona naval y el edificio de brigadistas de auxilio. Cabe mencionar que la Superintendencia de Mantenimiento de la Refinería rehabilitará y acondicionará los lugares mencionados, incluso dotándolos con agua potable y energía eléctrica de ser necesario.

#### **2.4.6 Notificación<sup>(19,28)</sup>**

La Refinería notificará a las autoridades de Protección Civil de la Ciudad, las actualizaciones al Programa de Prevención de Accidentes, con el fin de que estén enterados de las acciones a seguir en caso de una emergencia mayor, en cuyo caso tendrán que coordinarse, a través de





una comunicación constante. Dado que dentro del programa se contemplan actividades que involucran a Protección Civil, éste deberá evaluarlo en conjunto y hacer las observaciones pertinentes.

## 2.5 Empresas Organizadas en Grupos de Ayuda Mutua<sup>(28)</sup>

La Refinería es miembro del Grupo Regional de Atención y Manejo de Emergencias (GRAME).

“El objetivo de esta organización es prevenir y/o reducir los daños a instalaciones aledañas en caso de emergencia coordinando los recursos y ayuda de los miembros del GRAME para:

- ✓ Atender a las personas e instalaciones que puedan resultar afectadas.
- ✓ Apoyar las comunicaciones para la evacuación coordinada, ordenada y segura del personal de las áreas en peligro y la rapidez en la atención médica a los lesionados para reducir la gravedad de los mismos.
- ✓ Apoyar la asistencia técnica en caso de requerirse, para la pronta reinstalación de equipos o áreas dañadas mediante la optimización de los recursos humanos y materiales disponibles de los integrantes por parte del GRAME.
- ✓ Intercambiar métodos, cursos y experiencias que permitan enriquecer los conocimientos de los integrantes del GRAME a fin de coadyuvar a la prevención de incidentes y/o emergencias, así como al rescate y tratamiento de lesionados.”<sup>(28)</sup>

Las empresas pertenecientes a este grupo han elaborado un plan para controlar las emergencias, mismo que entra en acción cuando una Subsidiaria de Pemex solicita la ayuda para atender alguna emergencia que ha salido del control de la Subsidiaria afectada por:

- ✓ Fugas de hidrocarburos líquidos o gaseosos que reduzcan la visibilidad y/o afecten a personas, al tránsito o a la navegación.





- ✓ Fuga de gases tóxicos o inflamables que puedan poner en peligro a personas e instalaciones.
- ✓ Una alerta en la planta o complejos ante una emergencia mayor en la zona industrial (incendio, explosión, etc.), en las vías de comunicación o en las zonas de navegación y muelles.

En este plan se busca que los sistemas de combate de emergencias de cada Subsidiaria funcionen de forma eficaz mediante el establecimiento de responsabilidades, esquemas de comunicación y coordinación; se definen acciones en tres etapas de la emergencia: al recibir la llamada de alerta, al llegar al lugar de la emergencia y al concluir la emergencia mayor.

Cada miembro del GRAME debe ser capaz de atender y controlar sus propias emergencias de acuerdo a los riesgos detectados dentro de sus instalaciones o en áreas vecinas. En el momento que debido a una emergencia interna se vean amenazadas áreas vecinas al centro del trabajo, la Subsidiaria deberá coordinar sus recursos con los del complejo afectable durante el ataque a la emergencia.

Cada empresa incluye el Plan de Respuesta a Emergencias del GRAME al Plan de Emergencias de cada complejo con el fin de garantizar su conocimiento.



A decorative border with a repeating geometric pattern surrounds the central text.

Capítulo III  
**Conclusiones**

### 3.1 Conclusiones y Recomendaciones

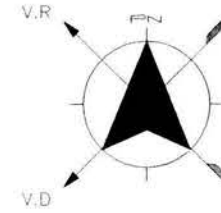
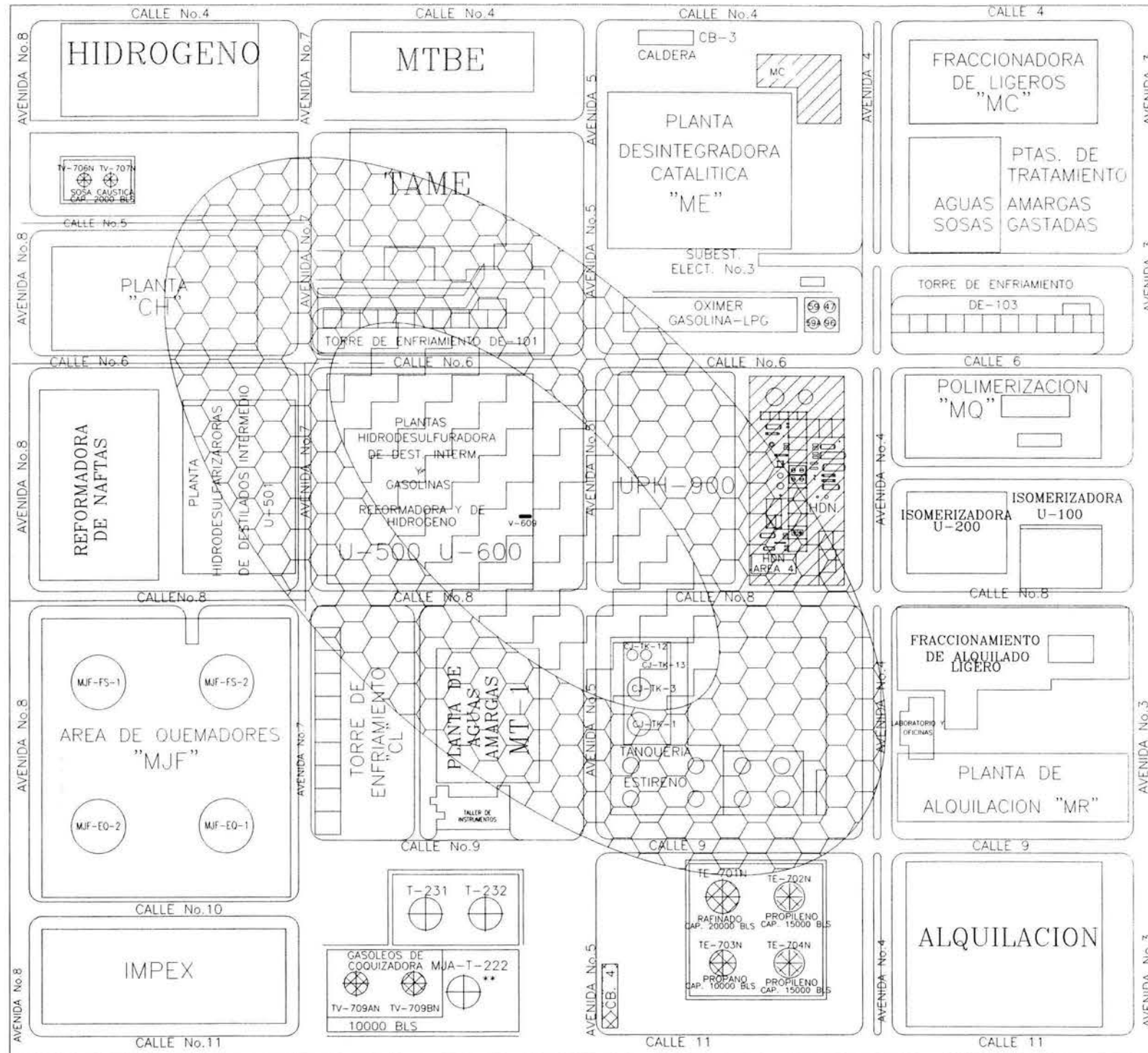
- ◆ Se realizó la actualización del Programa de Prevención de Accidentes de una Refinería, de PEMEX-Refinación, documento que se entregó en original a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- ◆ La frecuencia con que ocurren accidentes en territorio nacional que involucran sustancias químicas y la magnitud de los daños justifican la creación de leyes, normas y organizaciones que obligan a las empresas a cumplir con estándares de seguridad y contar con planes para responder a cualquier eventualidad dentro y fuera de sus instalaciones.
- ◆ La guía proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales es una herramienta que permite organizar las actividades planeadas por la empresa para la prevención de accidentes.
- ◆ Se sabe que la elaboración de un Programa de Prevención de Accidentes representa un costo para la empresa, costo que a su vez trae un beneficio traducido en un incremento de la calidad al minimizar la ocurrencia de accidentes/incidentes, optimizando la operación de las plantas de proceso y reduciendo las pérdidas humanas, económicas y ecológicas; al ser mayores los beneficios bien vale asumir la responsabilidad de realizarlo.
- ◆ Puesto que la refinería realiza actividades riesgosas, acorde a la Ley, PEMEX elabora estudios en cada planta, tales como análisis de riesgo y manifiestos de impacto ambiental entre otros, los cuales permiten conocer los riesgos existentes en el lugar de trabajo y sus posibles consecuencias.
- ◆ PEMEX fomenta la difusión de los incidentes/accidentes, práctica que permite aprender de los errores y tomar medidas preventivas.
- ◆ Realizar recorridos en campo para verificar la existencia de los equipos y servicios de detección y combate de la emergencia es una oportunidad para conocer la complejidad de una industria como lo es la de refinación, experiencia que fue enriquecedora pues todo el trabajo que realizan ingenieros, investigadores, técnicos, operadores, administrativos, bomberos, vigilantes para mantener a PEMEX al día se traduce en riqueza para la nación.



