



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

PLAN DE EMERGENCIA ANTE UN ACCIDENTE TERRESTRE
CON ACIDO CLORHIDRICO

T E S I S

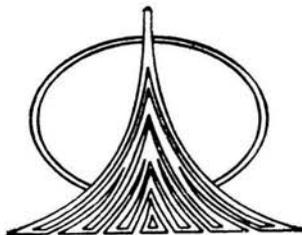
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

MENDEZ HERRERA JOSE LUIS

DIRECTOR: I.Q. JOSE ANTONIO ZAMORA PLATA



MEXICO

2004



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.



**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ZARAGOZA**

**JEFATURA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUIMICA**

OFICIO: FESZ/JCIQ/076/03

ASUNTO: Asignación de Jurado

ALUMNO: MÉNDEZ HERRERA JOSÉ LUIS
P r e s e n t e.

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

Presidente:	I.Q. Eduardo Vázquez Zamora
Vocal:	I.Q. José Antonio Zamora Plata
Secretario:	Q.F.I. Ma. del Carmen Niño de Rivera O.
Suplente:	Quím. Martha Ortiz Rojas
Suplente:	I.Q. José Benjamín Rangel Granados

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”
México, D. F., 9 de Septiembre de 2003

EL JEFE DE LA CARRERA



M. en C. ANDRÉS AQUINO CANCHOLA



Agradezco Infinitamente a todas las personas que de una u otra forma ayudaron a lograr esta meta que me había propuesto, a mi familia que en todo momento me ha demostrado que puedo contar con ella en las buenas y en las malas, como expresarles mi agradecimiento solo les puedo decir gracias, por soportarme tanto tiempo, A El Cogonín, y a mi Madre, sólo quiero decirles que no sería nadie sin ustedes, gracias, LOS QUIERO UN CHIN.....

A toda la raza, y a toda la bandota, esto va por ustedes.

A Mí profesora de Laboratorio del Bachilleres 12 † (lo prometido es deuda).

A los PEPE's Band (Cody, Ogro y Amarillo), por que siempre se escuche nuestro grito de batalla "EL CHUPEEE", como olvidar al Cerebro, la Chucha, el Chamaco, el Topo, el Fideo, el tlaxcala, a los Toys, a mi amigo el PAPOS, el Lennon, etc.

Agradezco también a la FES ZARAGOZA, y a cada uno de los profesores de la carrera por el apoyo brindado en cada una de las materias.

Un agradecimiento especial a todos y cada uno de mis sinodales por sus comentarios ya que fueron de gran ayuda para el enriquecimiento de este trabajo.

De igual forma quiero agradecerle al I.Q. José Antonio Zamora Plata por el tiempo brindado para la dirección de esta tesis.



- <u>1. INTRODUCCIÓN</u>	7
1.1 OBJETIVO	8
- <u>2. PRINCIPIOS GENERALES</u>	9
2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS	9
2.2 DEFINICIONES	13
- <u>PROPIEDADES DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO</u>	17
- <u>3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</u>	21
3.1 SELECCIÓN DE LA ROPA DE PROTECCIÓN	22
3.2 EQUIPO DE RESPIRACIÓN AUTÓNOMOS	28
3.2.1 CON CILINDRO DE AIRE	28
3.2.2 CON CILINDRO DE OXÍGENO	29
3.3 REQUISITOS DE LAS ROPAS DE PROTECCIÓN QUÍMICA	31
3.4 NIVELES DE PROTECCIÓN	32
3.5 RECOMENDACIONES	36
- <u>4. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS</u>	38
4.1 CARACTERIZACIÓN DE RIESGOS	40
4.2 CUANTIFICACIÓN DE RIESGO	41
4.3 ORIGEN DE LOS ACCIDENTES QUÍMICOS	43
- <u>5. MEDIDAS A ADOPTAR FRENTE AL ACCIDENTE</u>	47
5.1 RESPUESTA A LOS INCIDENTES	53
5.2 FUNCIONES BÁSICAS DEL PLAN DE EMERGENCIA	54
- <u>6. PLAN DE ACCIÓN Y REACCIÓN</u>	59
6.1 PREPARATIVOS	59
6.2 IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS	60
6.3 NECESIDADES DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	62
6.4 ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN	63
6.5 PLANES DEL SECTOR SALUD PARA LAS EMERGENCIAS QUÍMICAS	64
6.5.1 CUANDO OCURRE UN DERRAME	72



-	REPORTE AL FINALIZAR LA EMERGENCIA	72
	PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA PARA TODOS LOS DERRAMES	73
	PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA:	75
	ÁCIDO PERCLÓRICO.....	76
	ACCIONES PROPUESTAS PARA LA RESPUESTA A UN ACCIDENTE POR DERRAME DE ÁCIDO CLORHÍDRICO.....	77
-	7. CONCLUSIONES	81
-	8. BIBLIOGRAFÍA	83
-	9. ANEXOS	87

**Hoja de Abreviaturas.**

SETIQ	Sistema de Emergencia de Transporte para la Industria Química
CENACOM	Centro Nacional de Comunicaciones de la Dirección General de Protección Civil
PEMEX	Petróleos Mexicanos
ANAVERSA	Agricultura Nacional de Veracruz
OMS	Organización Mundial de la Salud.
LC50	Concentración Letal Media.
LD50	Dosis Letal Media.
TLV	Valor Umbral Límite.
TWA	Promedio Ponderado de Tiempo Calculado.
TLV-STEL	Nivel de Exposición de Corta Duración
EPI	Equipo de Protección Individual.
EPP	Equipo de Protección Personal.
IDLH	Concentración Inmediatamente Peligrosa Para la Vida y Salud.
PMU	Puesto de Mando Unificado.
PMO	Puesto de Mando Operativo.
FCQ	Foco de Contaminación Química.
ERUM	Escuadrón de Respuesta de Urgencias Medicas.



- 1. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las ciudades más importantes del país se encuentran ubicadas zonas industriales dentro de zonas urbanas, siendo el caso más notable el de la Ciudad de México. Dentro del área metropolitana se encuentran localizadas un gran número de industrias químicas de las que en su gran mayoría consumen, producen o distribuyen ácido clorhídrico el cual se transporta por vía terrestre a través de carros tanque.

Cuando sucede un accidente en el cual está involucrada alguna sustancia química, las personas que se encuentran en el área afectada tratan de controlar y aliviar la situación, reportan a bomberos o a la radio o la televisión que hay un fuerte olor a "algo" que les pica la garganta y les arden los ojos. En una primera instancia se desarrolla algún tipo de acción con los elementos que se estén disponibles. Sin embargo, la capacidad de controlar la situación en forma eficaz puede estar sumamente limitada y que puede requerir varias horas. Los bomberos no tienen capacitación en cuanto a la sintomatología presentada por sustancia químicas, los de la radio y la televisión harán un llamado a las autoridades para que acudan en ayuda de la población, pero hasta ahí. Incluso, el equipo de protección civil no cuenta con especialistas para la atención adecuada de la población en caso de una intoxicación masiva por cualquier ácido. (Ref. Noticiero Televisa y Protección Civil D.F.)

Sólo existe un especialista en hidrocarburos. Por ello, es posible que no se disponga rápidamente de personal con experiencia, equipo ni otros recursos necesarios, lo cual causará demoras en la respuesta necesaria para mitigar la situación de emergencia.

No obstante, esto no sólo acontece en nuestro país, se encuentran reportados en varios países accidentes tan lamentables que de haberse realizado las acciones pertinentes, los daños se habrían minimizado. (Ref. Protección Civil, D.F.)

Sin un plan de emergencia, la capacidad de controlar cualquier crisis en forma eficaz se ve disminuida. Se pierde tiempo definiendo el problema, organizando el personal (técnico, médico, bombero, seguridad, socorro, civil), localizando



recursos y reaccionando. Estos obstáculos impiden las actividades de respuesta y crean problemas adicionales que pueden evitarse si se toma inmediatamente un plan de acción - reacción. Por ello, este trabajo está encaminado a establecer las medidas básicas y necesarias para minimizar los daños provocados por una intoxicación con ácido clorhídrico en el área metropolitana de la Ciudad de México. En nuestro país existe la reglamentación para la transportación de sustancias químicas, pero también muchas de las veces sólo se cumplen ciertos requisitos administrativos para obtener la licencia de transporte y cuando se presenta una fuga o derrame de la sustancia transportada, el primero en correr es el conductor porque no está capacitado para dar la voz de alerta o para llevar a cabo las primeras acciones de protección. Aunado a esto bomberos y protección civil del Distrito Federal se encuentran muy limitados en el conocimiento suficiente de los diversos productos químicos, así como de equipos especiales que se requieren por si llegara a ocurrir un accidente donde se vean involucradas sustancias químicas.

Todo lo anterior hace necesario establecer procedimientos específicos para el manejo adecuado de una sustancia tan peligrosa como es el ácido clorhídrico. Porque a pesar que el SETIQ publica las guías para la atención de emergencias químicas, estas guías son de carácter general y hasta el momento no se han publicado guías específicas como la que en este trabajo se propone realizar.

1.1 OBJETIVO

Elaborar a través de las guías de atención a emergencias químicas y de la reglamentación vigente un plan de prevención y control en caso de accidente terrestre con ácido clorhídrico para el área metropolitana de la Ciudad de México.



- 2. PRINCIPIOS GENERALES

En la primera parte de este tema se abordarán los aspectos históricos en donde han estado presentes accidentes químicos y que han impactado en zonas urbanas, en la segunda parte se tratan conceptos básicos de seguridad industrial útil para el manejo adecuado de sustancias químicas.

2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Al recordar accidentes químicos en México, inmediatamente vienen a nuestra mente las experiencias de San Juan Ixhuatepec, México (accidente provocado por una fuga de gas), y la explosión en Guadalajara, Jalisco. Quizás no se recuerde la fecha exacta pero si lo impactante que fue el daño material y humano provocado.

Las cifras oficiales mencionan que la fuga y explosión de San Juanico ocurrió el 19 de noviembre de 1984. La explosión en las instalaciones almacenadoras de gas de Petróleos Mexicanos (PEMEX), provocó la muerte de 500 personas, cifras oficiales, pero los vecinos aseguran que pudieron ser más de 5 mil, además de decenas de lesionados y miles de desalojados.(El Universal, La Jornada) Los daños materiales fueron incalculables. La explosión en Guadalajara el 23 de abril de 1992, ocasionó la muerte de decenas de personas y cientos más resultaron heridas.

Aunque estos accidentes involucran la explosión de productos químicos provenientes de la gasolina, todavía no se han establecido medidas adecuadas para mitigar y disminuir la incidencia de ellos.

Así como ocurrieron estos accidentes, hay más, y se debe estar consciente que los accidentes químicos son más frecuentes de lo puede parecer a simple vista. Como ejemplo, enseguida se señalan reportes en diarios nacionales sobre derrames, incendios, fugas, explosiones y volcaduras de manera cotidiana.

Algunos de los accidentes más conocidos son:



Capítulo 2 Principios Generales

Fecha	Lugar de Ubicación	Comentario
Mayo de 1990	Naucalpán	Fuga de amoniaco provoca la movilización de personal de bomberos. Nunca se supo en dónde se originó ni quienes fueron los responsables, aun cuando en la región hay empresas que utilizan químicos en sus procesos de producción.
Noviembre de 1990	San Juan Ixhuatepec	Explosión de una válvula de un gaseoducto de PEMEX. Se moviliza al personal de Bomberos y un número no cuantificado de habitantes de San Juan Ixhuatepec fueron desalojados como medida precautoria
Mayo de 1991	Ciudad de Córdoba	en la zona urbana de la ciudad de Córdoba, se incendió la fábrica Agricultura Nacional de Veracruz, tristemente conocida ahora por sus siglas de ANAVERSA. Dedicada a elaborar y almacenar plaguicidas, algunos de ellos de enorme toxicidad para seres humanos y el ambiente, funcionó durante treinta años en medio de irregularidades, fruto de la corrupción y la negligencia de funcionarios del sector salud y de la entonces SEDUE. Miles de personas fueron desalojadas a altas horas de la noche mientras el incendio se combatió tan mal que se contaminaron los suelos, las aguas subterráneas y los lechos de arroyos y ríos. No se sabrá nunca cuántas personas murieron por causa de ANAVERSA. Pero sí se conoce cómo por años, los vecinos, los maestros y alumnos de las escuelas ubicadas cerca de la citada empresa pidieron a las autoridades locales, estatales y federales que cerraran ese foco de contaminación, pues los niños se mareaban en ocasiones como fruto del aire contaminado con agroquímicos. Nunca les hicieron caso
Agosto de 1992	San Juan Ixhuatepec	Alarma entre los habitantes al incendiarse la superficie de un canal del río de los Remedios, ubicado a 50 metros de una zona habitacional que cruza el poblado y en el que varias empresas vierten desechos tóxicos
Octubre de 1993	Ecatepec Edo. de México	Se incendia la empresa denominada Pinturas Ecatepec, en este poblado, a 800 metros de la zona donde se ubican plantas de PEMEX y seis gaseras. Se desaloja a los trabajadores y se acordona



Capítulo 2 Principios Generales

		la zona.
Septiembre de 1994	Naucalpán	Fuga de gas LP originada en la empresa Yeso Panamericano, ubicada en esta región. Acuden los bomberos.
Septiembre de 1994.	Carretera México-Pachuca	Volcadura de una pipa cisterna con 20 mil litros de combustible en el entronque de la avenida San Javier, salida principal de las gaseras, y la carretera México-Pachuca. Acondonan la zona y se realizan trabajos para retirar el combustible del lugar.
Octubre de 1994	Delegación Álvaro Obregón	Nueva fuga de gasolina obliga a evacuar la escuela primaria Francisco Villa; no se conoció el origen. Se levanta la alarma después de que lavan drenajes y coladeras
Octubre de 1994.	Naucalpán	En la propia estación de bomberos se registra una explosión de varios kilos de pólvora que habían sido decomisados.
Noviembre de 1996	San Juan Ixhuatepec	Nueva explosión en instalaciones de la Terminal Satélite Norte de Pemex, ubicadas en San Juan Ixhuatepec. Se incendian tres tanques con 21 millones 465 mil litros de gasolina Nova y Magna. Mueren cuatro personas, entre personal de auxilio, 15 resultan heridas y se desaloja a miles de vecinos.
Septiembre de 2000.	Carretera México - Querétaro	Se volcó una pipa en la carretera México - Querétaro, se derramaron diez mil litros de ácido sulfúrico
Diciembre de 2000	Carretera Veracruz – Tabasco Sattillo	Un autotank cargado con 37 mil litros de ácido clorhídrico se volcó en la carretera que comunica a Veracruz con Tabasco. También en Sattillo, la volcadura de una pipa cargada con 22 mil litros de ácido sulfúrico a 25 Km de esta ciudad causó gran movilización.
Agosto de 2001	Carretera Jiménez- Parral	Se descarriló un tren que transportaba ácido sulfúrico y combustóleo. Esto podría causar serios daños ecológicos en el entronque ferroviario de la carretera Jiménez- Parral. Y es que según el reporte de la Procuraduría de Justicia Del Estado, en el accidente se descarrilaron ocho vagones, de los cuales dos estaban cargados con ácido sulfúrico, cinco con combustóleo y uno con materiales de acero para la construcción



Capítulo 2 Principios Generales

Septiembre de 2001	Zinacantepec, estado de México	de	Hay serios problemas de contaminación en el municipio de Zinacantepec, estado de México, luego de que el pasado 29 de agosto una pipa que chocó en esta zona derramó ácido sulfúrico
Julio de 2002	Quintana Roo		Alerta general de los cuerpos de rescate, auxilio y seguridad, provocó la mañana de este miércoles 17 de julio el derrame de 40 mil litros de ácido clorhídrico en el almacén de la empresa "Productos Químicos Mardupol, SA de CV", ubicada en la zona Industrial. La fuga del químico, que después de casi tres horas pudo ser controlada, se debió a la explosión de una válvula de uno de los tanques contenedores, explicó el jefe del Departamento de Emergencias de Protección Civil, de Quintana Roo. El derrame que se registró alrededor de las 10:45 horas en la empresa "Mardupol", provocó que por lo menos nueve personas resultaran dañadas por intoxicación y suspendieran sus actividades cerca de 350 que laboran en empresas y oficinas en un radio de 200 metros alrededor de la manzana donde se registró el siniestro y que fue acordonada.
Agosto de 2003	Carretera Toluca – Temascaltepec	–	El evento más reciente ocurrió el 30 de agosto de 2003, donde debido al exceso de velocidad una pipa que transportaba 30 mil litros de ácido sulfúrico se volcó en el Km 13 de la carretera Toluca – Temascaltepec. El resultado del accidente arrojó 5 muertes, 6 heridos y 47 personas intoxicadas. Participaron en la atención del accidente 200 elementos de la policía estatal, de protección civil y del ejército mexicano. Se desalojaron a 12 familias mientras se neutralizaba con cal el lugar del accidente. Después de tres días se les permitió a los habitantes del lugar regresar a sus hogares. De conformidad con estos datos, está claro que deben incrementarse las medidas de prevención y seguridad en y cerca de las industrias que emplean sustancias químicas. Las acciones deben centrarse en evitar que ocurran daños significativos cuando se presenten los accidentes. La forma más práctica para hacerlo es evaluando meticulosamente los riesgos químicos inherentes a la actividad que se desarrolla, enseguida, estableciendo medidas de prevención y control para minimizar los efectos en caso de accidentes químicos



2.2 DEFINICIONES

Accidentes químicos

La Organización Mundial de la Salud (OMS) utiliza los términos accidente químico y *emergencia química* para hacer referencia a un acontecimiento o situación peligrosa que resulta de la liberación de una sustancia o sustancias que representan un riesgo para la salud humana y/o el medio ambiente, a corto o largo plazo. Estos acontecimientos o situaciones incluyen incendios, explosiones, fugas o liberaciones de sustancias tóxicas, biológicas o de contaminación que pueden provocar enfermedad, lesión, invalidez o muerte, a menudo de una gran cantidad de seres humanos.

