

CONTENIDO



Secretario de Gobernación

Dr. Jorge Carpizo

Subsecretaria de Protección Civil, Prevención y Readaptación Social

Lic. Socorro Díaz

Director General del CENAPRED

Arq. Vicente Pérez Carabias

Coordinador de Difusión del CENAPRED

Lic. Ricardo Cícero Betancourt

Desarrollo Técnico: Area de Riesgos Químicos de la Coordinación de Investigación, Dra. Georgina Fernández Villagómez, Ing. María Esther Arcos Serrano, Ing. Margarita Yolanda Espindola Zepeda, Ing. María Eugenia Navarrete Rodríguez, M. en I. Carmen del Pilar Tello Espinoza.

Edición a Cargo de: Violeta Ramos Radilla y Javier Lara Espinosa

2ª edición revisada, junio 1994

Introducción	1
Riesgos Químicos	2
Análisis de Riesgos Químicos	5
Acciones en caso de Accidente Químico	7
Destino y Toxicidad de Constituyentes que hacen Peligroso a un Residuo	8
Marco Jurídico	19
Manejo, Transporte y Disposición de los Residuos Peligrosos	23
Organizaciones que brindan Información en caso de Emergencia durante el Transporte de Materiales Peligrosos	29

PUBLICADO POR EL CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES DE LA SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO ES EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

AV DELFIN MADRIGAL N° 665 COL PEDREGAL DE SANTO DOMINGO, DELEGACION COYOACAN, MEXICO, D F, 04360

TELEFONOS

6 06 98 37
6 06 97 39
6 06 99 82

FAX

6 06 16 08

Sistema Nacional de Protección Civil

DIRECTORIO DEL CENAPRED

DIRECCION GENERAL Arq. Vicente Pérez Carabias COORDINACION DE INVESTIGACION Dr. Roberto Meli Pirala, COORDINACION DE CAPACITACION Lic. Glorina Luz Ortiz Espejel, COORDINACION DE DIFUSION Lic. Ricardo Cícero Betancourt COORDINACION DE ENLACE NACIONAL Lic. Alberto Ruiz de la Peña COORDINACION DE ASUNTOS INTERNACIONALES Lic. Enrique Solórzano Mier, COORDINACION DE PROGRAMAS Y NORMAS Lic. Federico Miguel Vázquez Juárez, COORDINACION ADMINISTRATIVA C. P. Alfonso Macías Flores

INTRODUCCION

Al mencionar a los riesgos químicos en México, vienen de inmediato a la mente las duras experiencias que se han vivido en San Juan Ixhuatepec, México, y en Guadalajara, Jalisco. En la primera localidad, luego de una fuga de gas, ocurrió una gran explosión que causara graves daños humanos y materiales; en la segunda, una fuga de combustible que se acumuló en el drenaje, originó otra explosión y otra lamentable secuela de pérdidas.

Debemos estar conscientes que los accidentes tecnológicos son más frecuentes de lo que puede parecer a simple vista. Como ejemplo, puede señalarse que entre febrero de 1991 y diciembre de 1992, la prensa diaria reportó dentro del territorio nacional. 40 derrames de sustancias peligrosas; 11 incendios; 42 fugas y 20 explosiones.

De conformidad con esos datos, está claro que deben incrementarse las medidas de prevención y seguridad en 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; enseguida, estableciendo 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.

La lucha debe centrarse en evitar que ocurran los accidentes donde se involucren sustancias peligrosas, porque sus características corrosivas, tóxicas, reactivas, explosivas, inflamables, infecciosas o irritantes, pueden traer daños inmediatos y crónicos. Es decir, que los efectos pueden extenderse en tiempo y espacio más allá de las capacidades de control del hombre.

La presente publicación forma parte de la Serie "Fascículos" que edita el Centro Nacional de Prevención de Desastres con el objetivo de apoyar la cultura de protección civil e incrementar la seguridad de la población.

A fin de enriquecer nuestras publicaciones en beneficio de todos, agradeceremos el envío de sus colaboraciones y opiniones a.

Av. Delfín Madrigal No 665, Colonia Pedregal de Santo Domingo, Delegación Coyoacán, en México D. F., C P., 04360.