- ◆ Los riesgos no pueden eliminarse completamente por lo que la refinería toma medidas preventivas y correctivas que minimizan pérdidas humanas, económicas y ambientales. El uso del equipo de protección personal, seguimiento de los procedimientos establecidos para dar mantenimiento a los equipos, el buen uso de las instrucciones de trabajo, cumplimiento de códigos y normas, capacitación, detección de riesgos, investigación de accidentes/incidentes son sólo algunas de las medidas preventivas que PEMEX refinación pone en práctica en sus instalaciones.
- ◆ PEMEX es una empresa que proporciona cursos y capacitación en materia de Seguridad Industrial y planes de respuesta a emergencia a todo el personal, garantizando así que se este preparado y listo para actuar en caso de presentarse cualquier contingencia, tal como ocurre en cualquier industria química.
- ◆ PEMEX realiza constantemente campañas de seguridad para crear conciencia de los riesgos latentes dentro de la refinería, con ello pretende que el personal siga los procedimientos además de que use el equipo de protección personal que la empresa les proporciona.
- ◆ Para minimizar la magnitud de las consecuencias de un accidente PEMEX implementa medidas preventivas constantemente, mantiene al día los planes de respuesta a emergencias y realiza los simulacros los cuales se han planeado para los riesgos identificados; evalúa su desarrollo y toma las acciones necesarias para optimizar los resultados.
- ◆ El Sistema Integral de Administración de la Seguridad y Protección al Ambiente está diseñado para PEMEX por lo cual cumple con sus requerimientos cuyo propósito es conservar la armonía entre la industria, la sociedad y el ambiente, por ello es una empresa líder a nivel nacional que busca siempre alcanzar la excelencia.

A decorative border with a repeating geometric pattern surrounds the page content.

## **Anexo A**



CATEGORIA 15 F

EVENTO PRIMARIO	ZONA	RADIACION DE AFECTACION	NIVEL DE RADIACION
EFECTOS POR RADIACION DEBIDO A BLEVE EN TANQUE V-609	ZONA DE ALTO RIESGO	35319 m	10 LB-V-2
	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO	675.00 m	85 LB-V-2