Aunque la contaminación del agua o de la cadena alimenticia que resulta de un accidente químico puede afectar a poblaciones dispersas, a menudo la población expuesta está dentro o muy próxima a una zona industrial. En un área urbana la población expuesta puede estar, por ejemplo, en las cercanías de un vehículo accidentado que transportaba sustancias peligrosas. Con menos frecuencia, la población expuesta está a cierta distancia del sitio del accidente, incluyendo zonas del otro lado de las fronteras nacionales.

Esta definición debe plantearse unida al concepto de *incidente químico*, en el que una exposición originada por liberaciones de una sustancia o sustancias químicas pueden resultar en enfermedad o posibilidad de ésta. El número de personas afectadas por un incidente químico puede ser muy reducido (incluso una sola), y la enfermedad, incapacidad o muerte puede ocurrir en un lapso considerable, por ejemplo años después del accidente.

Además de los efectos para la salud humana, los accidentes químicos pueden generar un daño considerable inmediato o a largo plazo también puede repercutir en el medio ambiente con cuantiosos costos humanos y económicos.

Toxicología

La toxicología es la ciencia que estudia los efectos nocivos producidos por las sustancias químicas sobre los organismos vivos. Así, el individuo humano, los animales y las plantas pueden estar expuestos a una gran variedad de sustancias



químicas. Éstas pueden ser desde metales y sustancias inorgánicas hasta moléculas orgánicas muy complejas.

Según el Programa Nacional de Toxicología del Servicio de Salud Pública de EUA (EUA, 1999) existen en ese país 80.000 sustancias químicas a las que sus habitantes pueden estar expuestos a través de productos industriales y de consumo, como también por estar presentes en los alimentos, en el agua para beber y en el aire que se respira. Generalmente, se supone que relativamente pocas representan un riesgo significativo para la salud humana, en las concentraciones de exposición existentes, y que los efectos en la salud producidos por la mayoría de ellas son generalmente desconocidos.

En 1998, el inventario de las sustancias químicas comerciales en Europa registró 100,000 comercializadas para varios propósitos. De acuerdo con la Asociación de Industrias Químicas de la República Federal de Alemania solamente alrededor de 4,600 sustancias son producidas en cantidades superiores a 10,000 tn anuales.

En México se manejan alrededor de 8274 sustancias tóxicas o peligrosas. (Ref. Guía de Respuestas a Emergencias).

Niveles de Toxicidad Es la selección de los valores adecuados de los parámetros que miden la peligrosidad de las sustancias tóxicas presentes en el sitio, acompañados por la calificación de la calidad de esa información. El parámetro que se usa en evaluación de riesgos es el índice de toxicidad.

LC50 o LD50 es aquella concentración letal o dosis letal de un contaminante que causa una mortalidad del 50 por ciento entre los organismos de prueba sometidos a la acción del contaminante durante un lapso establecido de tiempo, generalmente 96 horas.

La **LC50** del ácido clorhídrico es de 3124 ppm en ratas en 1 hora de exposición

La **LD50** del ácido clorhídrico es de 900 mg/Kg/día en conejos.

TLV (Valor Umbral Límite) es la concentración normal durante un día útil de 8 horas a la que todos los trabajadores pueden encontrarse expuestos cotidianamente sin que se produzcan efectos adversos.



TWA (Promedio Ponderado de Tiempo Calculado) es la concentración normal durante una semana de trabajo de 40 horas; a la que todos los trabajadores pueden encontrarse expuestos cotidianamente sin que se produzcan efectos adversos.

TLV - STEL (Nivel de Exposición de Corta Duración) es la concentración a la cual los trabajadores pueden estar expuestos por un período de 15 minutos sin sufrir irritación ni daños crónicos o irreversibles en el tejido. El TLV -STEL de 15 minutos es un nivel de exposición que no deberá ser excedido en ningún momento.

**- PROPIEDADES DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO.**

Es una solución acuosa incolora o ligeramente amarillenta, fumante de olor penetrante e irritante. Ataca a la mayoría de los metales produciendo hidrógeno cuando está concentrado es muy volátil.

Formula química	HCl
Sinónimos	Ácido hidróclorhírico, ácido muriático
Peso molecular	36.46 g/gmol
Densidad relativa al 36 %	1.19
Punto de fusión	-40°C
Punto de ebullición	110°C al 20 %
Temperatura de auto ignición	no inflamable
Riesgo asociado	Líquido corrosivo clase 8
Código ONU	1789
No, de CAS	7647-01-0

Presentación.

El ácido clorhídrico se vende a granel en tanques de plástico reforzado con fibra de vidrio.

Usos.

Se utiliza especialmente en las siguientes industrias.

Química y petroquímica.

Obtención de diferentes cloruros, preparación de emulsiones catiónicas y en la industria del plástico

Tratamiento de aguas.

Corrección del pH en aguas residuales, Obtención de sílice activada y regeneración de resinas de intercambio iónico.

Alimenticia.

Elaboración de glutamato monosódico hidrólisis del almidón y refinación del azúcar de caña.

Acondicionamiento de superficies metálicas.

En el decapado del hierro, recubrimientos y grabados electrolíticos.



Minería y petróleo.

Remoción de depósito e incrustaciones de lodos y rocas.

Otros.

Textiles, adhesivos (goma), obtención del bióxido de cloro.

Almacenamiento.

Debe realizarse en lugares bastante ventilados, al abrigo de la luz del calor y de sustancias inflamables. Los puntos oxidantes, especialmente el ácido nítrico y los cloratos, así como los metales que reaccionan con el ácido clorhídrico desprendiendo hidrógeno, deben estar alejados del lugar de almacenamiento.

Los recipientes deberán estar cuidadosamente fechados e identificados

Dentro del área de almacenamiento debe existir provisiones de neutralización rápida: soluciones básicas y acondicionador de vertimientos.

Las instalaciones eléctricas mecánicas civiles y otra deben estar protegidas contra la acción corrosiva de los vapores del ácido.

En las cercanías del lugar de almacenamiento, deberá estar instalada una toma de agua y tener mascarillas autónomas.

Manejo y transporte.

Para todas las operaciones del manejo del ácido clorhídrico se recomienda.

Manejo.

1. Instruir al personal sobre las características corrosivas de las soluciones concentradas del ácido clorhídrico.
2. Colocar a disposición del personal los equipos de protección personal adecuados: guantes largos y botas altas de caucho, pantalón y chaqueta de caucho, gafas de seguridad, protector facial y respirador con filtro adecuado.
3. Efectuar el vaciado, diluciones, etc. evitándose el sobre calentamiento local y el desprendimiento de vapores.
4. No se debe pipetear con la boca.
5. Realizar las operaciones con el ácido clorhídrico, bajo ventilación local exhaustiva.



6. Los recipientes vacíos del ácido clorhídrico, antes de ser descartados deben lavarse con agua en abundancia.

7. La evacuación de las aguas residuales en el drenaje o en los ríos no deben ser efectuada, sin antes haber corregido el pH entre los límites 6.5 y 8.5.

Transporte.

El transporte debe realizarse en tanques de fibra de vidrio, polietilenos o en acero recubierto con caucho.

Efectos sobre el organismo.

Por contacto.

El contacto directo con los ojos causa severa irritación, pudiendo ocasionar lesiones permanentes y pérdida total de la visión. Soluciones concentradas ocasionan graves quemaduras en la piel y las soluciones diluidas puede ocasionar una dermatitis.

Por inhalación.

Los vapores del HCl son extremadamente irritantes para el aparato respiratorio, causando laringitis, bronquitis, edema pulmonar e incluso la muerte. Los dientes pueden tornarse amarillos, desgastándose hasta llegar a quebrarse.

Por ingestión.

La ingestión accidental de soluciones concentradas es extremadamente grave, con quemaduras de la mucosa de la boca, esófago y estomago.

Control de emergencias.

En caso de derrames.

- Evacuar el área, no inhalar los vapores y evitar el contacto con la sustancia.
- Lavarse con agua en abundancia.
- El equipo de protección personal, obligatorio para entrar al área. Respirador autónomo.
- Al momento del trasvase remover el recipiente hacia áreas bien ventiladas.
- Neutralizar el contenido derramado con cal, arena de cal, carbonato de sodio, óxido de sodio.



En caso de incendio.

El ácido clorhídrico no es inflamable, pero reacciona con la mayoría de los metales, liberando hidrógeno que al mezclarse con el aire, puede provocar fuego o una explosión.

Agente extintor recomendado: dióxido de carbono y polvo químico seco.

En caso de contacto con la piel.

- Lavar con agua abundante el área afectada.
- Despojarse de la ropa contaminada.
- En caso de quemadura, lavar el área afectada con bastante agua fría.
- **LLEVAR AL MEDICO.**

En caso de contacto con los ojos.

Lavar inmediatamente con agua corriente en abundancia al menos durante 15 min.

LLEVAR AL OFTALMOLOGO INMEDIATAMENTE.

En caso de inhalación excesiva.

- Retirar al accidentado del lugar para que respire aire fresco.
- Observar las condiciones respiratorias.
- Si presenta un paro respiratorio, dar inmediatamente respiración artificial.
- **LLEVAR AL MEDICO.**

En caso de ingestión accidental.

- Dar leche de magnesia, leche de vaca o agua con antiácidos (sal de uvas, alka-seltzer), si la víctima está consciente no se debe provocar el vómito (por el peligro de una perforación).
- **LLEVAR AL MEDICO.**

Nota Importante (Información ecológica):

No incorporar a suelos ni a fuentes de agua. El ácido clorhídrico ocasiona alteración del pH. Es tóxico para organismos acuáticos y afecta el crecimiento de plantas.



- 3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

El Equipo de Protección Individual (EPI) es un dispositivo de uso individual para hacer frente a las emergencias químicas y proteger la salud e integridad física del rescatista. La función del equipo de protección personal no es reducir el "riesgo o peligro", sino adecuar al individuo al medio y al grado de exposición. Este tipo de equipos se debe usar durante la realización de las actividades rutinarias o emergencias, según el grado de exposición. Se debe seleccionar según las necesidades, riesgos intrínsecos de las actividades y la parte del cuerpo que se desea proteger. En el caso de la atención a los accidentes con sustancias químicas, la finalidad de las ropas de protección es salvaguardar el cuerpo de los riesgos que representa el producto, como provocar daños a la piel o ser absorbido por esta y afectar a los demás órganos. El personal involucrado puede contaminarse de maneras diferentes:

- A través del contacto con vapores, gases, nieblas o material esparcido.
- Por salpicaduras del producto.
- A través del contacto directo con charcos formados por el producto.
- A través del contacto con el suelo contaminado.
- Durante la manipulación de instrumentos o equipos contaminados.

Las ropas de protección y respiradores ayudan a prevenir la contaminación del usuario. Las buenas prácticas de trabajo ayudan a reducir la contaminación de ropas, instrumentos y equipos. Sin embargo, la contaminación es posible incluso cuando se siguen estas reglas. Por ello, la elección y uso adecuado de esta ropa, complementada con el equipo de protección respiratoria, permite proteger a los técnicos de los ambientes hostiles. El material elegido debe ser lo más resistente posible al ataque de productos químicos. El modelo de la ropa también es importante y depende de si el producto implicado está en el aire o si la exposición a la piel (contacto con el producto) es directa o a través de salpicaduras. También se debe considerar otros criterios de selección, incluida la probabilidad de



exposición, facilidad de descontaminación, movilidad con la ropa, durabilidad y, en menor escala, su costo.

Existe una variedad de materiales para la confección de ropas de protección. Cada uno de estos materiales ofrece un grado de protección a la piel contra una gama de productos, pero ningún material ofrece la máxima protección contra todos los productos químicos. La ropa de protección seleccionada se debe confeccionar con un material que proporcione la mayor resistencia contra el producto conocido o que pueda estar presente.

La selección adecuada de la ropa de protección puede minimizar el riesgo de exposición a productos químicos, pero no protege contra riesgos físicos tales como fuego, radiación y electricidad. Para ofrecer una completa protección a los técnicos, es importante usar otros equipos complementarios de protección. Para la cabeza se usan cascos resistentes; para los ojos y la cara, gafas resistentes a impactos; para los oídos se usan auriculares, y para los pies y manos se usan botas y guantes resistentes a productos químicos.

La finalidad es elaborar un plan de emergencias que implique la selección del equipo, ropa, transporte para la atención de un accidente químico con HCl se recomienda el siguiente equipo.

3.1 Selección de la ropa de protección

Debido a la importancia de este equipo para atender emergencias con ácido clorhídrico, HCl, a continuación se detallan las características de distintos tipos de equipos de protección, ordenados según la siguiente clasificación:

- 1) Protección para la cabeza
- 2) Protección para los miembros superiores
- 3) Protección para los miembros inferiores
- 4) Protección cutánea
- 5) Protección respiratoria
- 6) Otros tipos de protección



Figura 1

1) Protección para la cabeza

- Craneana
- Facial
- Visual
- Auricular
- Respiratoria (*)



(*) Aunque forman parte de la protección para la cabeza, los equipos de protección personal destinados a la protección del tracto respiratorio se tratarán independientemente debido a su grado de especificación.

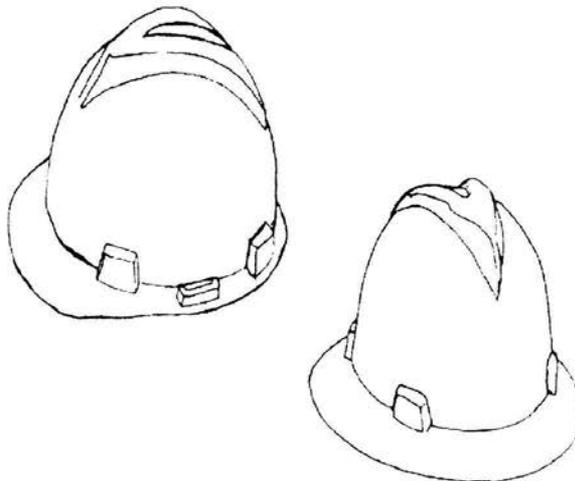
Protección del Cráneo

Los cascos están hechos con material resistente y su finalidad es proteger el cráneo de impactos, penetraciones o choques eléctricos. No sólo resisten al impacto, sino que también absorben el choque hasta aproximadamente 300 kg. Las capuchas y cascos con visera protegen la cabeza contra impactos de productos químicos, residuos infecciosos, corrosivos y condiciones climáticas adversas de frío o calor. Las redes y gorros evitan el contacto de los cabellos con las partes móviles de las máquinas.

Indicadores para la selección y uso de cascos para el uso de HCl

Para este tipo de sustancias se recomienda el uso de cascos de polietileno o aluminio

Figura No. 2



a) Polietileno

b) Aluminio



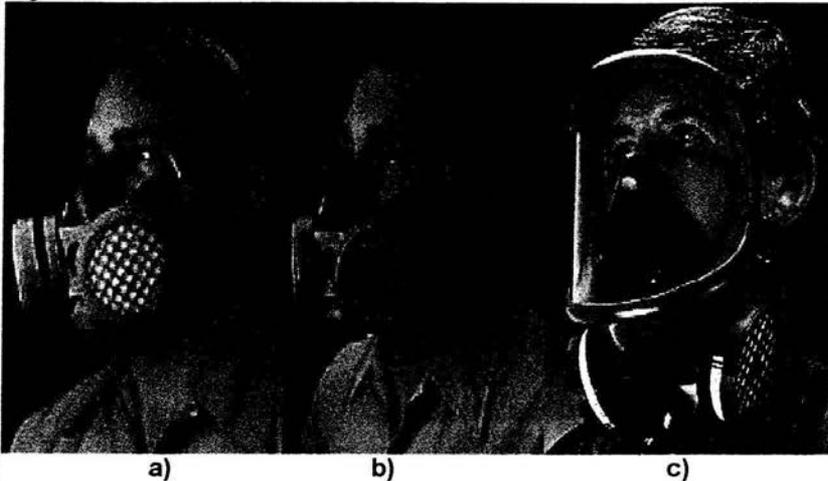
Protección para la Cara

Los equipos para la cara y cuello protegen contra impactos de partículas volantes, salpicaduras de líquidos perjudiciales, ofuscamiento y calor radiante. Para evitar salpicaduras se debe contar con mascarillas de acrílico las cuales son incoloras y cuentan con un filtro de luz.