RIESGOS QUIMICOS

Accidentes más Importantes en el Mundo

Tres accidentes industriales que han marcado nuestra época, obligaron a la sociedad contemporánea a pensar en el riesgo y buscar los medios para cuantificarlo y dominarlo:

La refinería de Feyzin entró en servicio en 1964. Contaba con almacenamientos aéreos de hidrocarburos, entre ellos una esfera de butano de 2000 metros cúbicos y una esfera de propano de 1200 metros cúbicos. Durante el almacenamiento tenían que hacer frecuentes purgas para eliminar el agua y la sosa que, por decantación, se acumulaba en la parte inferior de las esferas. La explosión de esta instalación puso de manifiesto los defectos del sistema de purga: compuertas muy próximas entre sí, que podrían cubrirse de escarcha simultáneamente por expansión del gas; control por llave móvil, cuya caída podía acarrear un atraso en caso de necesidad de cierre rápido; diámetro de las conducciones; compuertas difíciles de maniobrar y poco accesibles.

El 4 de enero de 1966, la operación de purga para la toma de muestra de la esfera de propano empieza a las seis y cuarenta minutos. Es todavía de noche y en aquel lugar la iluminación es escasa. El operador abre hasta la mitad la compuerta inferior y luego totalmente la compuerta superior. Salen algunas

impurezas, pero, a continuación, el propano empieza a escapar repentinamente arrollando al operador, que pierde el control, deja caer la llave de la compuerta superior y, aunque intenta devolverla a su sitio, no lo consigue a causa de la escarcha. El gas es más pesado que el aire; el viento, prácticamente nulo. La capa gaseosa se extiende hasta la autopista. En este lugar, su altura es aproximadamente de un metro y medio. Pero a las siete quince, un automóvil que se encuentra en la carretera provoca el incendio de la nube.

La red de incendio no había sido suficientemente dimensionada para suministrar agua destinada a la extinción y a la vez, el enfriamiento de las otras esferas. Los bomberos de Lyon se encuentran con estos problemas. Después de un intento de extinción con dos lanzas de espuma, se limitan a mojar los tanques próximos.

A las siete cuarenta y cinco, se abren las válvulas de seguridad y el gas que se escapa se inflama inmediatamente, formando una enorme flama. En aquel momento, hay en el lugar 150 personas. A las ocho cuarenta y cinco, explota la esfera, causando la muerte de 17 personas del equipo de socorro y deja heridas a otras ochenta y cuatro. Hay una evacuación general. A las nueve cuarenta y cinco, explota una segunda esfera. Esta vez no hay víctimas, pero sí enormes pérdidas materiales que se extienden

hasta Vienne, situada a dieciséis kilómetros. Entre las dos esferas volatilizadas queda un cráter de treinta y cinco metros de longitud, dieciséis metros de anchura y dos metros de profundidad

Flixborough es una pequeña localidad rural situada a unos doscientos sesenta kilómetros al norte de Londres. La fábrica produce un producto intermedio del nylon. En la línea de fabricación hay una unidad de oxidación por aire del ciclohexano. Esta unidad comprende seis reactores en cascada, con capacidad unitaria de 45 m^3 . La reacción de oxidación se produce en presencia de catalizadores a 155°C y a 8 bar de presión.

El 27 de marzo de 1974 se detecta una fuga en el reactor número 5. Se debe a una fisura en la pared externa que tiene su equivalente en la pared interna. El día 28, se decide retirar el reactor número 5, instalar una conducción entre los reactores 4 y 6, esta conducción ha de unir los fuelles de dilatación de los dos reactores. El diámetro de los fuelles es de setenta centímetros, pero la fábrica sólo dispone de tubos de cincuenta centímetros. La conexión se efectúa mediante una placa y una brida.

Hasta el 29 de mayo la modificación practicada va funcionando. Pero este día se descubre una fuga lo que obliga a parar la instalación. El primero de junio se pone en marcha nuevamente, pero aparecen nuevas fugas. La evolución de la presión y la temperatura se hace inquietante. Parece ser que a las dieciséis y cincuenta, el tubo de cincuenta centímetros se rompió, liberando unas cincuenta toneladas de ciclohexano caliente presurizado. La nube formada se inflamó treinta segundos después,

provocando una explosión cuyos efectos se extendieron hasta cincuenta kilómetros. Todas las casas situadas en un radio de seiscientos metros quedaron destruidas; las construcciones dañadas fueron más de dos mil cuatrocientas. Veintiocho de las setenta y dos personas que laboraban en el lugar murieron y treinta y seis quedaron heridas. Hubo otros cincuenta y tres heridos en el exterior de la fábrica.