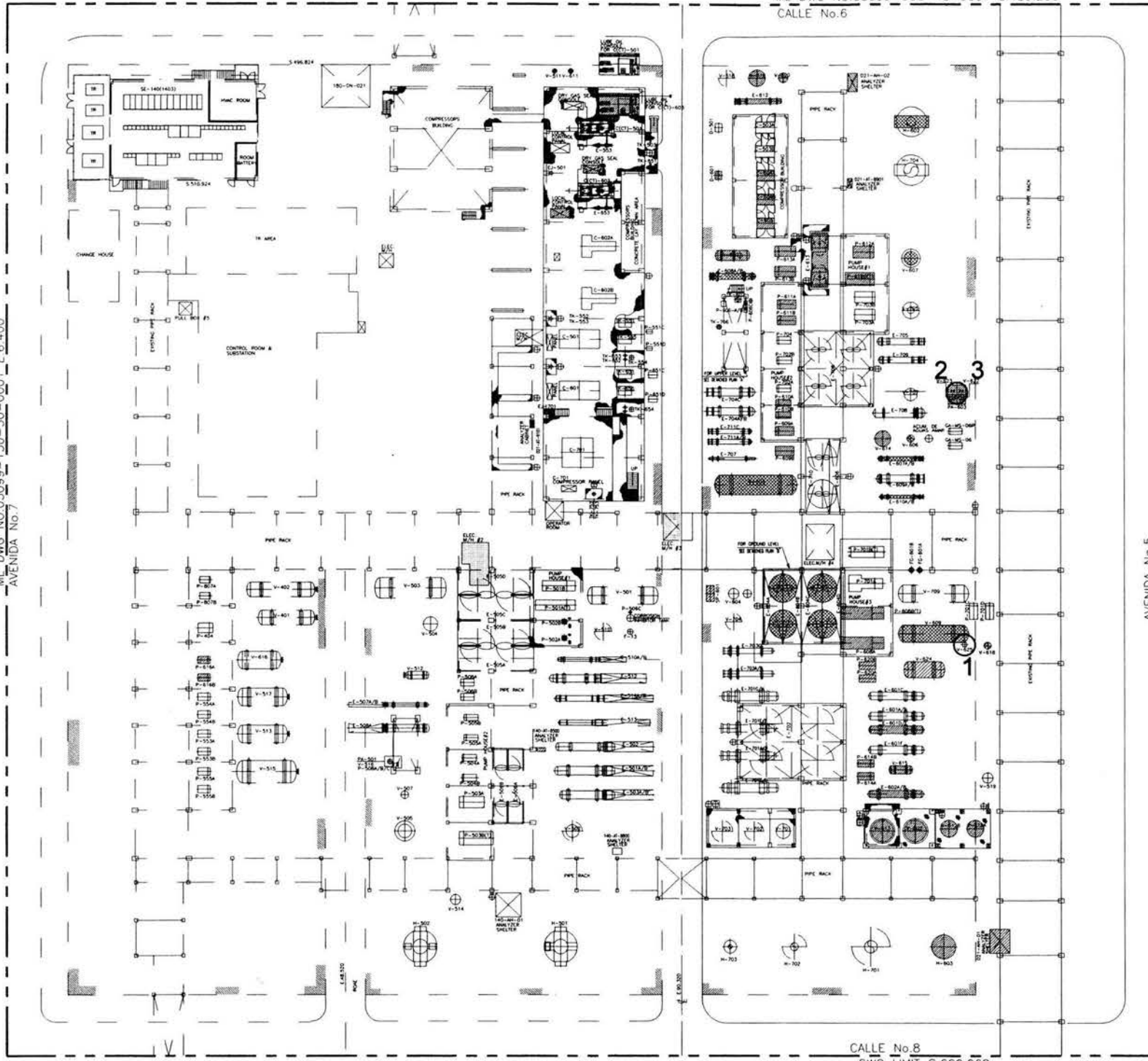
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		FACULTAD DE QUIMICA CONJ. E. LAB. 212	
ACTUALIZADO POR: MJC	TITULO: DIAGRAMA DE PETALOS		
REVISADO POR: ELMH	EFECTOS POR RADIACION DEBIDO A BLEVE EN TANQUE V-609		
PROYECTADO POR: MJC	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES		
APROBADO POR: JLCR	DIAGRAMA: 001	PLANTA: PLANTA TRATAMIENTO DE NAFTA U-600	FECHA: OCTUBRE 2003

A decorative border with a repeating geometric pattern surrounds the page content.

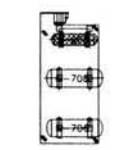
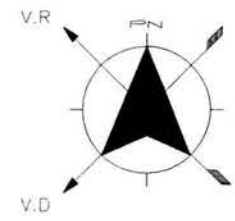
## **Anexo B**

ML DWG NO.05099-060-18-0001 S.489.200  
 CALLE No.6

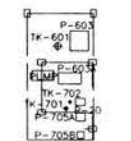
ML DWG NO.05099-150-30-0001 E.6.400  
 AVENIDA No.7



CALLE No.8  
 DWG LIMIT S.620.268



DETACHED PLAN "A"  
 2nd FL. EL. 3050



DETACHED PLAN "B"  
 GROUND FL. EL. 0

AVENIDA No.5  
 DWG LIMIT E.149.657

No. EN PLANO	MATERIAL	IDENTIFICACION DEL RECIPIENTE	CAPACIDAD DEL RECIPIENTE
1	NP-DARC-2, ANTENSUCIANTE Y DISPERSANTE	600-V-625	2 081 m <sup>3</sup>
2	NP-IC-IN-3, INHIBIDOR DE CORROSION	600-V-623	1 113 m <sup>3</sup>
3	NP-IC-E, INHIBIDOR DE CORROSION	600-V-622	1 113 m <sup>3</sup>

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE QUIMICA CONJ. E. LAB. 212

ACTUALIZADO POR: M.C.C. TITULO:  
 REVISADO POR: E.M.H. UBICACION DE SUSTANCIAS PELIGROSAS  
 REVISADO POR: I.M.R.  
 APROBADO POR: M.J.C.G. DIAGRAMA: 002  
 APROBADO POR: J.L.C.R. PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES: TRATAMIENTO DE NAFTAS U-600  
 FECHA: OCTUBRE 2003

A decorative border with a repeating geometric pattern surrounds the page content.

## **Anexo C**

**Hojas de datos de seguridad de materiales**

<b>NOMBRE DE LA EMPRESA:</b>			
FECHA DE ELABORACIÓN:		FECHA DE REVISIÓN:	
<b>SECCIÓN I DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA QUÍMICA</b>			
1.- NOMBRE DEL FABRICANTE O IMPORTADOR:		2.- EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE A: TELEFONO: FAX:	
<b>3.- DOMICILIO COMPLETO:</b>			
CALLE	No. EXT.	COLONIA	C.P.
DELEG/MUNICIPIO	LOCALIDAD O POBLACIÓN	ENTIDAD FEDERATIVA	
<b>SECCIÓN II DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUÍMICA</b>			
1. NOMBRE COMERCIAL		2.- NOMBRE QUÍMICO	
3.- PESO MOLECULAR		4.- FAMILIA QUÍMICA	
5.- SINÓNIMOS		6.- OTROS DATOS	
<b>SECCIÓN III COMPONENTES RIESGOSOS</b>			
1.- % Y NOMBRE DE LOS COMPONENTES	2.- Nº CAS	3.- Nº DE LA ONU	4.- CANCERIGENOS O TERATOGENICOS
5.- LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE CONCENTRACIÓN	6.-IDLH/IPVS (ppm)	<b>7.- GRADO DE RIESGO:</b>	
		7.1 SALUD	7.2 INFLAMABILIDAD 7.3 REACTIVIDAD
<b>SECCIÓN IV.- PROPIEDADES FÍSICAS</b>			
1.- TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C)		2.- TEMPERATURA DE EBULLICIÓN (°C)	
3.- PRESIÓN DE VAPOR, (mmHg a 20 °C)		4.- DENSIDAD RELATIVA SÓLIDOS Y LÍQUIDOS (AGUA=1.00 a 4°C) GASES Y VAPORES ( AIRE=1.00 a C.N.)	
5.- DENSIDAD RELATIVA DE VAPOR (AIRE = 1.00 a C.N)		6.- SOLUBILIDAD EN AGUA (g/100ml).	
7.- REACTIVIDAD EN AGUA:		8.- ESTADO FÍSICO, COLOR Y OLOR:	