Indicadores para la elección y uso de protectores faciales

Como son bastante restringidos, en la mayoría de los casos estos equipos vienen unidos a otros.

Figura No. 3



(Por lo general son de acrílico y viene unidos a los equipos respiradores)

Protección para los Ojos

Para el manejo de HCl se deben usar gafas para vapores y gases y/o aerodispersadores de salpicaduras.

Tipos de gafas de protección

Figura No. 4





2) Protección para los miembros superiores

Anatómicamente, los miembros superiores se dividen en brazo, antebrazo y mano. Una vez establecidas las necesidades, los EPI se deben escoger considerando los siguientes factores:

- a. Parte que se va a proteger.
- b. Grado y tipo de protección:
 - características de los materiales que se van a manipular;
 - composición fisicoquímica de las sustancias;
 - temperatura;
 - riesgo de contaminación.
- c. Sensibilidad para cada actividad.

3) Protección para los miembros inferiores

Protección de las piernas y pies a través del uso de polainas, botas o zapatos de seguridad contra quemaduras, lesiones, contaminación, etc.

Indicadores para la selección y uso de polainas

Elaboradas de PVC útiles para Irritaciones y quemaduras contra la mayoría de los ácidos bases y solventes. Requieren de uso no prolongado e inspección permanente.

4) Protección cutánea

Protección del usuario contra la ocurrencia de lesiones, quemaduras, irritaciones, intoxicaciones y contaminaciones provocadas por el contacto con sustancias agresivas a la piel. El usuario debe seleccionar el traje según los diversos tipos de trabajo y riesgos y en base a los siguientes aspectos:

- grado de protección necesaria (aislamiento y confinamiento);
- resistencia química;
- maleabilidad;
- facilidad de limpieza y descontaminación.

Tipos:

- ropa descartable;
- ropa contra incendios;



- capas;
- conjuntos de calzado, chaqueta y capucha;
- overol hermético con capucha;
- traje encapsulado.

Criterios para la selección y uso de ropas de protección

TIPO	MATERIAL	PROTECCIÓN CONTRA	RESTRICCIÓN	GRADO DE PROTECCIÓN
Conjunto de calzado, chaqueta y capucha	PVC	Salpicaduras de ácidos, bases y solventes	Baja resistencia química de acuerdo con el tejido sin confinamiento	Medio
Overol hermético con capucha	PVC	Salpicaduras y vapores ácidos, bases y solventes	Período prolongado de exposición a productos ácidos y alcalinos	Alto
Traje encapsulado	PVC o butil reforzado con poliamida y viton	Atmósfera altamente saturada de gases y vapores	-	Máximo

Ref. Helvio Aventurato, Marco Antonio José Lainha , CETESB

Los trajes de protección mencionados anteriormente nunca se deben usar directamente sobre la piel, debido a la sudoración del cuerpo humano este se podría pegar con el mismo, y al momento de retirar el traje del rescatista este podría contaminarse por:

A través del contacto con vapores, gases, nieblas o material particulado.

Por salpicaduras del producto.

A través del contacto directo con charcos formados con el producto

A través del contacto con el suelo contaminado.

Durante la manipulación de instrumentos contaminados

5) Protección respiratoria

El aire respirable en condiciones normales presenta las siguientes características:

- Contiene 18% de oxígeno, como mínimo;
- Está libre de sustancias extrañas;
- Su presión y temperatura no causan lesiones al organismo humano.

**Ejemplos de actividades por consumo de aire**

ACTIVIDAD	CONDICIÓN	CONSUMO DE OXÍGENO (litros/minuto)
Descanso	Acostado	0,25
	Sentado	0,30
	De pie	0,40
Trabajo ligero	Caminar (3,2 km/h)	0,70
	Nadar lentamente (0,9 km/h)	0,80
Trabajo normal	Caminar (6,5 km/h)	1,20
	Nadar (1,6 km/h)	1,40
Trabajo pesado	Nadar (2,2 km/h)	1,80
	Caminar/pedalear (21 km/h)	1,85
	Correr (13 km/h)	2,00
Trabajo muy pesado	Nadar (2,2 km/h)	2,50
	Correr (15 km/h)	2,60
	Subir escaleras (100 peldaños/min)	3,20
	Correr cuesta abajo	4,00

Ref. Helvio Aventurato, CETESB, Marco Antonio José Lainya, CETESB

3.2 Equipo de respiración autónomos

3.2.1 con cilindro de aire.

- Constan de un cilindro de alta presión, un regulador de presión, un dispositivo de dosificación de flujo, una tráquea, una pieza facial con válvula de espiración, tirantes en el cilindro de alta presión y en la pieza facial.
- Funcionamiento en circuito abierto, es decir que se respira y se descarga hacia el exterior.
- Deben contener un dispositivo de alarma para la baja de presión.
- El tiempo de operación varía desde algunos minutos hasta aproximadamente una hora, según la actividad física y familiaridad del usuario con el equipo.
- Como se trata de un equipo autónomo, no presenta limitaciones de espacio, ya sea en el caso de contaminantes o de deficiencia de oxígeno.



Observaciones

- Debido al limitado tiempo de operación, su uso se adapta más a las situaciones de emergencia, como rescates y mantenimientos especiales.
- Son equipos más pesados que los autónomos con oxígeno puro, que trabajan en circuitos cerrados.
- En el caso de absorción de contaminantes por la piel hay que suministrar protección complementaria.

Limitaciones

- Hay que considerar la limitación de movilidad y capacidad del usuario, lo que dificulta que cargue pesos.
- El tiempo de operación es, en sí, una limitación que se debe considerar adecuadamente; el usuario debe estar informado acerca de la construcción, uso, control y limitaciones del equipo, así como de la manera de llegar rápidamente a ambientes seguros.

3.2.2 con cilindro de oxígeno

- Constan de un cilindro de oxígeno de alta presión, válvula reductora, una bolsa de respiración, tráquea, válvulas de dosificación constante de la demanda, pieza facial, válvula de escape de sobrepresión de la bolsa de respiración, tirantes y cartucho químico de retención de la humedad y CO_2 .
- Funcionamiento en circuito cerrado donde el aire viciado espirado se libera del gas carbónico y de la humedad y vuelve a circular después de la adición de oxígeno. Como el organismo no aprovecha todo el oxígeno que se inspira, el proceso permite un buen aprovechamiento del suplemento y da al equipo ligereza y autonomía por varias horas.
- El equipo autónomo no tiene limitaciones de espacio, ya sea en caso de contaminantes o de deficiencia de oxígeno.
- Las figuras ilustran dos tipos posibles de equipos:



a) Equipo de Aire comprimido

Circuito Abierto



b) Equipo de Regeneración

Circuito Cerrado

- cargado en la espalda con los componentes incorporados;
- cargado en el pecho con la bolsa respiratoria externa a la caja y los componentes reducidos.

Observaciones

- En el caso de posible absorción de contaminantes por la piel, provea protección complementaria.
- Los equipos son relativamente livianos pero los de mayor capacidad pueden pesar de 10 a 12 kg.

Limitaciones:

- Hay que considerar la limitación de movilidad y capacidad del usuario, lo que dificulta que cargue pesos.
- El tiempo de operación es, en sí, una limitación que se debe considerar adecuadamente; el usuario debe estar informado acerca de la construcción, uso, control y limitaciones del equipo, así como de la manera de llegar rápidamente a ambientes seguros.



Aspectos que se deben considerar en la selección de la protección respiratoria

Para elegir el tipo de protección respiratoria más adecuado se deben considerar los siguientes factores:

- porcentaje de oxígeno en el ambiente;
- existencia de contaminantes clase toxicológica;
- confinamiento del ambiente (pozos, depósitos, bodegas);
- posición del ambiente en relación con la atmósfera segura (distancia y accesibilidad);
- comodidad física y limitaciones de movilidad.
- actividad respiratoria del operador (actividad física).
- uso únicamente durante la operación (uso intermitente).

3.3 Requisitos de las ropas de protección química

Para elegir el material de protección adecuado, se deben considerar varios requisitos. La importancia del material depende de la actividad y de las condiciones específicas del lugar. Los requisitos de desempeño son:

- **Resistencia química:** es la capacidad del material para resistir los cambios físicos y químicos. El requisito de desempeño más importante es la resistencia química del material. Este debe mantener su integridad estructural y calidad de protección al estar en contacto con sustancias químicas.
- **Durabilidad:** es la capacidad que tiene un material para resistir el uso, es decir, la capacidad de resistir perforaciones, abrasión y rasguños. Es la resistencia inherente al material.
- **Flexibilidad:** es la capacidad para curvarse o doblarse. Es muy importante para los guantes y ropas de protección ya que influye directamente en la movilidad, agilidad y restricción de movimientos del usuario.



- **Resistencia térmica:** es la capacidad de un material para mantener su resistencia química durante temperaturas extremas (principalmente altas) y permanecer flexible en temperaturas bajas. Una tendencia general de la mayoría de los materiales es que las temperaturas altas reducen su resistencia química mientras que las bajas reducen su flexibilidad.
- **Vida útil:** es la capacidad que tiene un material para resistir al envejecimiento y el deterioro. Los factores como el tipo de producto, temperaturas extremas, humedad, luz ultravioleta, agentes oxidantes y otros, reducen la vida útil del material. El almacenamiento y cuidados adecuados contra estos factores pueden ayudar a prevenir el envejecimiento. Se debe consultar a los fabricantes en relación con las recomendaciones para el almacenamiento de la ropa.
- **Facilidad de limpieza:** es la capacidad para descontaminar efectivamente los materiales de protección. Es la medida relativa de la capacidad de un material para remover la sustancia impregnada. Es prácticamente imposible descontaminar algunos materiales, por lo que es importante cubrirlos con forros descartables para prevenir la contaminación.

3.4 Niveles de protección

Los grupos de personas que están involucradas con la atención de emergencias deben usar los equipos de protección personal para los casos de posible contacto con sustancias peligrosas que puedan afectar la salud o seguridad. Esto incluye los vapores, gases o partículas que se pueden generar durante las actividades en el lugar del accidente, lo que promueve su contacto con los componentes del equipo. La máscara facial de los equipos autónomos de respiración protege las vías respiratorias, el aparato gastrointestinal y los ojos del contacto con tales sustancias. La ropa de protección protege la piel del contacto con sustancias que pueden destruir o ser absorbidas por la piel.



Los equipos destinados a proteger el cuerpo humano del contacto con productos químicos fueron divididos por los norteamericanos en cuatro niveles según el grado de protección necesario (NFPA 471, NOM-005-STPS-1998, NOM-029-STPS-1993, NOM-115-STPS-1994, NOM-056-SSA1-1993), del siguiente modo:

Nivel A

Se debe utilizar cuando se requiera el mayor índice de protección respiratoria, para la piel y para los ojos. Consta de:

- Aparato autónomo de respiración con presión positiva o tubo externo de aire;
- Ropa totalmente encapsulada;
- Guantes internos, externos y botas resistentes a productos químicos;
- Casco incorporado en la ropa;
- Radio.

Nivel B

Se debe usar en caso de que se requiera un mayor índice de protección respiratoria pero con un grado inferior de protección para la piel. Consta de:

- aparato autónomo de respiración con presión positiva;
- ropa de protección contra salpicaduras químicas confeccionada en una o dos piezas;
- guantes internos, externos y botas resistentes a productos químicos;
- casco;
- radio.

Nivel C

Se debe usar cuando se desea obtener un grado de protección respiratoria inferior al Nivel B pero con las mismas condiciones de protección para la piel. Consta de:

- aparato autónomo de respiración sin presión positiva o máscara facial con filtro químico;
- ropa de protección contra salpicaduras químicas confeccionada en una o dos piezas;
- guantes internos, externos y botas resistentes a productos químicos;



- casco;
- radio.

Nivel D

Solamente se debe usar como uniforme o ropa de trabajo y en lugares no sujetos a riesgos para el sistema respiratorio o la piel. Este nivel no incluye protección contra riesgos químicos. Consta de:

- overoles, uniformes o ropas de trabajo;
- botas o zapatos de cuero o goma resistentes a productos químicos;
- gafas o viseras de seguridad;
- casco.

A pesar de las diversas variables existentes, muchas veces la ropa de protección más adecuada se deberá seleccionar de acuerdo con el escenario y la experiencia del personal. A continuación se presenta una lista de algunas condiciones para elegir el nivel de protección más adecuado.

Nivel A

El nivel A de protección se debe elegir cuando:

- la sustancia química ha sido identificada y se requiere el más alto nivel de protección para el sistema respiratorio, piel y ojos;
- se sospecha la presencia de sustancias con un alto potencial de daño a la piel y sea posible el contacto, según la actividad que se va a realizar;
- se realicen acciones en lugares confinados y sin ventilación;
- las lecturas directas en equipos de monitoreo indiquen concentraciones peligrosas de gases o vapores en la atmósfera; por ejemplo, valores superiores al IDLH (concentración inmediatamente peligrosa para la vida y la salud).

Nivel B

El nivel B de protección se debe elegir cuando:



- el producto implicado y su concentración han sido identificados y se requiere un alto grado de protección respiratoria pero sin exigir ese mismo nivel de protección para la piel. Por ejemplo, atmósferas con una concentración de producto en el nivel del IDLH sin representar riesgos para la piel o incluso cuando no sea posible utilizar máscaras con filtro químico para tal concentración y por el tiempo necesario para la actividad que se va a realizar;
- la concentración de oxígeno en el ambiente es de un volumen inferior a 19,5%;
- haya poca probabilidad de formación de gases o vapores en altas concentraciones que puedan ser dañinas para la piel;

Nivel C

El nivel C de protección se debe elegir cuando:

- la concentración de oxígeno en el ambiente es de un volumen inferior a 19,5%;
- el producto ha sido identificado y se puede reducir su concentración a un valor inferior a su límite de tolerancia con el uso de máscaras filtrantes;
- la concentración del producto no sea superior al IDLH;
- el trabajo que se va a realizar no exija el uso de máscara autónoma de respiración.

Nivel D

El nivel D de protección se debe elegir cuando:

- no haya presencia de contaminantes en la atmósfera;
- no exista posibilidad de salpicaduras, inmersión o riesgo potencial de inhalación de cualquier producto químico.

Como se puede observar, el nivel de protección utilizado puede variar según el trabajo que se va a realizar. Sin embargo, para la primera evaluación del escenario del accidente el nivel mínimo de protección recomendado es el nivel B. Cada nivel de protección presenta sus ventajas y desventajas. Por lo general, mientras mayor sea el nivel de protección, más incomoda será la ropa.



El nivel de protección se debe fundamentar, primeramente, en la seguridad del personal con el objetivo principal de proporcionar la protección más adecuada y a la vez la máxima movilidad y comodidad.

Las personas que van a utilizar los equipos de protección personal deben estar debidamente capacitadas y familiarizadas con estos, ya que su elección o uso inadecuado puede provocar graves consecuencias.

Sólo dos personas, como mínimo, debidamente protegidas y acompañadas por un equipo de resguardo, deben poder ingresar a las áreas con riesgos de explosión provocados por sustancias peligrosas.

3.5 Recomendaciones

El uso de los equipos de protección completa, principalmente las ropas que pueden ocasionar la deshidratación del usuario, podrá conllevar al desgaste físico. Frente a estas situaciones, se debe orientar al personal para que adopten medidas previas para evitar problemas físicos que pueden interferir en la seguridad de la actividad desarrollada.

Todos los equipos de protección se deben limpiar e inspeccionar minuciosamente todos los días para detectar desgastes y posibles averías. Un equipo de protección mal seleccionado o averiado puede aumentar el riesgo de accidentes en lugar de evitarlos. (Ref. CETESB)

Cabe destacar que, durante el desarrollo de las actividades de emergencia, además de los riesgos inherentes a la actividad se deben considerar otros factores para el uso de los equipos de protección personal, tales como el nivel de actividad física del usuario, sus condiciones físicas y el nivel de capacitación o experiencia que tenga en el uso de los equipos.

Otro aspecto que se debe considerar es la descontaminación de las ropas contaminadas durante la atención a emergencias con productos químicos. Estas se deben descontaminar en el lugar de la atención antes de que el usuario se las retire, para lo cual se pueden utilizar mangueras o nebulizadores de agua. Este procedimiento asegurará una vida útil más prolongada e impedirá que las personas que vuelvan a usar estos equipos se contaminen.



Por último, se debe recordar que todo equipo de protección debe ser:

- almacenado para evitar su daño accidental;
- guardado en un lugar de fácil acceso; e
- inspeccionado y reparado periódicamente, de acuerdo con las necesidades.



- 4. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

El análisis de riesgos es una disciplina relativamente nueva con raíces antiguas. Como campo del conocimiento se organizó en las últimas tres décadas y su auge se debe a que varios países han aprobado leyes para proteger, a la salud humana, de los peligros que puede acarrear la exposición a sustancias peligrosas presentes en el medio ambiente en base a la prevención y reducción de riesgos.