Bhopal es la capital de un estado del centro de la India. La fábrica de Union Carbide, ubicada a cinco kilómetros del centro urbano, está rodeada de colonias superpobladas. La fábrica produce un insecticida, el carbaryl, que tiene como producto intermedio de síntesis el isocianato de metilo (MIC). El almacenamiento del MIC se hace en tres tanques, uno de los cuales siempre ha de permanecer vacío como depósito de seguridad. Estos tanques están refrigerados a 0°C y se mantienen presurizados con nitrógeno a 2.4 bar.

El 2 de diciembre de 1984, a las veintiuna horas, un equipo de mantenimiento trabaja en la reparación de un línea que conecta uno de los tanques de almacenamiento con la unidad de producción. Se detectan fugas de MIC sin que provoquen la interrupción de la reparación. Paralelamente, otro equipo trabaja en la red de nitrógeno haciendo descender la presión en el tanque. El producto se encuentra a $15\text{-}20^\circ\text{C}$ en vez de 0°C . La presión en el tanque asciende y pasa de 1.14 a 1.69 bar. Son las veintitrés horas, como el aumento de presión sigue acelerándose, el responsable de la unidad llama al director a las 0 horas con veinte minutos, momento en que la presión es de 3.8 bar.

La válvula de seguridad se abre y el MIC fluye al único depurador en funcionamiento. El MIC escapa por la torre de evacuación de los gases de neutralización desde las cero horas treinta minutos, ya que el depurador estaba notablemente subdimensionado para neutralizar por sí solo la totalidad de la fuga; además, el depurador 1 está en paro por mantenimiento. El equipo de socorro no interviene hasta dos horas después de haberse iniciado la fuga. La atmósfera es estable; la torre de evacuación prevista para lanzar gases no tóxicos sólo mide treinta y cinco metros. El resultado de la fuga de MIC ocasionó la muerte de 2500 personas y lesiones a más de 1000, así como daños a la flora y la fauna.

Estos tres accidentes tuvieron una profunda resonancia, pero no son los únicos: otros muchos se han producido y,

entre ellos, no hay que olvidar los relacionados con el transporte de materias peligrosas, que puede presentar riesgos potenciales. En México han ocurrido dos accidentes de gran magnitud, uno de ellos ocurrido el 19 de noviembre de 1984 en San Juan Ixhuatepec (San Juanico), dentro de las instalaciones de la planta de gas. Las pérdidas materiales y humanas fueron cuantiosas.

El segundo accidente que también tuvo graves consecuencias, fue el provocado por la presencia de gasolina en el drenaje de la Ciudad de Guadalajara. La explosión a lo largo de 8 Km de los ductos de drenaje produjo fuertes daños en las casas habitación y las vías principales de comunicación, así como a las redes de distribución de agua potable y alcantarillado. Los daños y lesiones a personas también fueron importantes.

Cuadro No.1 Número de accidentes ocurridos entre Febrero de 1991 y Diciembre de 1992, que involucran sustancias peligrosas.

Estado	Derrames	Incendios	Fugas	Explosiones
Baja California Norte	1			3
Campeche		1	2	
Chihuahua		1	1	
Coahuila			2	
D F	6	2	11	2
Edo de Mexico	7	1	5	4
Guadalajara	10	2	1	2
Guanajuato		2		1
Guerrero	3			
Hidalgo			2	
Morelos	1	1		
Nuevo Leon	4		4	
Oaxaca	1		1	
Puebla	2		2	4
Queretaro			2	
San Luis Potosi			1	
Sinaloa			1	
Sonora		1		1
Tamaulipas			2	1
Veracruz	5		5	2
TOTAL	40	11	42	20

Fuente: Dianos Nacionales

Dada la actividad industrial del país y el movimiento de diferentes materiales químicos a lo largo y ancho del territorio, los accidentes por manejo y transporte de sustancias peligrosas se presentan con cierta frecuencia. En el cuadro 1 se muestra un resumen de los accidentes que ocurrieron desde febrero de 1991 a diciembre de 1992. Como se puede apreciar, las fugas de los compuestos ocupan el primer lugar, seguidas por los derrames. Un accidente químico normalmente es una combinación de derrame-incendio-fuga-explosión. Dichas combinaciones incrementan los efectos sobre el ambiente y la salud.