9.- VELOCIDAD DE EVAPORACIÓN (BUTIL ACETATO = 1):		10.- PUNTO DE INFLAMACIÓN (°C)			
11.- TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN (°C):		12.- PORCIENTO DE VOLATILIDAD			
<b>13.- LÍMITES DE INFLAMABILIDAD (%):</b>					
INFERIOR:		SUPERIOR:			
<b>SECCIÓN V RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSIÓN</b>					
<b>1.- MEDIO DE EXTINCIÓN:</b>					
NIEBLA DE AGUA:	ESPUMA:	HALÓN:	CO <sub>2</sub>	POLVO QUÍMICO SECO:	OTROS:
2.- EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCIÓN (GENERAL) PARA COMBATE DE INCENDIO:					
3.- PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE COMBATE DE INCENDIO:					
4.- CONDICIONES QUE CONDUCEN A UN PELIGRO DE FUEGO Y EXPLOSIÓN NO USUALES:					
5.- PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN:					
<b>SECCIÓN VI DATOS DE REACTIVIDAD</b>					
<b>1.- SUSTANCIA</b>			2.- CONDICIONES A EVITAR:		
ESTABLE		INESTABLE			
3.- INCOMPATIBILIDAD (SUSTANCIAS A EVITAR):					
4.- DESCOMPOSICIÓN DE COMPONENTES PELIGROSOS:					
<b>5.- POLIMERIZACIÓN PELIGROSA:</b>			6.- CONDICIONES A EVITAR:		
PUEDE OCURRIR		NO PUEDE OCURRIR			
<b>SECCIÓN VII RIESGOS PARA LA SALUD</b>					
<b>VÍAS DE ENTRADA</b>		<b>SÍNTOMAS DEL LESIONADO</b>		<b>PRIMEROS AUXILIOS</b>	
1.- INGESTIÓN ACCIDENTAL					
2.- CONTACTO CON LOS OJOS					
3.- CONTACTO CON LA PIEL					
4.- ABSORCIÓN					
5.- INHALACIÓN					
<b>6.- SUSTANCIA QUÍMICA CONSIDERADA COMO CANCERIGENA (SEGÚN NORMATIVIDAD DE LA STPS Y SSA):</b>					
STPS SI _____ NO _____ SSA _____ SI _____ NO _____ OTROS. ESPECIFICAR					



**SECCIÓN VIII INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAMES:**

**SECCIÓN IX EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**

1.- ESPECIFICAR TIPO:

2.- PRACTICAS DE HIGIENE:

**SECCIÓN X INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN (DE ACUERDO CON LA  
REGLAMENTACIÓN DE TRANSPORTE):**

**SECCIÓN XI INFORMACIÓN ECOLÓGICA (DE ACUERDO CON LAS REGLAMENTACIONES  
ECOLÓGICAS)**

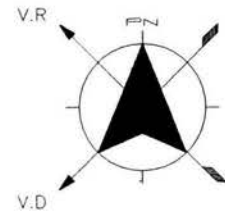
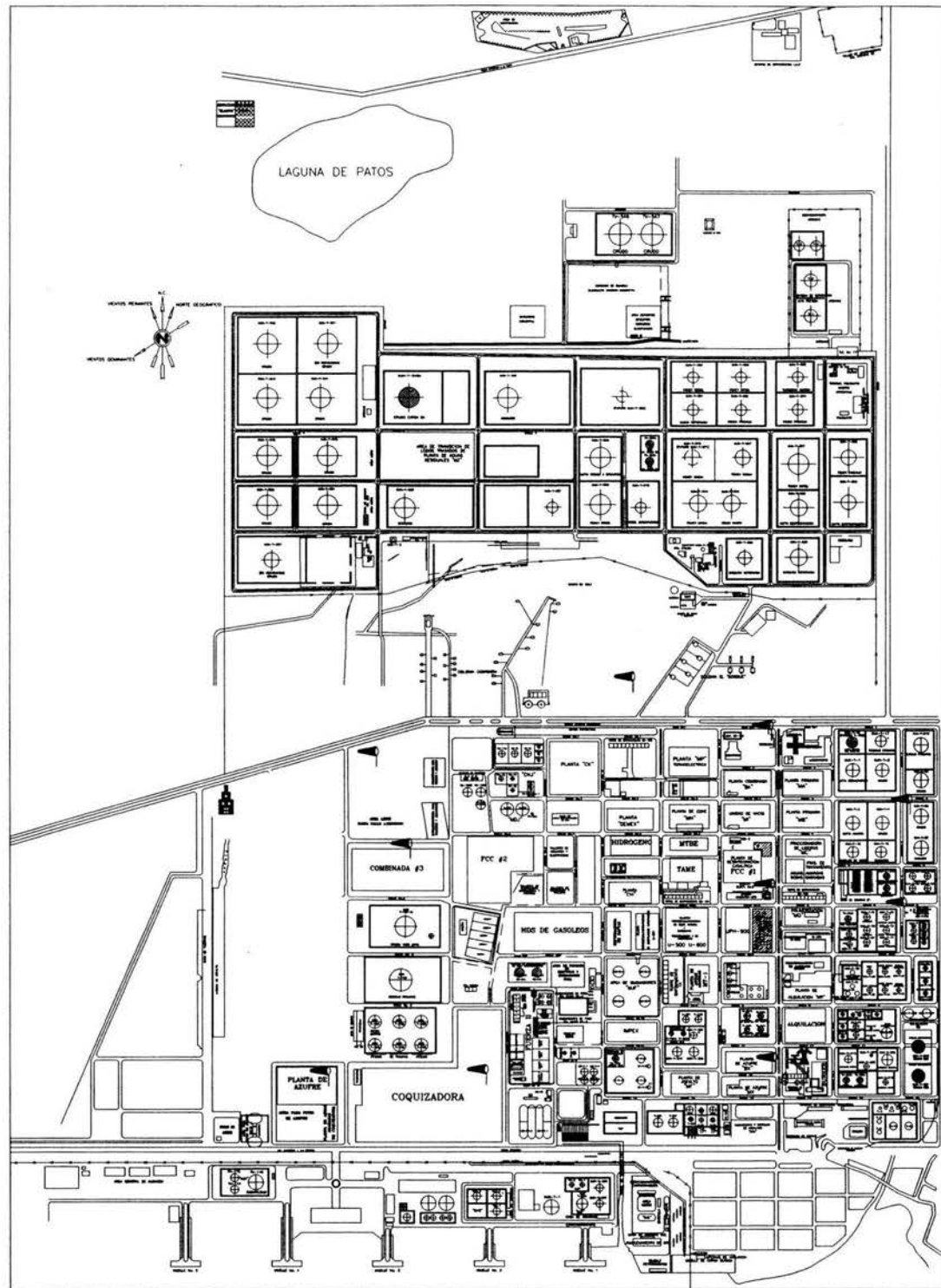
**SECCIÓN XII PRECAUCIONES ESPECIALES**

1.- DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO:

2.- OTRAS:



A decorative border with a repeating geometric pattern surrounds the page content.