El análisis de riesgos sirve para:

- Identificar y evaluar los problemas ambientales y de salud producidos por la realización de actividades peligrosas y el manejo de sustancias tóxicas.
- Comparar tecnologías nuevas y tradicionales que se usan en la determinación de la efectividad de los diferentes controles y técnicas de mitigación diseñadas para reducir riesgos.
- Localización de instalaciones potencialmente peligrosas.
- Selección de prioridades entre las posibles alternativas de acción para establecer secuencias de ejecución de acciones correctivas y/o de elaboración de reglamentos ambientales.

La evaluación de riesgos es una técnica multidisciplinaria que utiliza conceptos desarrollados en varias ciencias en las que se incluyen:

Toxicología

Epidemiología

Ingeniería

Psicología

Higiene industrial



Seguridad ocupacional

Seguridad industrial, y

Evaluación del impacto ambiental.

La evaluación de riesgos debe considerar la técnica para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo, y no confundirlo con el análisis. Debido a que además de la evaluación, el análisis incluye los métodos para hacer un mejor uso de los resultados de la evaluación.

El análisis de riesgos sirve para identificar y evaluar los problemas ambientales y de salud producidos por la realización de actividades peligrosas y el manejo de sustancias tóxicas. A través del análisis es posible comparar tecnologías nuevas y tradicionales para establecer los diferentes controles y técnicas que permitan mitigar y reducir riesgos.

En la ciudad de México, al igual que en el resto del país, la actividad que se lleva a cabo principalmente en un accidente químico involucra la atención del evento, luego de él pocas veces hay un seguimiento o análisis del accidente, por lo que normalmente donde se presenta un incidente de este tipo, éste se vuelve a presentar.

La evaluación de los riesgos se fundamenta en la recopilación y evaluación de datos o hechos verídicos, de la evaluación de la toxicidad del químico y de la exposición presente. Con estos elementos se establece la caracterización de los riesgos. Por ello, los riesgos se perciben en forma diferente.

Dependiendo de quiénes son los afectados.

Qué tan probable es que los daños se produzcan.

Las características de los daños.

Tal cómo qué tan catastróficos son.



Qué tan acostumbrada está la población a ese tipo de daño.

Qué tan grande es la fracción de la población afectada.

Cómo se afecta a los individuos en forma personal y.

Si éstos han aceptado en forma voluntaria enfrentar los riesgos.

Las percepciones de los riesgos están influenciadas por los beneficios que se obtienen de enfrentar tales riesgos.

4.1 Caracterización de riesgos

La caracterización de los riesgos está encaminada principalmente a la salud pública en el sitio contaminado, y consiste en determinar si es tolerable el nivel de riesgo o daño asociados a la exposición de los tóxicos presentes en el sitio. Para hacer lo anterior se evalúan las exposiciones que sufren los pobladores, lo cual, consiste en:

- hacer la selección de las poblaciones que se consideran en riesgo y de los tóxicos capaces de producir esos riesgos, identificando las condiciones de exposición,
- cuantificar las exposiciones que tienen lugar, estimando las dosis suministradas/absorbidas,
- calificar la calidad de los resultados del cómputo de las exposiciones.

Por otro lado se evalúa la peligrosidad de los tóxicos presentes, lo cual consiste en:

- obtener los índices de toxicidad, que estén basados en información confiable, para todos los tóxicos que se seleccionaron en la evaluación de la exposición, y sean aplicables a las condiciones presentes en el sitio
- calificar la calidad de la información obtenida.

Ref. <http://toxcenter.pharmacy.arizona.edu/>



Para el caso del ácido clorhídrico, lamentablemente en nuestro país no existe la suficiente documentación al respecto, atribuido principalmente a que las dependencias involucradas en la atención de accidentes (bomberos, protección civil, policía, cruz roja, etc), no cuentan con el personal y un área específica involucrada en el tratamiento de los reportes o servicios prestados. Por ello, la mayoría de la información que sustenta este trabajo proviene de notas periodísticas, y alguna otra del personal entrevistado. No obstante, a nivel mundial, los accidentes químicos han llamado la atención de gobiernos del primer mundo y hasta del tercer mundo, debido a la frecuencia y mayor impacto; y se pueden consultar casos similares por Internet, <http://toxcenter.pharmacy.arizona.edu/>, <http://www.cepis.ops-oms.org/tutorial1/e/respmеди/index.html>, etc.

4.2 Cuantificación de riesgo

Los riesgos para la salud se estudian de acuerdo con lo que la gente hace y puede hacer en el sitio. El objetivo consiste en proteger a todos los que pudieran entrar en contacto con los productos químicos del sitio, particularmente los niños, las mujeres en edad de procrear, los ancianos y otras personas especialmente las más vulnerables. Se emplea un proceso este es:

Concentración de exposición); las variables que describen la población expuesta

Tasa de contacto, frecuencia y duración de la exposición.

Peso corporal y

Una variable determinada por el proceso de evaluación el **tiempo de premedicación**

Dividido en cuatro partes para calcular las probabilidades de que el contacto con los productos químicos de un sitio perjudique a las personas ahora o en el futuro. Ese proceso nos proporciona cifras que indican la magnitud del peligro, también



indica quiénes son vulnerables, qué es lo que causa los riesgos y la fiabilidad de las cifras.

Etapa no. 1.- Recopilación Desarrollo de Metas y evaluación de los datos

El primer paso del proceso es la recopilación y evaluación de datos. Se revisa lo que ha pasado en el sitio y sus alrededores, y donde es posible que hayan quedado productos químicos. Se recogen muestras del suelo, agua, aire, peces, plantas y otros objetos que pudieran contener productos químicos del sitio. Con esas muestras tratamos de hallar cuáles son los productos químicos que hay allí y su cantidad. Con estos datos, se puede ayudar a encontrar donde puede haber productos químicos y cómo llegaron a ese lugar. Por ejemplo, puede haber visto a alguien desechar objetos o conocer la historia del lugar. Esta información nos ayuda a tomar mejores muestras.

Etapa no. 2.- Evaluación de la exposición

Aquí se utilizan los datos recopilados en el primer paso para averiguar el nivel de exposición de las personas a cada uno de los productos químicos. El nivel de exposición depende en gran medida de la cantidad del producto químico, quiénes pueden estar expuestos y cómo están expuestos. Por ejemplo, el arroyo donde juegan los niños, el agua que se bebe de pozos o los pescados que se comen pueden estar contaminados. La asistencia nos ayuda a calcular el nivel más elevado de exposición que puede recibir cualquier persona en ese lugar.

Etapa no. 3.- Evaluación de la toxicidad

La evaluación de la toxicidad nos permite aprender cuáles son las enfermedades u otros efectos sobre la salud que pueden ser causados por la exposición a los productos químicos. También nos dice la cantidad de la dosis que tendrá efectos peligrosos para la salud. Eso es lo mismo que decir cuál es la cantidad necesaria para que el producto químico cause daño. Mientras más alta sea la dosis, mayor es la probabilidad de que el producto químico causará daño.



Etapa no. 4.- Caracterización de los riesgos

Este último paso del proceso, lo resume todo. Revela cuáles son los productos químicos que presentan riesgos y cuáles son esos riesgos para la salud. También indica la seguridad que tenemos en la exactitud de los resultados. Puesto que no es posible evitar cierta incertidumbre acerca de los cálculos de los riesgos, nos damos un gran margen de seguridad para prevenir que calculemos esos riesgos por debajo de la realidad. Esas salvaguardas tienen como fin proteger al público expuesto.

Ahora podemos utilizar la evaluación de los riesgos para elaborar un plan de limpieza que convertirá el sitio en un lugar sin peligro para los usos presentes y futuros.

Cómo obtener mayor información

**SETIQ Sistema de Emergencia de Transporte para la Industria Química
5559-1588**

**CENACOM, Centro Nacional de Comunicaciones de la Dirección General de
Protección Civil 5550-1496, 5550-1552, 5550-1485 y 5550-4885**

4.3 Origen de los accidentes químicos

Las fallas humanas son la causa de los riesgos o accidentes químicos. Una llamada condición insegura puede ser una falla de diseño, construcción, operación o mantenimiento, pero son todas ellas fallas humanas.

Las fallas humanas ocurren porque las personas:

- a) No quieren
- b) No pueden
- c) No saben

NO QUIERE. Con este concepto nos referimos a aquellas personas que, por su falta de motivación o reacción hacia la autoridad, se oponen o pasan por alto las



normas, reglas o procedimientos para la seguridad. Al conjunto de técnicas que se emplean para que las personas realicen lo que les conviene se le conoce como **CONCIENTIZACIÓN**. El sujeto puede ser obligado a conducirse de determinada manera, pero sino se encuentra convencido, a la menor oportunidad hará lo que su actitud le aconseje, por lo que se le debe convencer.

NO PUEDE. Con esta palabra nos referimos a cuando una persona no es física o síquicamente capaz de realizar un trabajo. Por ejemplo un trabajador débil que trata de levantar una carga pesada o un trabajador que tiene miedo a la altura. Este tipo de problema se soluciona conociendo las características del trabajo y las capacidades del trabajador. La técnica asociada a la solución del problema se le conoce como selección de personal. Sin embargo, la selección es sólo una parte del proceso total, ya que implica:

Descripción del puesto.

Características del ocupante.

Reclutamiento de candidatos

Exámenes

Entrevistas

Selección

Contratación

Inducción y periodo de prueba.

A todo el proceso se le ha denominado **CONTRATACIÓN** ya que su objetivo final es precisamente ése y dependiendo de su eficacia, se podrá evitar que las personas que no tengan las características para cubrir una vacante se contraten, eliminando una causa de accidentes por fallas humanas.



NO SABE. Conducta que implica el desconocimiento para resolver el problema. Lo mismo ocurre con las enfermedades de trabajo ya que los trabajadores se exponen a los contaminantes por no conocer los riesgos.

La denominación para el tercer elemento de la estrategia es la **CAPACITACIÓN** que tiene tres grandes áreas llamadas: Cognoscitiva, Afectiva y Psicomotriz, todas ellas de suma importancia, ya que en su conjunto conforman la base teórica, práctica y emocional para que se produzcan los efectos positivos derivados de la capacitación.

Una parte importante para la prevención de riesgos es indicar cuáles son y la forma de evitarlos, se puede realizar mediante carteles, avisos, letreros, folletos, manuales, volantes o pláticas, a este elemento se le conoce por **COMUNICACIÓN**, la información que se proporciona para prevenir los riesgos, debe ser oportuna, suficiente y específica.

Otros elementos que se deben considerar para minimizar los errores o fallas humanos implican la Responsabilidad, Coordinación y medidas de control.

RESPONSABILIDAD. La asignación de funciones y responsabilidades de la seguridad, es un tema de gran importancia. Deberá ser el supervisor de cada área el responsable de la seguridad de los trabajadores bajo sus órdenes, con la colaboración de los mismos, para lograrlo se requiere la **COOPERACIÓN** de todo el personal, apoyados y guiados por los jefes de departamento y directivos.

COORDINACIÓN. Es necesario que todos los que laboran en una empresa, dirijan sus esfuerzos y actividades en pro de la seguridad e higiene de acuerdo a un plan único y con un dirigente que coordine dichas actividades, puede ser un técnico o ingeniero especializado en la materia o cuando menos ser asesorado por un especialista. En la mayor parte de las empresas existen grupos de personas que se reúnen para estudiar y dar solución a los problemas de seguridad y son llamados Comités o Comisiones de Seguridad e Higiene. La legislación se adelantó a los círculos de calidad, sin embargo en la mayor parte de las empresas



las Comisiones no tiene la efectividad deseada y esto se debe a que no reciben el apoyo necesario, desconocen sus funciones, no les reportan los grupos de trabajadores encargados del manejo de equipos, recipientes a presión, prevención y combate de incendios, primeros auxilios y evacuación de personal en casos de emergencia.

CONTROLES. Es el último elemento de la Estrategia, los controles se establecen en los lugares o actividades de mayor riesgo y pueden ser de los siguientes tipos: permisos, licencias, procedimientos, reglamentos, instrucciones de operación, programas de inspección y estadística. Se aplican a las partes más complejas de la empresa, se supervisan constantemente a pesar de la capacitación del trabajador y del supervisor por principio del mayor esfuerzo en donde se requiera más.



- 5. MEDIDAS A ADOPTAR FRENTE AL ACCIDENTE

Toda empresa u organización incluida en el contexto de la respuesta a emergencias químicas debe hacer un balance entre los recursos humanos y los materiales involucrados en esas operaciones para así proveer una interacción adecuada entre esos recursos a través de la capacitación y operaciones reales. Los elementos básicos para atender un accidente con ácido clorhídrico implican los siguientes:

1. Reconocimiento
2. Evaluación
3. Control
4. Seguridad
5. Información

Obviamente estos elementos implican la prevención y la atención adecuada de un accidente químico.

- **Reconocimiento:** Identificar las características que determinan el grado de peligrosidad del ácido clorhídrico.
- **Evaluación:** Impacto o riesgo que representa el ácido clorhídrico para la salud y el ambiente.
- **Control:** Métodos para eliminar o reducir el impacto del incidente.
- **Información:** Conocimiento adquirido sobre las condiciones o circunstancias de un determinado incidente.
- **Seguridad:** Protección contra los posibles daños para todos los recursos humanos y materiales involucrados en la respuesta del incidente.

Estos segmentos forman un sistema con una disposición ordenada de componentes que interactúan para cumplir una tarea. En el desarrollo de la atención del incidente, la tarea es prevenir y reducir el impacto del incidente en las personas, propiedades y ambiente para restaurar las condiciones normales de la



manera más rápida posible. Para alcanzar este objetivo, el personal debe realizar una serie de actividades, por ejemplo: combatir incendios, obtener muestras, desarrollar planes de intervención, instalar sistemas de control físico, mantener comunicaciones, evaluaciones, hacer reportes y generar guías. Estas actividades están interrelacionadas; lo que ocurre en una afectará a las otras.

Las actividades del sistema de atención de emergencias para sustancias químicas están clasificadas en cinco elementos. (Reconocimiento, Evaluación, Control, Seguridad e Información) Estos elementos describen las actividades de reconocimiento, evaluación y control que orientan las acciones. Éstas permiten obtener un resultado: la identificación de la muestra, la instalación de un sistema de control, la identificación de un producto o la determinación de un riesgo.

La información y seguridad son elementos de apoyo. Son complementos o resultados del reconocimiento, la evaluación y el control.

La comprensión del sistema y conocimiento de la relación entre las actividades sirven de apoyo para el desarrollo y el balance de la atención de emergencias. Enseguida se describen cada una de las actividades.

Reconocimiento

Por lo general, uno de los primeros pasos que se debe seguir en la atención de una emergencia provocada por ácido clorhídrico es el reconocimiento del tipo y grado de riesgo presente del incidente. Es necesario identificar a las sustancias implicadas y determinar sus propiedades químicas y físicas. Como un paso preliminar, se puede generar una base de datos con hojas de seguridad de las sustancias implicadas para conocer las propiedades y poder analizar el comportamiento o prever problemas relacionados con el material.

El reconocimiento puede ser fácil, por ejemplo, se puede ver el letrero (señalización) de un carro tanque para identificar rápidamente su contenido. En el caso de no poder identificar algún letrero en el transporte, será difícil reconocer e identificar de manera detallada que es lo que contenía este depósito. Puede traer



incluso una gama de residuos químicos. En estos casos, el reconocimiento implicará el uso de toda la información disponible, resultados de muestras, datos históricos, observación visual, análisis instrumental, rótulos, documentos de embarque y otras fuentes para identificar las sustancias implicadas.

Una vez identificadas las sustancias, será posible determinar sus propiedades mediante el uso del material de referencia, (base de datos). Y así los problemas causados por la fuga de un determinado producto químico en el ambiente se podrán prever mediante el reporte de sus propiedades físicas y químicas. Sin embargo, el daño que producirá ese producto al derramarse, dependerá de las condiciones específicas del lugar de la ocurrencia.

Evaluación

El reconocimiento facilita el acceso a la información básica relacionada con las sustancias involucradas en la emergencia. La evaluación implica la determinación de sus efectos o potencial de impacto en la salud pública, propiedades y ambiente. Una sustancia peligrosa como el ácido clorhídrico, es una amenaza debido a sus características físicas y químicas. Sin embargo, su potencial de impacto real depende de la localización del incidente, tiempo de exposición y otras condiciones específicas del lugar.

El riesgo es la probabilidad de que se produzcan daños, una medida del potencial de impacto o efecto. La presencia del ácido clorhídrico en una fuga o derrame constituye un riesgo. Sin embargo, si el material es controlado rápidamente el riesgo es bajo pero aumenta cuando está fuera de control. El receptor crítico puede sufrir daños si está expuesto al material. Por ejemplo, el gas cloro es muy tóxico y representa un riesgo mortal si se respira. Si el gas cloro se derrama en un área densamente poblada, el riesgo de la fuga para las personas será más grande para las personas y animales que se encuentren cerca, y será mucho menor si se derrama en un área deshabitada.