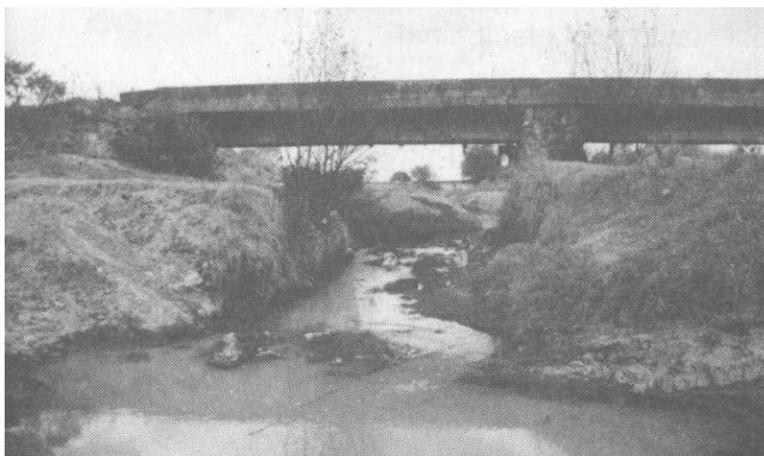
ANALISIS DE RIESGOS QUIMICOS

Definiciones de Riesgo

- Es una función de la probabilidad de que un evento ocurra y la magnitud o severidad del evento ocurrido (Berger, 1982)
- Medida de la probabilidad y severidad de efectos adversos (Conway, 1982)
- Probabilidad de daño, pérdida o trauma (Lee and Nair, 1979)
- Probabilidad de accidentes y enfermedades que terminan en trauma o muerte (Inhaber, 1982)

Análisis de Riesgo Ambiental

Riesgo - Probabilidad cuantitativa de que ocurra un efecto en la salud después de una "cantidad" específica de peligros relacionados con sustancias químicas a los que ha sido expuesto un individuo.



Clasificación de Riesgos Químicos

Los accidentes químicos pueden surgir en una variedad de maneras y no hay dos accidentes exactamente iguales. Una forma de clasificarlos puede ser:

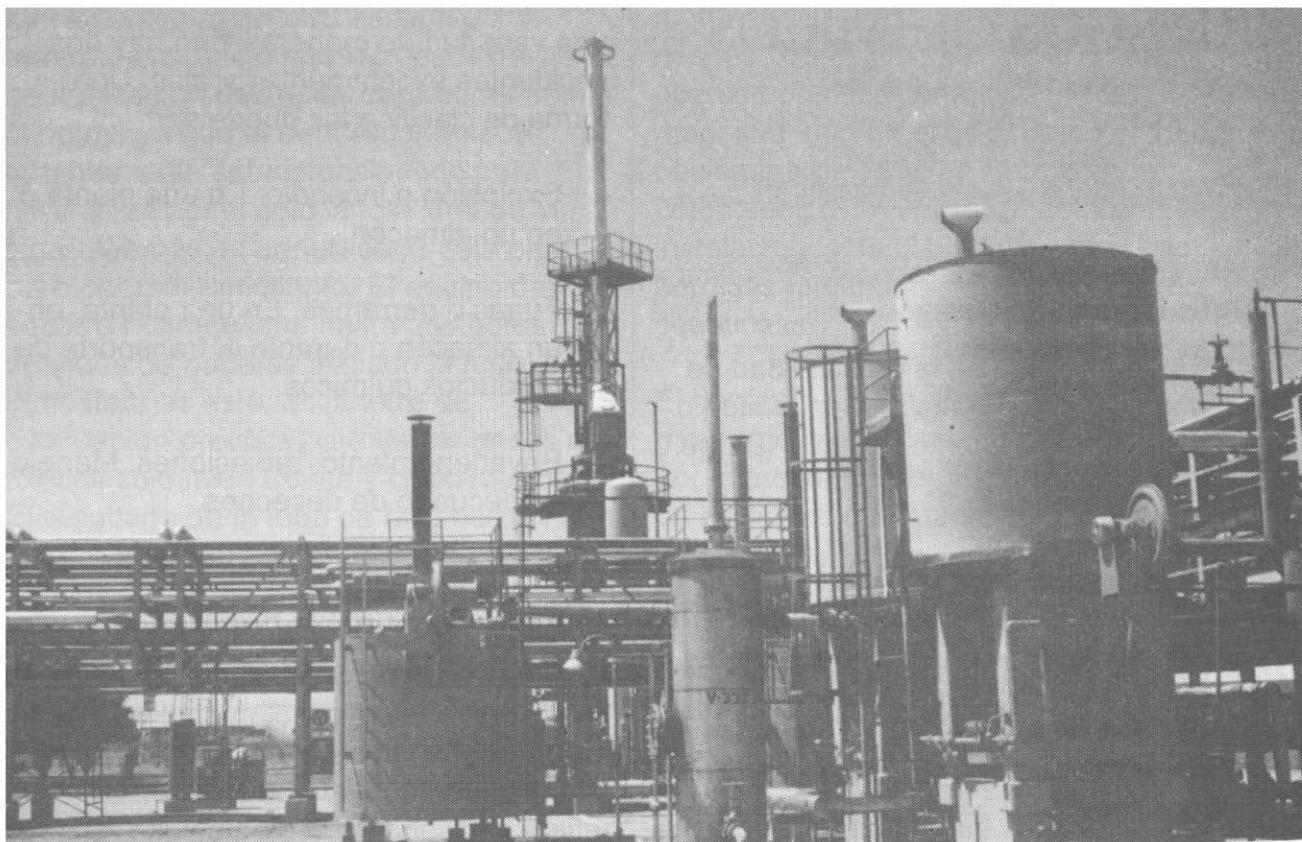
- Explosión o incendio. En una planta o en un almacén.
- Fugas o derrames. En una planta, en un almacén o durante el transporte de productos químicos
- Envenenamiento, radiaciones. Manejo inadecuado de desechos

¿Cómo Analizar los Riesgos?

La *Primera Etapa* de cualquier análisis consiste en definir exactamente las instalaciones, objeto de análisis. La información que hay que recoger se refiere al diseño de la planta, los productos, las características materiales de las instalaciones, su entorno, sus procedimientos de explotación, así como la intervención que se haría en caso de accidente.

En la *Segunda Etapa* se procede a la identificación de los riesgos.

Generalmente, los diversos enfoques utilizados suelen ser: una investigación de las características peligrosas de cada uno de los productos presentes en la fábrica; un estudio de las reacciones peligrosas que podrían producirse en caso de mezcla binaria de aquellos productos; y una primera explosión de toda la instalación, con ayuda de listados de comprobación que permitan determinar los elementos potencialmente peligrosos. Al final de la segunda etapa, además de



un conocimiento mucho más profundo de la instalación, el investigador es capaz de determinar los acontecimientos indeseables que puede provocar la instalación en estudio, además de cierto número de elementos críticos. En cambio, si bien ha podido determinar las causas que, por sí solas, pueden causar un accidente, no ha logrado lo mismo con las combinaciones de dichas causas.

Una vez determinado y eventualmente probabilizado el accidente, lo único que queda por hacer es apreciar la gravedad de sus consecuencias, apreciación que constituye la finalidad de la segunda gestación:

La modelización de las consecuencias, requiere de una definición exacta de las características iniciales del producto liberado y de su modo de liberación, (producto en fase gaseosa o líquida, tamaño de la fisura, etc). Estas etapas van desde el caudal que escapa por la fisura hasta la dispersión del producto y la estimación del efecto final

El conjunto de estos métodos y modelos de aplicación general pueden; sin embargo, utilizarse para evaluar las consecuencias que sobre el medio ambiente puede tener la implementación de cualquier unidad de producción, almacenamiento o transporte de materias peligrosas.