## **Anexo D**



**SIMBOLOS Y LEYENDAS**

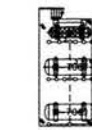
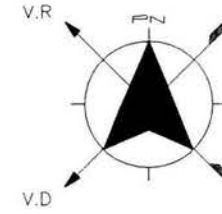
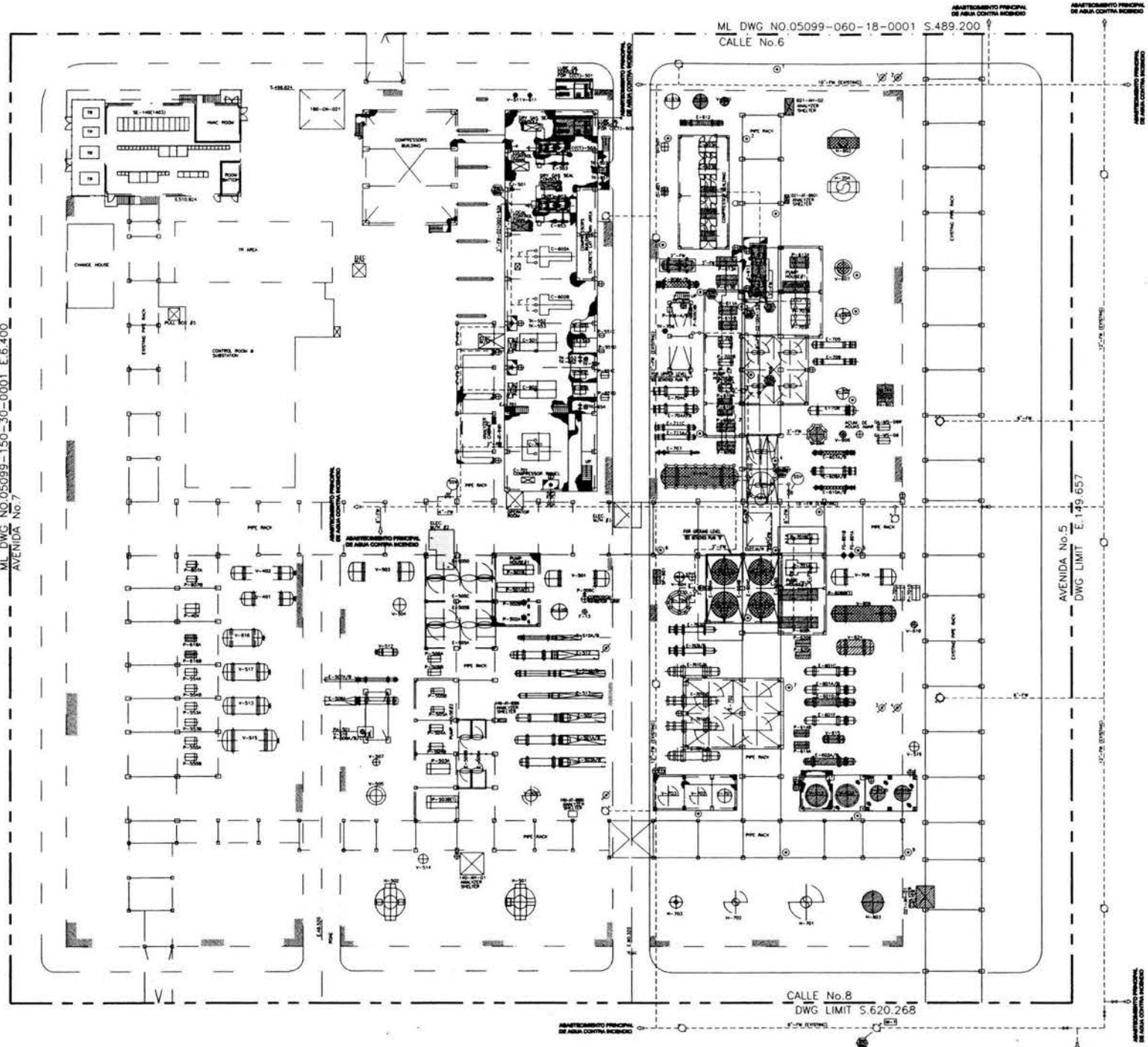
-  CENTRO DE OPERACIONES DE EMERGENCIA
-  CONOS DIRECCIONALES
-  DEPARTAMENTO DE CONTRANCENDIO
-  EQUIPO DE PROTECCION ESPECIAL PARA EMERGENCIAS
-  UNIDAD DE MEDICINA
-  ALARMAS
-  SISTEMA INTEGRAL DE NOTIFICACION DE EMERGENCIAS (SINE)
-  UNIDADES DE TRANSPORTE DE PERSONAL

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE QUIMICA CONJ. E. LAB. 212		
ACTUALIZADO POR: M.C.C.	TITULO:	UBICACION DEL COD. CONOS DIRECCIONALES
REVISADO POR: E.M.H.	UNIDAD DE MEDICINA DEL TRABAJO, ALARMAS	Y DEPARTAMENTO DE CONTRANCENDIO
REVISADO POR: I.M.R.	APROBADO POR: M.J.C.G.	ESTADORA: 003
APROBADO POR: J.L.C.R.	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES	PLANO GENERAL DE LA REFINERÍA
FECHA:	OCTUBRE 2003	

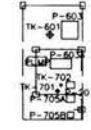
A decorative border with a repeating geometric pattern surrounds the page content.