La evaluación de los riesgos en donde sólo está presente una sustancia de este tipo es relativamente simple. En cambio, los eventos que implican varios



compuestos, son mucho más complejos y existe un alto grado de incertidumbre en relación con su comportamiento en el ambiente y los efectos en los receptores. Por ejemplo: ¿Cuál sería el efecto si millares de personas beben agua de una fuente de aguas subterráneas contaminadas con algunos ppm de estireno?

De manera similar con el reconocimiento, para evaluar completamente los efectos de una emergencia con productos peligrosos, se deben identificar las sustancias, establecer sus patrones de dispersión y determinar las concentraciones de los productos tóxicos. El riesgo se evalúa con base en la exposición del público y otros receptores críticos.

Control

El control se realiza a través de métodos destinados a la prevención y/o reducción del impacto del incidente. Por lo general, se establecen acciones preliminares de control tan rápido como sea posible. Al obtener información adicional a través del reconocimiento y evaluación, se modifican las acciones iniciales de control o se establecen otras. Las fugas que no requieren una acción inmediata, permiten más tiempo para planificar e implementar las medidas correctivas. Las medidas de control incluyen tratamientos químicos, físicos y biológicos, así como técnicas de descontaminación, con el objetivo de reestablecer las condiciones normales. También se incluyen medidas sobre la salud pública, por ejemplo, el abandono o corte del suministro de agua potable para prevenir la contaminación causada por el producto en las personas.

En el caso de fuga o derrame de ácido clorhídrico se debe controlar la fuga o derrame y después neutralizar los efectos ácidos del químico.

Información

La información es un componente importante del sistema de atención de emergencias causadas por productos peligrosos.

Todas las actividades que componen el sistema de atención de emergencias, se basan en el proceso de recibir y transmitir información. Ésta es un elemento de



apoyo al reconocimiento, evaluación y control. Además, es un elemento de soporte para los elementos de acción que ofrece datos para la toma de decisiones. Asimismo, es el resultado del balance de los demás elementos.

La muestra de un determinado producto puede ofrecer información para determinar las opciones de tratamiento del incidente. La información proviene de tres fuentes:

- **Inteligencia:** Información obtenida de registros o documentos existentes, letreros, etiquetas, rótulos, configuración de los recipientes, observación visual, informes técnicos y otros.
- **Instrumentos de lectura directa:** Información obtenida con relativa rapidez a través de instrumentos.
- **Muestreo:** Información obtenida a través de la recolección de porciones representativas del medio o materiales para su posterior análisis en los laboratorios de campo o fijos.

La adquisición de información, el análisis y la toma de decisiones, son procesos interactivos que definen la extensión del problema y la selección de posibles acciones de respuesta al incidente. Para que la atención del incidente sea efectiva, es necesario establecer una base de información precisa, válida y oportuna. Durante el desarrollo del incidente, se reúne, procesa y aplica un flujo intenso de información.

En nuestro país la documentación o información no es un hábito, generalmente se presentan accidentes que no son del dominio público, porque no se difunden. Se le da más importancia si el accidente es reportado por medio de las estaciones televisivas, por los "reporteros del aire", que por las autoridades de transporte.

Seguridad

Todas las intervenciones para atender eventos causados por productos peligrosos, presentan diversos riesgos para los que responden a éstos. Para



establecer un programa de protección contra tales riesgos, se debe analizar las características fisicoquímicas de los productos y relacionarlas con cada operación de respuesta. Las consideraciones de seguridad contribuyen a la ejecución de cada actividad que se inicia y, a la vez, son producto de cada intervención realizada. Toda organización de atención de emergencias químicas debe contar con un programa efectivo de seguridad, incluidos los exámenes médicos, equipos de seguridad apropiados, procedimientos operacionales estandarizados y un activo programa de capacitación.

El **reconocimiento, evaluación, control, información y seguridad**, describen los cinco elementos del sistema de atención de emergencias provocadas por productos peligrosos. Cada elemento incluye una variedad de actividades y operaciones. Los elementos no son necesariamente pasos secuenciales del proceso de atención. En algunas situaciones, se puede comenzar por la adopción de las medidas de control antes de identificar todas las sustancias. En otros, se debe realizar una evaluación más completa de la dispersión de los materiales, antes de determinar las acciones correctas de control. Todos los elementos y actividades están relacionados. Por ejemplo, se debe construir un dique (**control**) para retener el derrame de ácido. Si se determina la inexistencia de productos químicos peligrosos en el agua (**reconocimiento**) y que las concentraciones en esa agua están debajo de los límites aceptables (**evaluación**), se establece que el tratamiento no es necesario y se puede eliminar el dique. Este conocimiento (**información**) altera los requisitos de seguridad para todos los que atienden el incidente.

El sistema de atención de emergencias causadas por productos peligrosos es un concepto que explica, en términos generales, los procesos implicados en la intervención durante el incidente. Todas las intervenciones requieren los elementos de acción: reconocimiento, evaluación y control, apoyados por la información y seguridad.



5.1 Respuesta a los incidentes

Todo Plan de Emergencia debe ser básico, flexible, conocido y ejercitado, debiendo haber sido probado y actualizado. Ello supone que debe contemplar las tareas de rescate y salvamento, clasificación, atención y evacuación de los heridos. Sobre esta respuesta inicial debe acoplarse de manera ordenada toda la ayuda exterior que vaya llegando a la zona siniestrada, permitiendo la realización de tareas más complejas y sobre todo dotando a la respuesta de emergencia de un mayor potencia en sus objetivos (rescate, clasificación, atención y evacuación de heridos). El hecho de que el Plan sea flexible no quiere decir de ninguna manera que fomente la improvisación, mas bien lo contrario, pues debe intentar contemplar por anticipado las necesidades variables de cada tipo de respuesta, preparando a los equipos de atención de emergencias (policía, bomberos, ambulancias, paramédicos, rescate especializado, etc.) en las tareas más sencillas junto con los demás equipos que van a trabajar junto a ellos. Sin embargo, la respuesta improvisada "colaborativa" es la menos mala de las respuestas que se pueden ofrecer a un problema cuando no se ha contemplado ninguna respuesta específica para la situación.

Si el Plan de Emergencia no es conocido por las personas que van a responder a él, difícilmente puede ser eficaz. Este es el concepto del "Plan de Papel", que no tiene ningún tipo de respuesta efectiva pues es desconocido por sus actores. Por lo tanto, todo Plan de Emergencia efectivo debe incluir la forma en que se dará a conocer a las personas involucradas, así como la periodicidad de estas acciones. Si se pretende que una determinada persona o grupo realice una acción, es necesario, aparte de que esta persona conozca su función en el Plan, prepararla para que sea capaz de llevarla a cabo con la eficacia necesaria. Por esto, todo Plan de Emergencia, debe llevar anexo un Plan de Formación y capacitación.

Una vez que el Plan es conocido y que el personal ha sido formado en la respuesta que de ellos se espera, el Plan debe ser probado mediante Simulacros de Emergencia de una manera parcial o completa. Los simulacros parciales permiten probar la respuesta del plan en determinadas áreas, sin necesidad de



mobilizar a todas las personas involucradas. Los simulacros generales dan una valoración global de la eficacia del Plan, pero su organización es compleja y costosa. Tras la realización de cualquier tipo de simulacro se debe realizar una reunión de cada una de las áreas operativas para valorar la eficacia del Plan en cada área concreta, y finalmente una reunión con un representante de todas las áreas que valore la eficacia global del Plan si el simulacro ha sido general.

Todo Plan debe ser regularmente actualizado con objeto de ajustarse a los cambios surgidos debido al medio ambiente o circunstancias particulares. La periodicidad con que el Plan debe ser revisado depende de lo cambiantes de las circunstancias, pero con carácter general se acepta como bueno el carácter anual de este tipo de revisión. Este tipo de revisiones conlleva la existencia de una Comisión de Actualización del Plan de Emergencia, que es la encargada de elaborar las modificaciones necesarias, de difundirlas y de encargarse de que lleven a cabo las actividades formativas establecidas.

5.2 Funciones básicas del plan de emergencia

Como ya se ha indicado, todo plan a pesar de su sencillez debe poder funcionar por sí mismo sin la ayuda de otros planes e instancias. Ello supone que debe contemplar la realización de las siguientes funciones básicas:

1. RESCATE y SALVAMENTO
2. CLASIFICACIÓN DE HERIDOS
3. ATENCION DE HERIDOS
4. EVACUACIÓN DE HERIDOS

Todas estas funciones, sus responsables y procedimientos específicos deberán ser descritos en cada uno de sus apartados correspondientes.

Para que estas funciones se puedan desarrollar de manera segura, ordenada y eficaz resulta necesario la existencia de las siguientes funciones integradoras:

Mando

Seguridad

Punto de Reunión y.

Comunicaciones.



Capítulo 5 Medidas a adoptar frente al accidente

El análisis de las posibles combinaciones entre los elementos, permite verificar que tales modalidades de emergencias se pueden desarrollar de manera aislada o conjunta. De esta forma, puede ocurrir una emergencia, como una operación contra incendios, que requiera actividades de rescate, por ejemplo de víctimas de una edificación en llamas. Otro ejemplo puede ser un accidente de tránsito que implica derrame de productos químicos que afecta a las poblaciones vecinas al accidente, además de los mismos conductores de los vehículos implicados. Frente a esta situación, se puede dar prioridad a la capacitación de acuerdo con los posibles escenarios y a la inversión en equipos específicos para las emergencias más probables. Otro aspecto positivo al desarrollar ese análisis, es tener en cuenta que las modalidades de emergencias, de forma aislada o conjunta, afectan al medio en el que se desarrollan.

La organización

En todo incidente o evento independientemente del alcance del accidente participarán desde dos o tres personas hasta un centenar de ellas. Por ello, se debe estar organizado para que los esfuerzos sean bien encaminados y no se dé la duplicidad de actividades. Los componentes elementales de una adecuada organización involucran:

Cadena de mando.

Señalización.

Administración de recursos y,

Medios de comunicación.

1. Cadena de mando

Debe estar perfectamente clara para las todas instituciones que participan en la emergencia desde el momento en el que el Plan de Emergencia es aprobado. En cualquier caso, se recordará de forma activa a todo el personal que acuda a la emergencia en la entrada al Punto de Reunión. Tradicionalmente se ha definido la existencia de dos Puestos de Mando:

El Puesto de Mando Operativo o Unificado (PMU), lugar de encuentro de los coordinadores operativos de los diferentes grupos de respuesta en el lugar del incidente. Este es un Puesto de Mando inminentemente operativo que busca que



los procedimientos de los equipos de Bomberos, Rescate, Paramédicos, Policía y Milicia puedan trabajar de la manera más eficaz sin interferirse.

El segundo Puesto de Mando al que se hace referencia es el Puesto de Mando Principal, donde se encuentran las Autoridades que dirigen la Emergencia, formadas por el responsable de más alta jerarquía de cada Institución que hace frente a la emergencia. Su ubicación debe permitir comunicarse tanto con la zona de la emergencia (PMU), como con el exterior.

2. Señalización

Toda la zona en la que se están realizando tareas de extinción del fuego, rescate, clasificación, atención y evacuación de heridos debe ser rápidamente señalizada y custodiada por las fuerzas de Seguridad (Policía, Milicia), con objeto de evitar la entrada indiscriminada de personas a este área. De la misma forma las rutas de acceso y evacuación deben ser preparadas y reguladas tan pronto como sea posible (Vialidad, transportes terrestres, aéreos, etc.). En este sentido, las fuerzas de seguridad del estado secundarán a los responsables de cada función primaria con el objeto de que sean seguidas sus indicaciones.

3. Administración de recursos

Ha quedado largamente demostrado la necesidad de reunir los recursos que acuden en respuesta a la emergencia en un lugar determinado, antes de darles acceso a la zona de impacto. Este hecho intenta simplificar la localización y distribución de los recursos, al tiempo que pretende recordar a todos los constituyentes de estos equipos que deben trabajar bajo las pautas recogidas en el Plan de Emergencia.

4. Comunicaciones

Las comunicaciones se han mostrado siempre como un punto crítico en la respuesta a las emergencias. El esquema más básico, y que ha demostrado una mayor eficacia, es aquél que contempla la comunicación directa entre personas de un mismo equipo de trabajo por un canal exclusivo, apoyados por la comunicación directa y personal de las diferentes áreas operativas, por medio del Puesto de Mando Unificado, sin necesidad de intermediación a través de un canal común.



Capítulo 5 Medidas a adoptar frente al accidente

El uso de equipos de radio portátiles ha demostrado hasta la fecha ser el más eficiente, sin desatender la telefonía móvil para comunicaciones directas entre el Puesto de Mando Operativo y el exterior. Ejemplo de esta necesidad lo constituye la comunicación constante entre el Oficial Responsable de Transportes y Evacuación de Heridos y los Hospitales de Destino (en general a través de una Central de Emergencia).

Las comunicaciones del Puesto de Mando Principal se realizarán utilizando todos los recursos disponibles, basándose inicialmente en la telefonía convencional o móvil para comunicarse con el exterior, y en los equipos de radio para las comunicaciones con la zona de emergencia (PMU).



- 6. PLAN DE ACCIÓN Y REACCIÓN

El Plan de Acción y reacción debe recoger los supuestos de actuación que parezcan más probables que pudieran ocurrir. A priori, los supuestos que deben ser contemplados son los siguientes:

En nuestro país la industria química se ha desarrollado a un ritmo acelerado. Sin embargo, no ha existido a un ritmo paralelo el establecimiento de programas de preparación del sector salud para hacer frente a los accidentes que pueden presentarse. Estos programas son de vital importancia para lograr la meta principal que ellos tienen que es la de minimizar o impedir los efectos a la salud resultantes de la exposición a las sustancias químicas. La preparación del sector salud debe referirse al conjunto de acciones que se deben realizar antes de que se produzcan los accidentes químicos y con lo cual se preparen las condiciones para que el sector salud responda de una manera adecuada; es por eso que entre esas acciones se incluye: capacitación y entrenamiento; identificación de recursos, incluyendo personal, equipos, suministros y fondos que estarán disponibles y quién autoriza su distribución; necesidades de información y quién la brinda; así como las necesidades de comunicación, entre otras.

La respuesta a un accidente químico exige una coordinación multiinstitucional y además multidisciplinaria. La ausencia de esta coordinación puede repercutir muy negativamente o empeorar los efectos que se producen a causa del accidente.

6.1 Preparativos

El paso inicial en la atención a un accidente químico por ácido clorhídrico requiere que se conozcan las características propias del accidente. Los accidentes con este tipo de material tan peligroso varían desde los relativamente confinados a un lugar específico hasta los que se expanden al punto en que es probable que pongan en peligro a la comunidad entera. Si se toma en cuenta la exposición a las sustancias químicas, todas las víctimas del accidente sufrirán el mismo tipo de efecto nocivo, variando sólo la magnitud del daño. Sin embargo, hay elementos que no debemos dejar de tener en cuenta, como la susceptibilidad individual, el estado de salud previo, etc. Puede haber una zona tóxica que solamente podrá



ser penetrada usando debidamente el equipo de protección personal. Las ambulancias y otro personal médico nunca deben entrar a tales zonas. Las víctimas expuestas a químicos pueden constituir un riesgo para el personal de rescate, quienes podrán contaminarse al contacto con ellas. Por consiguiente una descontaminación temprana debe, de preferencia, efectuarse antes de que las víctimas sean atendidas por personal médico, y además los responsables de brindar esta atención deben conocer cómo evaluar y manejar las afecciones médicas que presentan las víctimas contaminadas y saber protegerse a sí mismos del riesgo potencial que se deriva de la contaminación secundaria. Los hospitales (y otras instalaciones para tratamiento) y las vías de acceso a ellas pueden encontrarse dentro de la zona tóxica; esto hace que el acceso sea bloqueado y que no puedan recibirse nuevos pacientes en un período considerable. Los planes, por tanto, deberían diseñarse de manera que se cuente con instalaciones médicas temporales en escuelas, centros deportivos, tiendas de campaña, etc.

El conocimiento general de las propiedades y efectos de muchos productos químicos puede no ser completo, por consiguiente deben identificarse sistemas efectivos para obtener información esencial del (o los) químico(s) involucrados y brindar esta información a los grupos de rescate y otras personas que lo necesiten. Puede ser necesaria la realización de estudios toxicológicos ambientales y/o en fluidos biológicos de pacientes contaminados, por lo que deben identificarse los laboratorios con capacidad para realizar este tipo de investigaciones.

6.2 Identificación de recursos

Se deben identificar los recursos necesarios, incluyendo personal, equipos, instalaciones, medicamentos, que estarán disponibles para la respuesta a los accidentes:

Personal

Debe mantenerse actualizado un registro de profesionales de la salud a los que se puede llamar para la respuesta a un accidente, los cuales periódicamente deben recibir capacitación en las etapas preparatorias.



Dentro del sector salud hay que tener en cuenta a:

- Autoridades de la Secretaría de Salud.
- Autoridades locales y federales.
- Paramédicos (del sector salud o que forman parte de las policías y bomberos).
- Profesionales médicos en sus diferentes disciplinas. No sólo los que acuden por parte del ERUM. En las emergencias químicas todos los médicos que han recibido previa capacitación para el manejo de víctimas de un accidente participan en la respuesta; sin embargo, hay disciplinas que se deben considerar, como por ejemplo toxicólogos, epidemiólogos, emergencistas, psiquiatras, cirujanos, traumatólogos, etc.
- Hospitales y otras instalaciones de tratamiento.
- Profesionales de seguridad ocupacional, inspectores de salud e inspectores de fábricas.
- Proveedores de información.
- Proveedores de productos farmacéuticos.
- Personal de laboratorios y transportistas.
- Veterinarios, etc.

Equipos

Determinar los tipos de equipos médicos necesarios para casos de emergencia, y mantener un inventario de los mismos es una de las actividades del proceso de preparación del sector salud.

Incluye:

- Equipos de transporte y transvase.
- Equipos de descontaminación para uso en el lugar y en hospitales.
- Equipos para el tratamiento de emergencias (para mantenimiento de función respiratoria, cardiovascular, para tratamiento sintomático y específico).
- Equipos de protección personal (ropa de protección y equipo de protección respiratoria).



- Otros (envases para muestras, material para vendajes, etc.).

Se necesita efectuar inspecciones periódicas del adecuado funcionamiento del equipo.

En el Anexo 1 aparece un listado de equipos básicos para el tratamiento de emergencia de pacientes víctimas de un accidente químico.

Medicamentos y antidotos

Se deben tener cantidades suficientes de medicamentos de emergencia y antidotos para el tratamiento de las víctimas de un accidente químico. Muchos de estos medicamentos y antidotos deben ser utilizados en los primeros momentos de la exposición a sustancias químicas, por lo que deben estar disponibles de inmediato. Para dar respuesta a esta necesidad en muchos países se han creado botiquines antitóxicos a nivel de instalaciones peligrosas, ambulancias, hospitales y otras unidades de tratamiento y bancos de antidotos en los centros de información toxicológica. En el Anexo 2 aparece un listado de medicamentos y antidotos necesarios.

Dada la fecha de caducidad de muchos de estos productos, es necesario hacer un control estricto de los mismos a través de revisiones periódicas.

Instalaciones

Incluye: áreas de almacenamiento para el equipo de emergencia, instalaciones para descontaminación, tratamiento de pacientes, instalaciones para tratamiento (centros médicos, hospitales y otras unidades), centros de información toxicológica y locales alternativos (puede ser necesaria la transformación de instalaciones que se utilizan con otros fines).

6.3 Necesidades de información y comunicación

Las necesidades de información deben ser cubiertas durante la etapa preparatoria.

Incluye:

- Determinar qué tipo de información se requiere dependiendo del usuario de la misma.



- Determinar los recursos informativos (hojas técnicas, publicaciones, bases de datos, etc.) que van a ser utilizados y sobre todo hacer ejercicios para el uso e interpretación de la información disponible.
- Determinar y mantener un inventario de los centros que coleccionan, procesan y brindan la información en las emergencias, incluyendo centros de información toxicológica y centros de respuesta química. Estos centros para que sean efectivos deben funcionar las 24 horas, los 365 días del año.
- Debe establecerse qué equipos de comunicación van a ser utilizados, teniendo en cuenta todas las situaciones que pueden presentarse, para asegurar la disponibilidad y difusión de la información.
- Hay que tener en cuenta que ninguna fuente prevista de información sustituiría el lugar de los expertos, por lo que es importante mantener una capacitación continua de los profesionales que trabajan en información toxicológica.

6.4 Entrenamiento y capacitación

- Constituye uno de los elementos principales de la preparación del sector para las emergencias químicas.
- Es responsabilidad de las autoridades públicas, la industria, las universidades y de los propios profesionales de la salud que participan en la respuesta, y debe constituir un trabajo de conjunto.
- Los programas deben ser dirigidos de acuerdo a la actividad que el profesional va a desarrollar en la respuesta (en el anexo 3 aparecen algunos de los conocimientos que deben ser adquiridos, de acuerdo al rol que juega el profesional en la cadena de atención a la emergencia). En muchos países existen ya programas formales de medicina de emergencias incluidas en la currícula de las universidades.
- Los aspectos de salud en el sitio, así como los planes de emergencia fuera de él, deberían ser sometidos a prueba en simulacros donde participen otros sectores involucrados, seguidos de un ejercicio de



evaluación de esos simulacros, que permita detectar errores y corregirlos antes de que se produzca el accidente.

6.5 Planes del Sector Salud para las emergencias químicas

Las actividades anteriormente descritas deben quedar plasmadas en los planes que el sector salud realiza en la etapa preparatoria, los cuales deben ser sometidos a pruebas periódicas y deben ser del conocimiento de todos los involucrados en la respuesta.

1. Rescate y salvamento de pacientes

En las actividades de rescate y salvamento, hay que tener en cuenta algunos aspectos relacionados con el foco de contaminación:

- Se denomina Foco de Contaminación Química al territorio que se encuentra bajo la influencia, los efectos destructivos y la contaminación que producen los factores que intervienen en los accidentes que involucran sustancias químicas peligrosas.
- Es muy difícil delimitar el territorio que incluye un foco de contaminación química, ya que en el mismo intervienen las características geográficas del terreno, condiciones meteorológicas (dirección y velocidad de los vientos predominantes), carácter de las edificaciones, tipo de población (urbana y rural), tipo y cantidad de sustancias químicas, propiedades tóxicas y concentraciones capaces de provocar alteraciones de la salud.
- En el FCQ es característica la masividad y simultaneidad en la aparición de las víctimas, así como también las posibilidades de abarcar al mismo tiempo un amplio territorio.
- Las vías de penetración de las sustancias tóxicas en el organismo son las siguientes: inhalatoria, digestiva, piel y mucosas.



- La toxicidad de las sustancias, que puede variar desde extremadamente elevada y producir intoxicaciones graves en dosis muy pequeñas (y por tanto requerir de una rápida atención médica), hasta sustancias con baja toxicidad.
- El tratamiento de pacientes no debe ser conducido en el área de contaminación. Si el rescate de un paciente de ésta área es necesario, debe ser realizado por el grupo de operaciones de materiales peligrosos.
- El riesgo de contaminación secundaria, elemento a tener en cuenta cuando asistimos a una víctima del accidente.
- Para prevenir exposiciones innecesarias cualquier involucrado en el proceso de rescate debe ser considerado contaminado.
- Como regla general el personal médico no debe estar involucrado en el control directo o manejo de liberaciones de materiales peligrosos.

2. Clasificación de pacientes

Este proceso consiste en la evaluación y clasificación de las condiciones de personas expuestas y la designación de prioridades para descontaminación, tratamiento y transporte a instituciones de salud. Es un proceso continuo y debe realizarse a intervalos regulares, tomando en consideración que la condición de los pacientes puede variar drásticamente en los diferentes puntos de la cadena de tratamiento, como por ejemplo cuando recibe una terapia específica o en dependencia de la disponibilidad de recursos.

El objetivo principal es proveer la mejor asistencia posible a un número grande de pacientes, con los recursos disponibles. Durante accidentes químicos a gran escala, el número de pacientes supera las capacidades de atención inmediata del personal médico y donde hay buena disponibilidad de recursos (personal, materiales, medicamentos, transporte, etc.) todos los afectados deben recibir



cuidados óptimos; sin embargo, en situaciones donde los recursos no son suficientes, puede ser necesario retardar la terapia de personas severamente dañadas brindando solamente tratamiento de soporte (en virtud de que va a requerir muchos recursos) y dirigir la atención principal a los más levemente dañados y con mayor posibilidad de sobrevivir.

La clasificación de los dañados después de una exposición a productos químicos sigue los mismos principios que cualquier otro tipo de accidente. Las bases para la clasificación por sintomatología son las mismas que se utilizan usualmente. Sin embargo, un grupo especial que puede ser identificado como "grupo químico" son los expuestos a algunos tipos de sustancias cuya sintomatología no es inmediata, pudiéndose retardar hasta horas en que aparezca, como por ejemplo la exposición a gases irritantes como óxidos de nitrógeno o la exposición a productos químicos que se absorben a través de la piel.

Numerosos sistemas están disponibles para priorizar pacientes para tratamiento y transporte a un hospital. Los más usados son códigos de color y/o numéricos que categorizan el estado del paciente y la prioridad de tratamiento. Estos sistemas están basados en cinco niveles de prioridad:

Prioridad I: Paciente en estado crítico. Se requiere Tratamiento y transporte inmediato.

Prioridad II: Paciente con daños moderados y severos. Su Transporte de emergencia puede dilatarse hasta que hallan sido removidos los pacientes de prioridad I.

Prioridad III: Pacientes con daños ligeros o sin daños. No es necesario transporte de emergencia. La evaluación y el tratamiento en consultoría con el hospital es suficiente.

Prioridad IV: Pacientes no viables. No requieren transporte y solo tratamiento de soporte.



Prioridad V: Pacientes asintomático, pero que se espera el desarrollo de un cuadro clínico. Necesitan observación, probablemente tratamiento inmediato y transporte a servicios médicos.

Es necesaria una buena clasificación de los pacientes por prioridades en una emergencia ya que una operación de transporte masivo solo dificultaría las actividades básicas del hospital interfiriendo con su objetivo primario que es la atención de pacientes severamente dañados.

3. Tratamiento y estabilización de pacientes

La zona de tratamiento debe estar localizada donde pacientes y personal médico estén seguros de exposiciones tóxicas. El área debe también proveer buen acceso para los vehículos de transporte. En accidentes con gran número de pacientes el área de tratamiento debe subdividirse en zonas, correspondientes con los niveles de prioridad establecidos en el "triage".

El examen inicial de un paciente contaminado químicamente debe determinar:

- Cuáles de los daños están relacionados con sustancias tóxicas
- Qué partes del cuerpo han sido más severamente expuestas
- Vía de entrada de la sustancia química.

El tratamiento de un paciente intoxicado en un accidente sigue los mismos principios básicos del tratamiento de cualquier intoxicado aislado y va a depender del estado del paciente, del tipo de sustancia química, de la vía de entrada y de la disponibilidad de recursos. Los principios básicos del tratamiento de un intoxicado son:

Tratamiento no específico

Puede definirse como el conjunto de medidas:

- Para el mantenimiento de las funciones vitales: incluye reanimación cardiorrespiratoria, tratamiento de las convulsiones, corrección de desbalances hidroelectrolíticos, etc.



- Para eliminar la sustancia tóxica en la vía de entrada y disminuir la absorción: son los llamados procedimientos de descontaminación.
- Para eliminar la sustancia tóxica absorbida: es la llamada terapia de eliminación activa.

Tratamiento específico

- Antídoto terapia.

El paciente contaminado debe ser liberado de toda la ropa antes de entrar a la sección de tratamiento para evitar la contaminación innecesaria del personal médico. La simple remoción de la ropa del paciente reduce el potencial de contaminación del personal de rescate y personal hospitalario en un 85%. Toda la ropa debe ser adecuadamente empaquetada en bolsas de seguridad.

Si la condición de los pacientes indica peligro para la vida, las medidas de soporte cardíaco y soporte de traumas debe priorizarse a los procedimientos de reducción de la contaminación. Si la descontaminación no ha sido completada, estos procedimientos deben ser realizados con adecuado equipamiento de protección personal.

4. Transporte de pacientes y distribución a instituciones médicas

El transporte de personal en un accidente químico constituye un verdadero riesgo tanto para el personal que transporta como para el equipo que se utiliza. Es por esto que algunas medidas se deben tomar para disminuir al mínimo las consecuencias que esto puede traer; por ejemplo, el uso de ropa de protección personal. Durante el transporte se debe brindar asistencia a las funciones vitales de los pacientes transportados y utilizar medidas apropiadas para este fin (oxígeno, fluidos parenterales, reanimación cardiovascular, etc.). En algunos casos, se pueden utilizar antídotos durante el transporte.



Los hospitales que van a recibir intoxicados deben ser previamente contactados para que estén preparados para proveer la asistencia médica especializada de acuerdo al tipo de tóxico.

El oficial de transporte es responsable por el volumen de pacientes y su distribución y transporte a áreas hospitalarias. Esto requiere coordinación con el comando médico, el oficial de tratamiento y las facilidades médicas receptoras. Los incidentes con materiales peligrosos pueden rápidamente saturar las capacidades de los locales de tratamiento médico; por consiguiente el oficial de transporte debe cuidadosamente monitorear el estado de facilidades médicas y sus capacidades para aceptar pacientes.

Dada la posibilidad de contaminación del transporte y el personal que realiza el traslado de los pacientes es necesario mantener una adecuada protección en esta actividad.

Una de las actividades de mayor importancia en la planificación de la respuesta a un accidente químico es prever los recursos médicos que son necesarios para la atención a las víctimas, los cuales ya fueron abordados en los preparativos para las emergencias.

Ejemplos de acciones en derrames de ácido clorhídrico.

En todos los accidentes en los que esta involucrado un tanque con ácido clorhídrico se presentan estas situaciones de emergencia.

1. Se produce un accidente de transporte. Generalmente un choque o una falla mecánica.
2. La cisterna se volcó al costado de la cinta asfáltica, derramando el líquido que contienen los tanques.
3. Se derrama parte de la carga de ácido clorhídrico.
4. Se forma una nube blanca de ácido clorhídrico cerca de la zona de impacto que luego se va disipando.
5. El chofer de la unidad abandona el lugar.
6. vecino del sector afectado, dijo que su familia sintió una explosión y que al ver qué se trataba de un camión cisterna con líquidos altamente



peligrosos, tomaron precauciones y evacuaron su vivienda, junto a otros vecinos para no verse afectados.

7. horas después del derrame, los bomberos y la policía decidieron dar la señal de alarma e instaron a evacuar todos los habitantes del pueblo

8. Los efectos experimentados por unas pocas personas "fueron náuseas y vómitos".

9. El ácido clorhídrico es una sustancia tóxica que puede causar irritación del tracto respiratorio, edema pulmonar, tos, sensación de ahogo, dolor de cabeza e incluso la muerte por asfixia al destruir los pulmones. El inhalarlo puede causar dificultades para respirar, espasmos de laringe y edemas pulmonares, y afectar directamente las cuerdas vocales. Irrita severamente la visión, puede causar quemaduras, reducir la visión y hasta provocar ceguera total.

10. El derrame del ácido clorhídrico fue inmediatamente cercado y tapado con arena para parar la emanación del líquido.

11. En el operativo de evacuación se utilizó la radio FM "Cráter", teléfonos, altavoces y hasta el aviso casa por casa como medios de comunicación.

12. 25 familias tuvieron que ser evacuadas inmediatamente para evitar los efectos negativos causados por la emanación de gases tóxicos y también la carretera debió ser cortada al tránsito de vehículos.

13. la única asistencia farmacológica suministrada a las personas que estuvieron en contacto con una nube de veneno "fue el reparto de caramelos de miel"

14. La capacidad de respuesta ante la emergencia ambiental evidenció una gran solidaridad por parte de los propietarios de camiones y de autos particulares que se ofrecieron para trasladar a los evacuados.

15. Los bomberos realizaron un trasvasije del elemento químico en el mismo lugar del accidente.



16. El HCL, conocido también como ácido muriático no es inflamable, pero puede serlo en contacto con metales, sus vapores son muy tóxicos y altamente corrosivos a la piel, a los ojos y a las membranas mucosas.

17. Este accidente reitera que hechos de esta gravedad pueden producirse en cualquier parte de Chile y que es necesario que las empresas, las autoridades, bomberos, la policía y especialmente la gente esté alerta.

18. Se preguntó "si se había diseñado o no un recorrido especial de este tipo de transporte para minimizar los riesgos en caso de un accidente químico"

19. Deberá incluir un kit de emergencia con matafuego, guantes y bolsas de material absorbente para frenar un derrame", entre otros elementos.

20. , "la provincia no realiza inspecciones técnicas estructurales en los camiones habilitados para el transporte de sustancias peligrosas".

21. "desde hace dos años se tendría que aplicar un sistema de rayos láser para controlar el estado de los tanques cisternas, pero por una cuestión presupuestaria no se puede aplicar". Agregó que lo que hacen es "verificar el estado de los remaches de los tanques a simple vista y determinar por el mismo método si hay algún tipo de corrosión".

22. Descontaminación de las víctimas de un accidente químico

23. El informe señala que la nube de gas tóxico estaba prácticamente neutralizada, aunque al poco tiempo de producido el accidente. Por su parte, a nivel del suelo se realizó una acción de emergencia que contempla un tratamiento químico con agua y cal para neutralizar el efecto del ácido clorhídrico derramado.

24. La misma dispone una Guía de Repuestas de Emergencia y patrones de seguridad que deben cumplirse en casos de accidentes como el suscitado en La Guaira.

25. 'Esta norma de carácter obligatorio, estipula las condiciones para el manejo de las sustancias tóxicas que se produzcan en el país, las que lleguen del exterior y cualquiera que se transporte en el territorio nacional'.