## **Anexo E**

ML DWG NO.05099-150-30-0001 E.6.400  
 AVENIDA No.7



DETACHED PLAN "A"  
 2nd FL. CL. 3000



DETACHED PLAN "B"  
 GRUPO FL. CL. 0

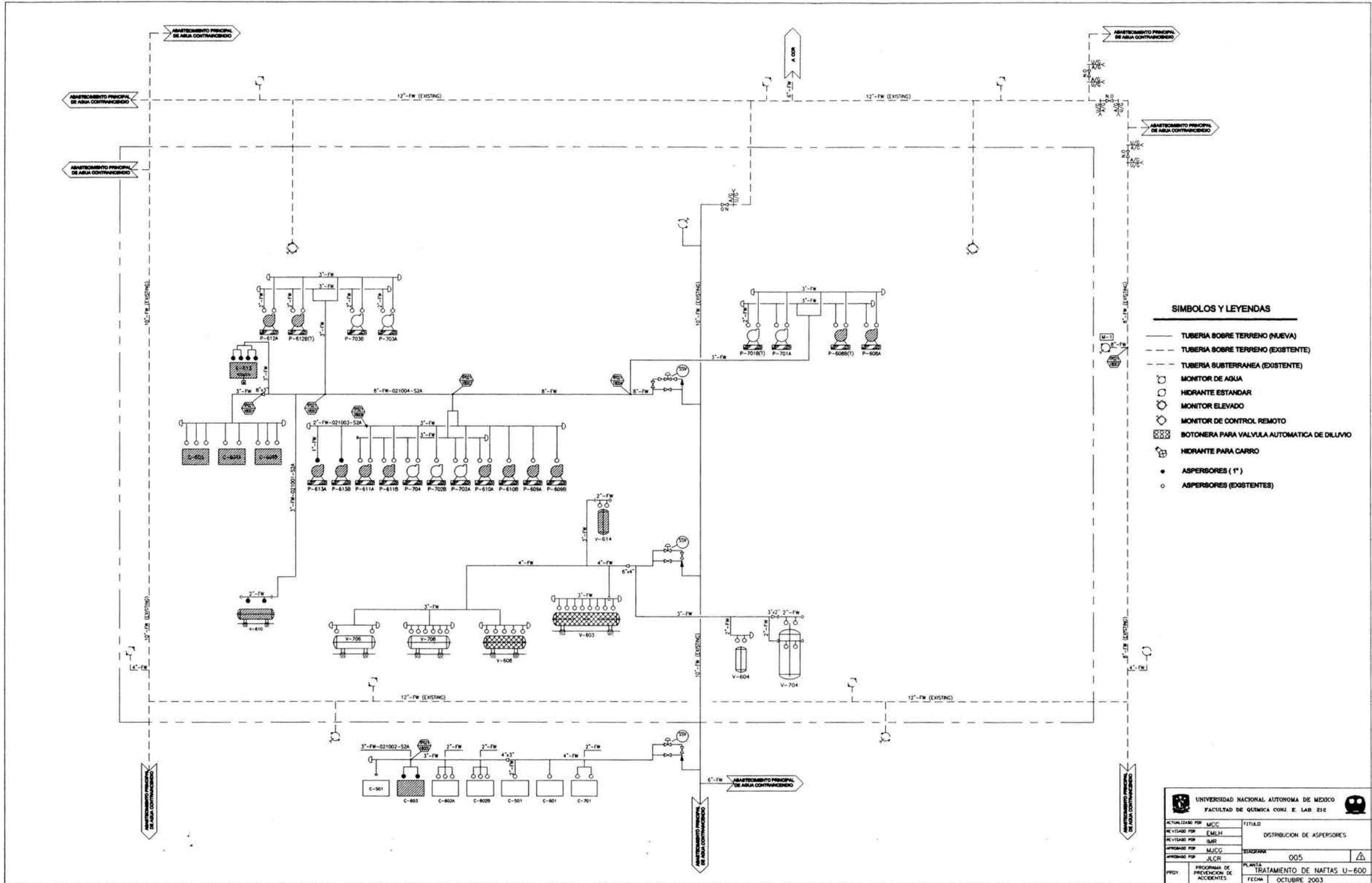
**SIMBOLOS Y LEYENDAS**

- TUBERIA SOBRE TERRENO
- - - TUBERIA SOBRE TERRENO
- - - TUBERIA SUBTERRANEA
- ⊗ MONITOR DE AGUA
- ⊙ MONORANTE ESTANDAR
- ⊕ MONITOR ELEVADO
- (1) ⊗ EXTINTORES DE POVO QUIMICO SECO
- (4) ⊗ EXTINTORES DE POVO QUIMICO SECO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE QUIMICA CONJ. E. LAB. R12		
ACTUALIZADO POR: MJCC REVISADO POR: EMLN REVISADO POR: IMR APROBADO POR: MJCC APROBADO POR: JLCR	TITULO: DISTRIBUCION DE LA RED DE AGUA CONTRAINCENDIO Y EXTINTORES	
PROJ.: PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES	PLANTA: TRATAMIENTO DE NAFTAS U-600	SECUENCIA: 004
	FECHA: OCTUBRE 2003	

A decorative border with a repeating geometric pattern surrounds the page content.

## **Anexo F**



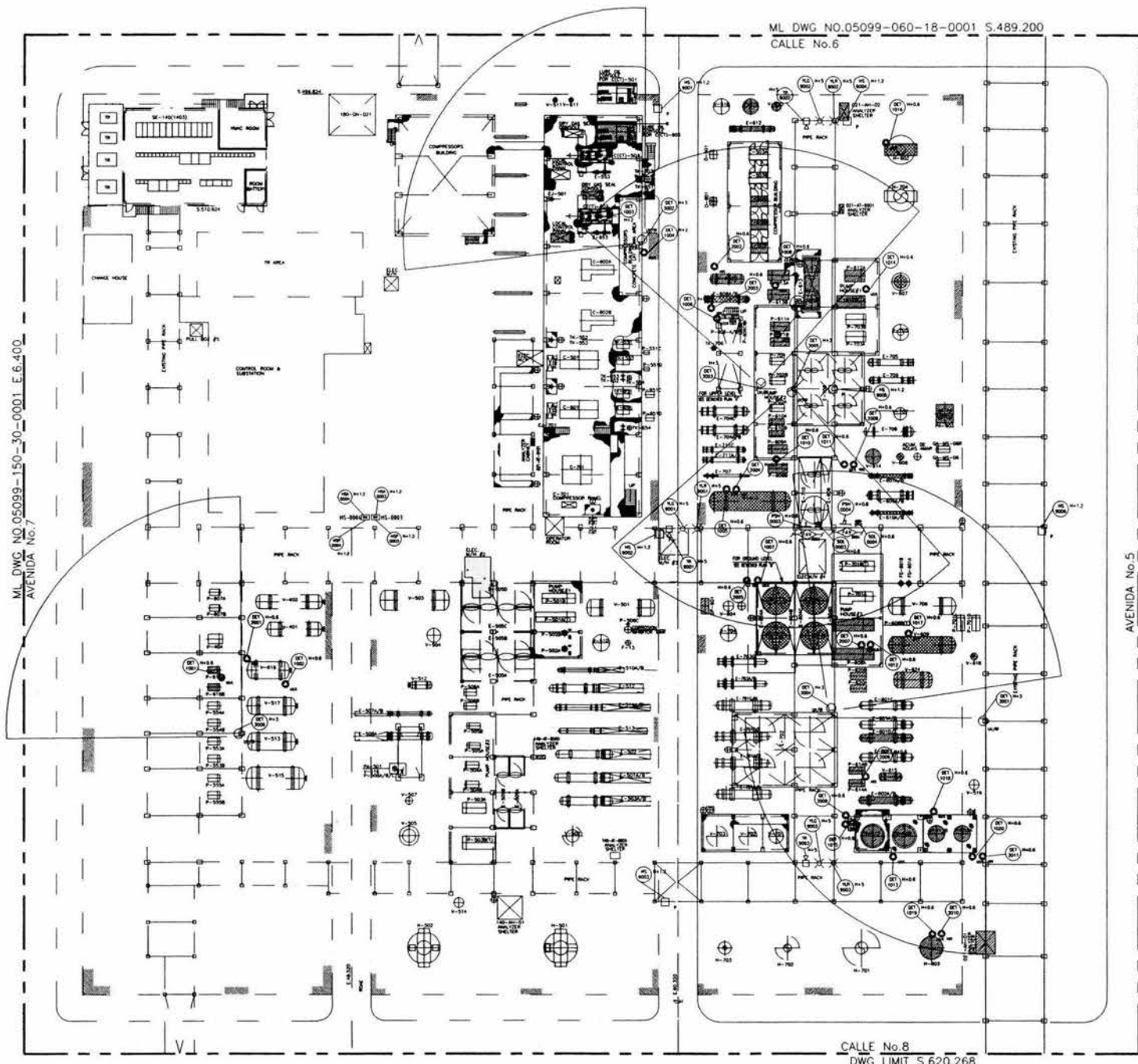
- SIMBOLOS Y LEYENDAS**
- TUBERIA SOBRE TERRENO (NUEVA)
  - - - TUBERIA SOBRE TERRENO (EXISTENTE)
  - - - TUBERIA SUBTERRANEA (EXISTENTE)
  - MONITOR DE AGUA
  - HIDRANTE ESTANDAR
  - MONITOR ELEVADO
  - MONITOR DE CONTROL REMOTO
  - ⊠ BOTONERA PARA VALVULA AUTOMATICA DE DILUVIO
  - ⊠ HIDRANTE PARA CARRO
  - ASPERSORES (1")
  - ASPERSORES (EXISTENTES)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		FACULTAD DE QUIMICA CONJ. E. LAB. 212	
ACTUALIZADO POR: MCC	TITULO:	DISTRIBUCION DE ASPERSORES	
REVISADO POR: EMLH	PROYECTO:	STACAPANA 005	
APROBADO POR: IMR	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES:	PLANTA TRATAMIENTO DE NAFTA U-600	
APROBADO POR: JLCR	FECHA:	OCTUBRE 2003	