26. Como neutralizantes se han propuesto el hidróxido de magnesio y el jabón, sin embargo no han demostrado ser menos agresivos ni aportan mayor relación coste/beneficio que el lavado continuo con agua o suero salino.

6.5.1 Cuando ocurre un derrame

Llame al Escuadrón de Emergencias Químicas. Esté listo para proveer la información siguiente:

Nombre de la persona que reporta y número de teléfono.

Nombre y número telefónico del individuo que ocasionó el derrame.

Ubicación y hora del derrame.

Tipó y cantidad de la sustancia derramada.

Causa y efecto del derrame

Descripción de la ubicación del derrame y del área que lo circunda.

Si el derrame ha escapado o no en el alcantarillado, drenaje o vías de aguas.

Deben tomarse todos los esfuerzos razonables para asegurar que el derrame no escape al alcantarillado o vías de aguas (los individuos no deben poner en peligro su seguridad personal).

Si se ha llamado o no a los bomberos. Si no se ha llamado al Departamento de Bomberos, y si el derrame no es contenido o presenta riesgo para la salud, de incendio o de seguridad, llamar al Departamento de Bomberos inmediatamente para una intervención de emergencia. El Departamento de Bomberos está equipado y entrenado para la respuesta hacia materiales peligrosos; puede hacer una evaluación efectiva y controlar la situación. No dude en llamar a los bomberos si usted no está seguro sobre los peligros involucrados: es importante no cometer errores en este sentido.

- Reporte al finalizar la emergencia

Nombre de cada Departamento que conoce el problema o tiene relación con él.

Detalles sobre las acciones tomadas o propuestas para contener y minimizar los efectos del derrame.



Procedimientos de limpieza para todos los derrames

Una vez que el riesgo de los daños se ha controlado, el derrame puede limpiarse y el área puede ser descontaminada utilizando el procedimiento siguiente:

- Informar a la gente en la vecindad del derrame e informar al supervisor.
- Evacue las personas presentes y ponga personal de seguridad en el área, si es necesario. Informe del derrame al supervisor.
- Remueva la ropa contaminada y evalúe si cualquier área del cuerpo se ha contaminado. Si está contaminado, ver los Procedimientos de Descontaminación ya descritos.

1. Antes de limpiar cualquier derrame, debe obtenerse la siguiente información:

2. El nombre del químico(s) implicado(s).
 3. El volumen aproximado
 4. Los peligros del químico.
- **Inflamabilidad:** punto de flama y presión de vapor.
 - **Toxicidad:** riesgos de inhalación
 - **Corrosividad:** ácido, base, pH de solución

Como norma general, los derrames mayores de un litro de solventes ácidos, especialmente los combustibles o concentrados, deberían ser notificados al Departamento de Bomberos para que estén en espera de una posible llamada

5. Se recomienda limpiar únicamente si:

- Está disponible el equipo apropiado y material para el control del derrame.
- Existe ropa protectora.
- El personal está familiarizado con el equipo y los procedimientos de limpieza.
- Hay más de una persona en el laboratorio.
- No hay presente ninguna fuente de ignición.



6. Revise los manuales, evalúe los peligros conexos con el derrame y determine el apropiado procedimiento de limpieza. Determine si se ha alcanzado la evacuación requerida.
7. Recauda los materiales y el equipo requeridos. Si los materiales no están disponibles, llame al Departamento de Bomberos para la asistencia.
8. Póngase la ropa protectora apropiada, como mínimo guantes de goma, protección de los ojos y bata de laboratorio. Los ácidos y los solventes volátiles requerirán del uso de un respirador de doble tanque equipado con los filtros para gases ácidos/vapores orgánicos. Se requiere una máscara que cubra toda la cara en presencia de materiales volátiles irritantes, corrosivos o tóxicos.
9. Apague cualquier dispositivo, instrumento, o máquina que pueda aumentar el derrame. Tenga cuidado si cualquier dispositivo no es protegido contra las chispas y el derrame involucra materiales combustibles.
10. Use un sólido no-reactivo (como vermiculite) para hacer un dique con el fin de contener el derrame e impedir su esparcimiento.
11. Mezcle el compuesto de control del derrame con el derrame, espere que cualquier reacción de neutralización se complete (o haga una prueba si es necesario) y ponga el material en un recipiente impermeable. Etiquete el recipiente.
12. Descontamine el sitio del derrame, lavándolo con agua con jabón y esponja mojada.
13. Descontamine el equipo protector de limpieza o deséchelo si es necesario.
14. Avise a la Oficina de Servicios Ambientales para arreglar la recolección del desecho.
15. Haga un reporte de lo ocurrido o del accidente y envíelo al Jefe de Departamento, al Comité Local de Seguridad y a las oficinas de HS&E.
16. Si una persona entrenada y capaz no está en el sitio, no se debe proceder a la limpieza. Si es posible, un representante de HS&E debe ir al sitio del derrame a ayudar. Las oficinas de HS&E tienen algunos materiales de limpieza y equipo protector.



Procedimientos específicos para:

Ácidos

- Aplicar un neutralizante del ácido (Spill X-A, Neutrasorb o producto equivalente) empezando desde la parte interna.
- Mezclar cuidadosamente con los cepillos y las palas disponibles. Cuidadosamente agregar más neutralizante si es necesario
- Cuando hay espumas, controlar el pH de una muestra de la mezcla.
- Añadir una cucharada del material tratado en 100 ml de agua. Mida el pH con papel revelador de pH. Si el pH no está entre 3 y 10, agregar más neutralizante y agua.
- Cuando el material ácido se ha tratado suficientemente, recolectar el material neutralizante con palas y transferirlo en una bolsa o en un contenedor plástico sellado para la recolección. Sellar la bolsa con una cinta y etiquetarla. Enjuague la superficie con una esponja mojada.
- Póngase la ropa protectora incluyendo un respirador para HF.
- Aplique carbonato de calcio sólido, empezando desde la parte interna del derrame
- Cuando el ácido fluorhídrico se ha absorbido, mézclelo completamente con una cuchara plástica.
- Agregue una cucharada de la mezcla en 100 ml de agua. Mida el pH con papel revelador de pH
- Si el pH está entre 7 y 10, ponga el sólido en un recipiente plástico con agua
- Déjelo hasta que un sólido blanco se separe de la solución. Eche la solución al desagüe, con 50 volúmenes de agua por lo menos.
- Envase el residuo sólido en una bolsa plástica, séllela y etiquétela. Verifique con la oficina de los Servicios Ambientales de la UBC las instrucciones de eliminación de las bolsas y su contenido.



Ácido perclórico

El ácido perclórico es un oxidante que puede reaccionar con cualquier material orgánico tal como papel y estantes de madera. Si cualquier material orgánico se ha contaminado con ácido perclórico, debe manejarse como un material potencialmente inflamable o explosivo.

- Aplique un neutralizante del ácido (Spill X-A, Neutrasorb o producto equivalente) desde el perímetro interno del derrame. Agregue agua para diluir el ácido.
- Seque con telas viejas u hojas de papel.
- Las telas viejas o el papel contaminado (combustibles) deben guardarse mojado para impedir su combustión cuando se seque
- Ponga las toallas o las telas en una bolsa plástica, selle la bolsa y póngala en un contenedor para la recolección de los desechos inflamables.
- Enjuague el sitio de derrame con harapos mojados y dispóngalos en la manera descrita arriba.
- Verifique con la Oficina de Servicios Ambientales del UBC las instrucciones de eliminación de las bolsas y su contenido.

Limpieza del derrame

- Lleve su equipo de control de derrame y póngase el equipo protector apropiado
- Identifique el área que requiere limpieza y descontaminación indicando también un área extra para rociar o secar cualquier cosa que pueda necesitarlo
- Disponga una bolsa de eliminación para poner fácilmente los insumos de limpieza contaminados
- Vierta el desinfectante con movimientos lentos y cuidadosos alrededor de, y no sobre el derrame. Esto evitará que el derrame aumente o cree nuevos aerosoles.
- Use hojas de papel u otro material absorbente para disponer el desinfectante en el área del derrame.



- Use hojas de papel u otro material absorbente para disponer el desinfectante en el área del derrame
- Cubra el área entera con material absorbente empapado de desinfectante y permita que el desinfectante permanezca en contacto con el derrame durante un tiempo apropiado: comúnmente 20 ó 30 minutos
- Ponga el material absorbente usado en la bolsa de eliminación y repita el procedimiento de desinfección
- Quítese los guantes cuidadosamente y póngalos con los otros materiales contaminados en recipientes claramente marcados para biopeligrosos, destinados a la descontaminación o eliminación. No trate en autoclave las bolsas que contienen lejía y materia orgánica
- Lávese bien las manos
- Llene un formulario sobre el accidente e invéstiguelo.

ACCIONES PROPUESTAS PARA LA RESPUESTA A UN ACCIDENTE POR DERRAME DE ÁCIDO CLORHÍDRICO. PREVENCIÓN.

La SCT en conjunto con la empresa transportadora y la empresa formuladota deberán:

1. La SCT deberá estar informada de cuantos traslados tendrá la empresa transportadora al año.
2. La SCT deberá designar como y cuando hacer este tipo de transportes.
3. La SCT designará un vehículo guía (esto para evitar accidentes ocasionados por la imprudencia de los conductores).
4. La empresa transportadora deberá capacitar al personal (conductores), en el manejo de sustancias peligrosas (deberá anexar comprobantes de dicha capacitación a la SCT).
5. Se deberá de crear dentro de Protección Civil un grupo especializado en accidentes químicos.



6. Los conductores deberán estar en condiciones óptimas para la conducción de los vehículos.
7. Además deberán portar en los vehículos la siguiente información:
 - Hoja de datos de seguridad.
 - Manual de procedimientos en caso de algún accidente.
 - Teléfonos de a quien llamar en caso de siniestro (Tel. de la empresa, Protección Civil y Bomberos).
8. En la cabina de la unidad transportadora solo deberá ir personal autorizado.
9. La empresa productora deberá proporcionar un carro con solución neutralizadora de la sustancia.

UNA VEZ OCURRIDO EL ACCIDENTE.

1. Evacuar el área donde ocurrió el accidente, tomando en consideración la dirección del viento y la cantidad de sustancia derramada hasta 16 Km. (Protección Civil, Policía y Ejército).
2. Formar un dique con arena para que la sustancia no se expanda.
3. Con una bomba succionar la sustancia tanto como se pueda al mismo tiempo tratar lo más que se pueda controlar la nube tóxica (con agua en forma de rocío para tratar de que por adsorción los vapores del ácido de alguna manera se diluyan en el agua). (Bomberos)
4. Neutralizar la sustancia con una solución alcalina, en cantidad suficiente.
5. Lavar con abundante agua la zona donde ocurrió el accidente.
6. Al mismo tiempo las acciones de rescate y atención a las personas cercanas al accidente deben ser: (Sector Salud.)
 - Rescate y salvamento de pacientes
 - Clasificación de pacientes.
 - Tratamiento y estabilización de pacientes
 - Tratamiento específico Leche de Magnesias, Leche de Vaca, agua con antiácidos, terapia.



Capítulo 6 Plan de Acción y Reacción

- Transporte de pacientes y distribución a instituciones médicas.
7. Descontaminación de personas involucradas (todas las personas que estuvieron en la emergencia deben ser consideradas contaminadas).

ESTA TESIS NO SALE
DE LA REPLICACIÓN



- 7. CONCLUSIONES

No se puede ignorar la posibilidad de que ocurran accidentes provocados por productos químicos. Sin embargo, es necesario tratar de reducir al máximo la probabilidad de ocurrencia de estos eventos mediante el desarrollo de medidas preventivas adecuadas. También es necesario desarrollar medidas correctivas eficaces para la reducción de los impactos causados durante la ocurrencia de los accidentes. En base a lo expuesto en éste trabajo, las medidas a considerar se deben encaminar en dos etapas:

a) **Prevención.**

b) **Atención.**

La eficacia de la prevención de los accidentes químicos y de la minimización de sus impactos, sólo será posible a través de la elaboración de un sistema adecuado por parte del gobierno que se deberá actualizar y perfeccionar permanentemente con la finalidad de:

- a. Preservar la vida humana;
- b. Evitar impactos significativos para el ambiente;
- c. Evitar o minimizar las pérdidas materiales.

Para lograr el éxito de las operaciones durante las situaciones de emergencia se debe procurar actuar de manera coordinada con la participación de todas las instituciones involucradas y establecer planes específicos complementados con una capacitación periódica. El trabajo que se realice en la etapa preparatoria y en la respuesta a un accidente y la organización con que estas actividades se efectúen, puede garantizar el éxito y el logro de la meta principal, proteger la salud. También será importante que la empresa que transporta los productos químicos se haga responsable y disponga de recursos para la atención de la emergencia, equipo, maquinaria y personal. La empresa transportista debe participar activamente para que no todo se le deje a la autoridad.

Se requiere que la autoridad, a través de la secretaría de comunicaciones y transportes recopile la documentación de los diferentes tipos de accidentes terrestres que se presentan cotidianamente para que se establezca la localización



Conclusiones

de instalaciones potencialmente peligrosas, y se realice una evaluación entre las posibles alternativas de acción viables para establecer acciones correctivas y/o de elaboración de reglamentos más rigurosos.



- 8. BIBLIOGRAFÍA

1. OPS/OMS. *Memorias del seminario sobre desastres tecnológicos asociados con agentes químicos*, 1987.
2. OPS/OMS. *Organización de los servicios de salud para situaciones de desastres*, 1983.
3. *Health Aspects of Chemical Safety – Emergency Response to Chemical Accidents* – WHO/IPCS, 1981.
4. Young, L. *Hospital Preparedness for Chemical Accidents*. Plant Technology and Safety Management Series No. 3, 1990.
5. *Guiding Principles for Chemical Accident. Prevention, Preparedness and Response*. OECD, Paris 1992.
6. IPCS/PNUMA – OIT – OMS, OCDE. *Accidentes químicos: aspectos relativos a la salud. Guía para la preparación y respuesta*. 1998.
7. U.S. Department of Health & Human Services. *Medical Management Guidelines for Acute Chemical Exposures, Volume III* . San Rafael, ATSDR, 1992.
8. <https://pcsadam.com>
9. BG Chemie. *Toxicological Evaluations. Potential Health Hazards of Existing Chemicals* . Vol. 12. Springer, 1998.
10. Gajraj, A.M. *Training Needs in Accident Mitigation and Containment* . UNEP Industry and Environment. 11(3), 28-30, 1988.
11. Hill, M.K. *Understanding Environmental Pollution* . Cambridge University Press. USA, 1997. p. 317.
12. Swanson, M.B.; Davis, G.A; Kincaid, L.E. et col. *Environmental Toxicology and Chemistry* 16, 2, 372-383; 1997
13. U.S. Environmental Protection Agency. Federal Emergency Management Agency. U.S. Department of Transportation. *Technical Guidance for Hazards Analysis* . 1987.
14. ww.cenapred.gob.mx
15. www.umm.edu.com.



16. [Www.ercros.es.com](http://www.ercros.es.com)
17. <http://80.81.104.134/2001-05-11/sucesos>
18. www.el-mundo.es
19. www.portaldelaindustria.com
20. www.toxcenter.pharmacy.arizona.edu/
21. www.ambiente-ecologico.com
22. www.laguiasemanal.com.ar
23. www.craters.com.ar
24. www.tc.gc.ca/canutec
25. www.semarnat.gob.mx
26. www.cofepris.gob.mx
27. www.ssa.gob.mx
28. Guía de respuesta a accidentes químicos
29. Canadian Standards Association, Emergency Planning for Industry. Major Industrial Accidents. 1994
30. Environmental Protection Agency, Manual de Adiestramiento para Reacciones a Incidentes con Materias Peligrosas, EPA, 1990.
31. TALLER PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE RESIDUOS PELIGROSOS; EDITORES: DR. FRANCISCO JAVIER GARFIAS Y AYALA* E ING. LUIS BAROJAS WEBER*, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca Instituto Nacional de Ecología
32. www.lajornada.com.mx
33. www.cronica.con.mx
34. www.eluniversal.com.mx
35. NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
36. NOM-029-STPS-1993, Equipo de protección respiratoria.- Código de seguridad para la identificación de botes y cartuchos purificadores de aire.
37. NOM-115-STPS-1994, Cascos de protección.- Especificaciones, métodos de prueba y clasificación



38. NOM-056-SSA1-1993, Requisitos sanitarios del equipo de protección personal.



Anexo 1

Listado de equipos básicos para el tratamiento de emergencia de pacientes víctimas de un accidente químico**Para mantenimiento de la función respiratoria:**

Suministro de oxígeno
Laringoscopios
Sondas endotraqueales
Mascarillas (oxígeno)
Sistema de succión (mecánico)
Bolsa autoinflable
Equipo para traqueotomía (incluyendo sondas)
Ventilador mecánico portátil

Para mantenimiento de las funciones cardiovasculares:

Monitor cardíaco
Desfibrilador
Marcapasos externo

Para tratamiento sintomático y específico:

Líquidos (coloides y cristaloides)
Fármacos (incluyendo antidotos y electrolitos)

Para descontaminación:

Regaderas portátiles
Suministro de agua, jabón y soluciones para enjuagues específicos
Equipo para lavado de ojos (incluyendo anestésicos locales)

Otros artículos necesarios:

Catéteres para vesícula
Envases para muestras (químicas y biomédicas)
Desinfectantes líquidos
Material para vendajes
Cobertores, sábanas, batas (para los pacientes después de la descontaminación)
Bolsas de plástico (para las prendas y otros materiales contaminados)
Equipo de protección para el personal de emergencia

Fuente : IPCS/PNUMA – OIT – OMS, OCDE. *Accidentes químicos: aspectos relativos a la salud. Guía para la preparación y respuesta*. 1998.