A decorative border with a repeating geometric pattern of interlocking shapes, possibly a Greek key or meander design, surrounds the central text.

## **Anexo G**



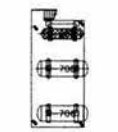
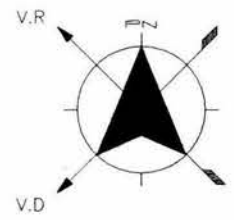


ML DWG NO.05099-060-18-0001 S.489.200  
CALLE No.6

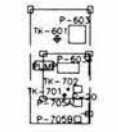
ML DWG NO.05099-150-30-0001 E.6.400  
AVENIDA No.7

AVENIDA No.5  
DWG LIMIT E.149.657

CALLE No.8  
DWG LIMIT S.620.268



DETACHED PLAN "A"



DETACHED PLAN "B"  
GROUND FLOOR

**SIMBOLOS Y LEYENDAS**

- <sub>EX</sub> DETECTORES DE GAS (H2S)
- <sub>LEL</sub> DETECTORES DE GAS (% LEL)
- <sub>CO</sub> DETECTORES DE GAS (CO)
- <sub>UV</sub> UV / IR DETECTOR DE FLAMA

INSTRUMENTO	
○ <sub>DET 2000</sub>	TIPO DE DETECTOR
DET 1000-1999	= DETECTOR DE EXPLOSIVIDAD
DET 2000-2999	= DETECTOR DE GAS TOXICO
DET 3000-3999	= DETECTOR DE FLAMA
DET 4000-4999	= DETECTOR DE HUMO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE QUIMICA CONJ. E. LAB. 212		
ACTUANDO POR: MJC REVISADO POR: EMLH REVISADO POR: IMR APROBADO POR: MJCG APROBADO POR: JLCR	TITULO: DISTRIBUCION DE DETECTORES DE GASES Y MEZCLAS EXPLOSIVAS	CATEGORIA: 006
PROY: PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES	PLANTA: TRATAMIENTO DE NAFTAS U-600	FECHA: OCTUBRE 2003



## **Bibliografía**

## Bibliografía

1. Anuario Estadístico, INEGI, Aguascalientes, Ags., 2002.
2. Atlas Nacional de Riesgos de la Republica Mexicana, (CENAPRED), México D.F., 2001.
3. Grimaldi, V. John & Simonds H. Rollin, "La Seguridad Industrial y su Administración", Segunda edición, Editorial Alfa-Omega, 1996.
4. Guía de Respuesta a Emergencias en Norteamérica (GRENA), Departamento de transportación, 2000.
5. León Hernández, Erick Miguel, "Análisis de Riesgos en la Unidad H-Oil 2 del Complejo Hidrosulfurador de Residuales", Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, 2003.
6. Manual del Sistema Integral de Administración de la Seguridad y Protección al Ambiente, Pemex, 2003.
7. Santos Santos, Elvira, et al, "Guía de Clasificación de Riesgos y Peligrosidad", UNAM, Facultad de Química, 2003.
8. Programa de Prevención de Accidentes de la Refinería "Miguel Hidalgo", en Tula de Allende, Hidalgo, 2001
9. Ramírez Cavassa, César, "Seguridad Industrial, un Enfoque Integral", Editorial Limusa, México, 1999.
10. Santamaría Ramiro, J.M. & Braña Aísa P. A., "Análisis y Reducción de Riesgos en la Industria Química", Ed. MAPFRE S.A., Segunda Edición, 1998, 527 páginas.
11. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, "Guía para la elaboración del Programa de Prevención de Accidentes", Junio del 2000.
12. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente", Noviembre de 1998.

## Revistas

13. Fernández Villagómez, Georgina, et al, "Riesgos Químicos", Fascículo seis, CENAPRED, 1998, 36 paginas.

14. Fernández Villagómez, Georgina, et al, "Residuos Peligrosos", Fascículo nueve, CENAPRED, 1998, 52 paginas.
15. Rivera Balboa, Rubén Darío, "Metodologías para la Evaluación del Riesgo en el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos", Noviembre 2002, CENAPRED, Área de Riesgos Químicos, 88 paginas.

### **Normas Oficiales Mexicanas**

16. 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.
17. Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2001, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
18. 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.

### **Procedimientos de la Refinería "Francisco I. Madero", 2003.**

19. " Plan de Respuesta a Emergencias".
20. "Procedimiento de emergencia ante el impacto de un huracán en las instalaciones de la Refinería Francisco I. Madero".
21. "Procedimiento de emergencia por lluvia intensa."
22. Instrucción de trabajo "Activación del Plan de Respuesta a emergencias".
23. Instrucción de trabajo "Activación del Centro de Operación de Emergencia".
24. Instrucción de trabajo "Activación de alarmas en caso de emergencia".
25. Instrucción de trabajo "Actividades de evacuación en caso de emergencia".
26. "Declaración del cese de la emergencia".

27. "Evaluación del Plan de respuesta a emergencia".
28. Procedimiento "Plan de Respuesta a Emergencias del Grupo Regional de Atención y Manejo de Emergencias".

### **Páginas electrónicas**

29. <http://www.acmat.org/campanya/>
30. PROFEPA (<http://www.profepa.gob.mx/>)
31. SEMARNAT (<http://www.semarnat.gob.mx/>)

### **Otros**

32. Programa de cursos del Departamento de Recursos Humanos de la Refinería para el año 2003 y 2004. PEMEX-Refinación

A decorative border with a repeating geometric pattern surrounds the central text.

## **Índice de Tablas y Figuras**

**Índice de Tablas**

Tabla 1	Accidentes industriales a partir de 1974	8
Tabla 2	Principales emergencias ambientales debidas a accidentes industriales	10
Tabla 3	Reseña histórica de la gestión ambiental y actividades altamente riesgosas y la prevención de accidentes de alto riesgo ambiental	14
Tabla 4	Causas de los accidentes	16
Tabla 5	Elementos del SIASPA	43

**Índice de Figuras**

Figura 1	Emergencias ambientales reportadas a PROFEPA de 1993 a 2002	9
Figura 2	Método para la mejora continua de la seguridad en el trabajo	21
Figura 3	Etapas de un análisis de riesgo	24
Figura 4	Etapas de un análisis cuantitativo de riesgos	26
Figura 5	Organización interna típica para emergencias	32
Figura 6	Organigrama de la Unidad de Respuesta a Emergencias	59
Figura 7	Esquema de comunicación en caso de emergencia interna mayor	75

A decorative border with a repeating geometric pattern of interlocking circles and lines, framing the central text.

## **Glosario**



## **Glosario**<sup>(5, 10, 12, 13, 14, 15)</sup>

*Accidente:* Evento no premeditado aunque muchas veces previsible, que se presenta en forma súbita, altera el curso regular de los acontecimientos, lesiona o causa la muerte a las personas y ocasiona daños en sus bienes y entorno.

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

*Amenaza:* Probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino dentro de un área y periodo de tiempo dado.

*Análisis Costo-Beneficio:* Actividades de la administración, estudio económico de riesgos que permite tomar decisiones de aceptar o no el riesgo, lo podremos encontrar abreviado como C/B o B/C.

*Análisis de Consecuencias:* Proceso para determina 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, empleando por lo general un modelo matemático.

*Análisis de Vulnerabilidad:* Proceso para determinar el valor arriesgado y la susceptibilidad de los bienes expuestos a una amenaza específica.

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

*Atmósfera Explosiva:* Mezcla constituida por aire y gases, vapores, nieblas o polvos inflamables bajo condiciones atmosféricas, en proporciones tales que una temperatura excesiva, arcos, o chispas produzcan su explosión (existe un peligro real).

*Causas:* Son las razones por las que se pueden producir desviaciones, es decir es lo que hace que un incidente ocurra.

***Daño:*** Es la consecuencia producida por un peligro sobre la calidad de vida individual o colectiva de las personas.

***Desastre:*** Una interrupción seria en el funcionamiento de una sociedad causando vastas pérdidas en el ámbito humano, material o ambiental, suficientes para que la sociedad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios.

***Dispositivo de Seguridad:*** Mecanismo o sistema que se instala a la maquinaria, equipo o instalaciones, con la finalidad de reducir la posibilidad de riesgo o controlar las consecuencias en caso de que ocurra un accidente.

***Dique:*** Muro hecho para contener agua u otros materiales líquidos.

***Emergencia:*** Situación o serie de circunstancias irregulares que se producen de manera súbita e imprevista, que puede originar daños a las personas, propiedad y/o ambiente y que demandan acción inmediata para minimizar sus consecuencias. Toda aquella situación de fuga, derrame, incendio la cual no puede ser controlada por la persona que lo detecta necesitando el auxilio superior o apoyo de personal especializado.

***Escenario de Riesgo:*** Determinación de un evento hipotético en el cual se toma en consideración la ocurrencia de un accidente bajo condiciones determinadas, definiendo mediante la aplicación de modelos matemáticos y criterios acordes a las características de los procesos y/o materiales, las zonas potencialmente afectadas.

***Estimación de Riesgos:*** El proceso mediante el cual se determina la frecuencia o probabilidad y las consecuencias que puedan derivarse de la materialización de un peligro.

***Evaluación de Riesgos:*** Proceso mediante el cual se obtiene la información necesaria para que la organización esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la oportunidad de adoptar acciones preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de acciones que deben adoptarse.

***Fuente de Ignición:*** Fuegos abiertos, material incandescente expuesto, arco de soldadura eléctrica, lámparas no aprobadas o cualquier chispa o llama producida por cualquier medio.

*Gravedad:* Son las consecuencias de daño que puede tener un incidente dentro de la planta, su nivel se asigna con ayuda del equipo multidisciplinario.

*Incidente:* Suceso del que no se producen daños o estos no son significativos, pero que ponen de manifiesto la existencia de riesgos derivados del trabajo. Cualquier suceso no esperado ni deseado, que no dando lugar a pérdidas de la salud o lesiones a las personas, pueda ocasionar daños a la propiedad, equipos, productos o al medio ambiente, pérdidas de la producción o aumento de las responsabilidades legales.

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

*Peligro:* 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.

*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.

*Protecciones:* Son todas las acciones o medidas que se toman dentro del sistema de estudio para mitigar o reducir la probabilidad de que ocurra un accidente o incidente.

*Recomendaciones:* Son todas las acciones o medidas que se pueden implementar para reducir o mitigar la probabilidad de que ocurra un accidente o incidente.

*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:* En el contexto de la Prevención de Riesgos debemos entenderlo 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.

$$\begin{array}{ccccc} \text{Riesgo} & = & \text{frecuencia} & * & \text{magnitud} \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ \left[ \frac{\text{consecuencia}}{\text{tiempo}} \right] & = & \left[ \frac{\text{evento}}{\text{tiempo}} \right] & * & \left[ \frac{\text{consecuencia}}{\text{evento}} \right] \end{array}$$

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

*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.

*Vulnerabilidad:* Facilidad con la que un sistema puede cambiar su estado normal a uno de desastre, por los impactos de una calamidad.

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