Anexo 2

Listado de sustancias químicas y antidotos indicados.

Antídoto / Fármaco	Indicación
Nitrito de amilo (inhalable)	Cianuros
Atropina (inyectable) ¹	Organofosforados, carbamatos
Budesonida (inhalable) ^{* 1, 2}	Gases irritantes
Betametasona (inyectable) ^{1, 2}	Gases irritantes
Gluconato de calcio (tópico) ¹	Ácido fluorhídrico
Sales de calcio (inyectables) ^{**}	Ácido fluorhídrico
Edetato de cobalto	Cianuros
Solución de cobre ^{* 1}	Fósforo blanco (amarillo)
Dimercaprol [*]	Arsénico, mercurio
Sulfonato de dimercaptopropano (DMPS) [*] (inyectable) (tabletas)	Arsénico, mercurio
Ácido dimercaptosuccínico (DMSA) [*] (inyectable) (tabletas)	Arsénico, mercurio
Hidroxocobalamina (inyectable) ¹	Cianuros
4-Dimetilaminofenol (4-DMAP)	Cianuros
Metiltionina (azul de metileno) (inyectable) [*]	Nitritos, dinitrobenceno (y otros agentes formadores de metahemoglobina)
Obidoxima (inyectable) ^{* 1}	Órganofosforados
Oxígeno ¹	Monóxido de carbono, cianuros, ácido sulfúrico, gases irritantes, nitrilos
Polietilenglicol 400 (tópico) ¹	Fenol
Permanganato de potasio + Bicarbonato de sodio (tópico) ^{* 1}	Fósforo blanco (amarillo)
Pralidoxima (inyectable) ^{* 1}	Órganofosforados
Salbutamol (inhalable) ^{* 1}	Gases irritantes
Nitrito de sodio ¹	Cianuros
Tiosulfato de sodio (inyectable) ¹	Cianuros
Sulfato de terbutalina (inhalable) ^{* 1}	Gases irritantes
Tetracaína hidrocioruro (solución ocular) ^{* 1}	Para irrigación ocular
Azul de toluidina (inyectable)	Nitritos, nitrobenceno (y otros agentes formadores de metahemoglobina)
Xantina, derivados	Gases irritantes

^{*} Puede reemplazarse por una sustancia o preparación equivalente

^{**} Excluyendo el cloruro de calcio

¹ Podría ser necesario usarlo en el sitio del accidente

² Estas indicaciones en el uso de corticoesteroides continúan provocando controversia

Fuente : IPCS/PNUMA – OIT – OMS, OCDE. *Accidentes químicos: aspectos relativos a la salud. Guía para la preparación y respuesta*. 1998.

**Anexo 3****Conocimientos que deben ser adquiridos, de acuerdo al rol que juega el profesional de salud en la cadena de atención a la emergencia (algunos ejemplos)****Primeros en la respuesta**

- Características de los diferentes tipos de accidentes químicos
- Medidas de protección, incluyendo el uso de la ropa y equipo de protección
- Riesgos de contaminación
- Indicaciones y procedimientos de descontaminación
- Medidas específicas de primeros auxilios
- Efectos potenciales de las sustancias químicas
- Efectos psicológicos de los accidentes químicos
- Cadena de mando en el sitio del accidente
- Identificación, selección y tratamiento inicial de las víctimas
- Uso e interpretación de la información de algunas fuentes de información (hojas técnicas y guías de emergencias)

Profesionales médicos y otros profesionales de salud**Conceptos de toxicología médica y de medicina de emergencia**

- Manejo de accidentes masivos: metodología para diagnosticar y tratar a un gran número de pacientes
- Identificación de los pacientes descontaminados y no descontaminados (todos los que están involucrados directamente en la atención a la emergencia deben considerarse contaminados)
- El uso del "triage"
- La reacción psicológica de las víctimas, de quienes responden y del público
- Procedimientos de descontaminación y equipos de protección personal
- Uso de antidotos
- Uso e interpretación de información toxicológica
- Cadena de mando en y durante una emergencia
- Mando y control en el hospital

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA MATERIALES PELIGROSOS



ELABORADA CUMPLIENDO LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS: NOM-114-STPS-1994 Y NOM-055-SSA-1993.

ETIQUETAS DE CLASIFICACION DE RIESGOS

I.- DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA

NOMBRE DEL FABRICANTE O PROVEEDOR : PENNWALT S.A. DE C.V., PLANTA EL SALTO.
DOMICILIO COMPLETO: KM. 22.5 CARRETERA GUADALAJARA - EL SALTO, EL SALTO, JALISCO. CP 45680
EN EMERGENCIAS COMUNICARSE AL TELEFONO : (01) (3) 688-0021 / 10 , FAX (01) (3) 688-0662, CELULAR (3) 440 8445

II.- IDENTIFICACION DE LA SUSTANCIA

NOMBRE QUIMICO : ACIDO CLORHIDRICO	NOMBRE COMERCIAL : Acido Clorhídrico, Acido Muriático.	SINONIMOS : Acido Muriático
FORMULA QUIMICA : HCl	FORMULA MOLECULAR : HCl	FORMULA DESARROLLADA : H-Cl
FAMILIA O GRUPO QUIMICO : Acidos Fuertes Inorgánicos	PESO MOLECULAR : 36.5 gr / mol	IDENTIFICACION : UN 1789 CAS 7647-01-0

III.- IDENTIFICACION DE COMPONENTES PELIGROSOS

NOMBRE DEL COMPONENTE	%	No. ONU	No. CAS	CPT mg / m ³	CCT mg / m ³	P mg / m ³	IPVS mg / m ³	GRADO DE RIESGO				
								R	ESP.	ESP.	E.P.P.	
Cloruro de Hidrógeno	30-33	1789	7647-01-0	-	7	7	140	3	0	0	acid	Traje completo de hule, goggles y careta

IV.- PROPIEDADES FISICO QUIMICAS

ESTADO FISICO	Líquido	CAPACIDAD CALORIFICA	No Relevante
COLOR	Incoloro	DENSIDAD DE VAPOR (aire = 1)	1.257
OLOR	Picante, irritante	DENSIDAD RELATIVA (agua = 1)	1.19
TEMPERATURA DE EBULLICION	110° C (20%)	DENSIDAD DEL GAS SECO	No Aplica
TEMPERATURA DE FUSION	No Relevante	DENSIDAD DEL LIQUIDO	1.19 gr / cc
TEMPERATURA DE INFLAMACION	No Aplica	RELACION GAS / LIQUIDO	No Aplica
TEMPERATURA DE AUTOIGNICION	No Inflamable	COEFICIENTE DE EXPANSION	No Aplica
L.S. INFLAMABILIDAD-EXPLOSIVIDAD	No Inflamable	SOLUBILIDAD EN AGUA	100% soluble en agua, alcohol, éter
L.I. INFLAMABILIDAD-EXPLOSIVIDAD	No Inflamable	PRESION DE VAPOR	32.5 mm Hg (25° C, 32%)
CALOR DE VAPORIZACION	No Relevante	% DE VOLATILIDAD	No Determinado
CALOR DE COMBUSTION	No Combustible	VEL. de EVAPORACION (etil eter = 1)	Menor de 1
CALOR DE FUSION	No Relevante	TEMPERATURA DE DESCOMPOSICION	Mayor de 1500° C

V.- RIESGO DE FUEGO Y EXPLOSION

MEDIO DE EXTINCION : CO₂ : X NIEBLA DE AGUA : X ESPUMA : _____ PQS: X OTRO (especificar) : _____
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL : Usar ropa de hule (traje completo, guantes, botas), goggles, careta y casco de seguridad. Como protección para los vapores use una mascarilla con cartucho para vapores ácidos o equipo de respiración autónoma con aire a presión.
PROCEDIMIENTO Y PRECAUCIONES ESPECIALES EN EL COMBATE DE INCENDIOS : Use niebla de agua para minimizar la dispersión en el aire de los vapores de ácido si existe algún derrame. Enfriar los recipientes y tanques de almacenamiento con niebla de agua.
CONDICIONES QUE CONDUCE A OTRO RIESGO ESPECIAL : El ácido es una sustancia no combustible, no inflamable, no explosiva, pero reacciona con la mayoría de los metales generando hidrógeno gas pudiendo formar mezclas explosivas en el aire.
PRODUCTOS DE LA COMBUSTION TOXICOS O NOCIVOS PARA LA SALUD : Ninguno

VI.- REACTIVIDAD

SUSTANCIA : ESTABLE : SI INESTABLE : _____ EXTREMADAMENTE INESTABLE : _____
CONDICIONES A EVITAR : Evite la generación de vapores y su emisión al ambiente. Evite el almacenamiento con materiales incompatibles.
INCOMPATIBILIDAD (SUSTANCIAS A EVITAR) : Reacciona violentamente con: anhídrido acético, alcohol + cianuro de hidrógeno, hidróxido de amonio, carburo de calcio, fosforo de calcio, 2-amino etanol, ácido clorosulfónico, etilendiamina, oleum, ácido perclórico, óxido de polipropileno, perclorato de plata + tetracloruro de carbono, ácido sulfúrico, acetato de vinilo, U₃P₄, CsC₂H, Cs₂C₂, Li₆Si, Mg₃B₂, HgSO₄, RbC₂H, Rb₂C₂, metales alcalinos como: Na, K, Li, Cs.
PRODUCTOS PELIGROSOS DE LA DESCOMPOSICION : Hidrógeno, Cloruro de Hidrógeno
POLIMERIZACION ESPONTANEA : PUEDE OCURRIR : _____ NO PUEDE OCURRIR : X
CONDICIONES A EVITAR : No Aplica

VII.- RIESGOS PARA LA SALUD

1A. PARTE: EFECTOS A LA SALUD POR EXPOSICION AGUDA (TOXICIDAD)

LIMITES DE EXPOSICION	ppm	mg / m ³	TIPO DE ORGANISMOS QUE SE SOMETIERON A LA EXPOSICION DEL AGENTE QUIMICO
(TLV) CPT ó TWA	-	-	Exposición promedio en 8 horas de trabajo para seres humanos sin efectos adversos a la salud
(TLV) CCT ó STEL	5	7	Exposición a corto tiempo (15 min) en 8 horas de trabajo para seres humanos, sin efectos
(TLV) P ó C	5	7	Exposición máxima instantánea que no debe rebasarse para seres humanos, sin efectos
(IDLH) TC _{LO}	100 ppm		Concentración tóxica baja por inhalación reportada para seres humanos en una hora de exposición
(IDLH) TD _{LO}			
LC _{10 min}	1,300 ppm		Concentración letal baja por inhalación para seres humanos para media hora de exposición.
LD _{LO}			
LC _{50 min}	3,124 ppm		Concentración letal por inhalación para el 50% de las ratas en una hora de exposición.
LD _{50 oral}	900 mg/kg		Dosis letal oral para el 50 % de los conejos

A) INGESTION ACCIDENTAL : Puede ocasionar irritación de boca, garganta, esófago y estómago. Puede producir salivación, náuseas, vómito con sangre y perforación del tracto intestinal, convulsiones y fiebre, ansiedad, nefritis (inflamación del riñon), shock y sobrevenir la muerte. Las quemaduras en la boca y labios se tornan de color blanquesino y posteriormente pueden presentar color café oscuro.

B) INHALACION : Mayor riesgo de exposición. Puede ocasionar rinitis (inflamación de la nariz), perforación nasoséptica, erosión dental, laringitis, bronquitis, neumonía y edema pulmonar, dolor de cabeza, palpitación (latido acelerado del corazón), desequilibrio.

C) OJOS (contacto) : A baja concentración de vapores o nieblas (10-35 ppm) puede ocasionar irritación inmediata con enrojecimiento de los ojos, vapores mas concentrados o salpicaduras puede causar irritaciones severas de las conjuntivas (conjuntivitis) con sensación de intenso ardor y fuerte lagrimeo. Puede provocar quemaduras químicas y ceguera permanente..

D) PIEL (contacto y absorción) : Causa depilación, zonas de eritema (inflamación de la piel) con ardor, enrojecimiento. Puede provocar quemaduras químicas pudiendo dejar cicatrices.

2A. PARTE: EFECTOS A LA SALUD POR EXPOSICION CRONICA

SUSTANCIA CONSIDERADA COMO: CANCERIGENA: _____ TERATOGENICA: _____ MUTAGENICA: _____
 ASFIXIANTE: _____ NARCOTICO-ANESTESICA: _____ VENENO AGUDO: _____
 RADIATIVA: _____ BIOLOGICA-INFECIOSA: _____ OTRO (especificar): _____
 POR LA DEPENDENCIA U ORGANISMO: STPS (NOM-010-STPS-1993): _____ OSHA: _____ NIOSH: _____ ACGIH: _____
 OTRO (especificar): _____

INFORMACION COMPLEMENTARIA: La exposición prolongada y repetida aún a bajas concentraciones de vapores de ácido puede provocar dermatitis crónica y agravar problemas de asma, bronquitis, enfisema, baja en la capacidad pulmonar y daño crónico a la garganta y senos nasales.

3A. PARTE: EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS

A) INGESTION ACCIDENTAL: Si la víctima está consciente dé a beber grandes cantidades de agua, agua de cal o demulcentes como huevo, leche, crema o leche de magnesia. **No Induzca el vómito.** Obtenga atención médica de inmediato.

B) INHALACION: Retirar a la víctima del área contaminada llevándola a un lugar ventilado. Si hay paro respiratorio aplicar respiración artificial ó puede aplicar oxígeno húmedo con borboteador. Obtenga atención médica de inmediato.

C) PIEL (contacto y absorción) : Bajo el agua retire de inmediato la ropa contaminada y lave la piel con abundante agua corriente mínimo durante 30 minutos y de preferencia bajo una regadera de emergencia. Jabones alcalinos pueden ayudar a calmar el ardor. Consulte a un médico de inmediato.

D) OJOS (contacto) : Lave los ojos con abundante agua corriente ocasionalmente girando el globo ocular y abriendo y cerrando los párpados con el objeto de lavar perfectamente toda la superficie del ojo. Haga el lavado al menos durante 30 minutos. Consulte a un médico de inmediato.

E) OTROS RIESGOS PARA LA SALUD : No determinados

F) ANTIDOTO (dosis en caso de existir) : No Conocido

G) DATOS PARA EL MEDICO: Sustancia de pH fuertemente ácido (1,1), corrosiva para los tejidos de los seres vivos.

VIII.- PROTECCION PERSONAL Y CONTROLES

A) PROTECCION RESPIRATORIA: De 0 a 50 ppm use mascarilla COMFO con filtros para vapores ácidos, cubre nariz y boca.
 De 51 a 200 ppm use mascarilla tipo barbilla la cual cubre toda la cara y equipo con suministro de aire autónomo.
 Mas de 200 ppm use equipo de respiración autónoma con aire a presión y traje encapsulado.

Nota: El equipo de respiración debe estar autorizado de preferencia por normas oficiales mexicanas o la NIOSH.

B) PROTECCION PARA LA PIEL: Use traje completo, botas y guantes de hule, neopreno, PVC. Use las botas por dentro del pantalón.

C) PROTECCION PARA LOS OJOS : Use goggles y careta contra salpicaduras.

D) HIGIENE: Evite el contacto con la piel y evite respirar vapores de ácido. No coma, no beba, no fume en el área donde se maneja el ácido. Lávese las manos antes de comer, beber o usar el retrete. Lave con agua la ropa o equipo de protección contaminado antes de ser usado nuevamente.

E) VENTILACION: La necesaria para mantener la concentración en el aire abajo de 5 ppm. La ventilación debe ser directa al exterior e independiente.

F) OTRAS MEDIDAS DE CONTROL Y PROTECCION : Regaderas y lavaojos de emergencia deben estar cerca de los lugares donde se maneja el ácido. Efectúe monitoreos de ácido en el medio ambiente laboral con regularidad para proteger la salud del trabajador de acuerdo a lo establecido en la norma NOM-010-STPS-1999 y Método de Análisis 027 de la misma norma.

IX.- CONTROL DE FUGAS, DERRAMES ó EMISIONES

- 1.- Restrinja el acceso al área afectada. Use el equipo de protección recomendado.
- 2.- Trate de controlar el derrame proveniente del contenedor: cierre válvulas, tapone orificios, reacomode el contenedor, trasvase el recipiente, etc.
- 3.- Los derrames deberán ser contenidos por diques de material inerte tales como: arena, tierra u otro dispositivo apropiado. Evite que el derrame llegue a fuentes de abastecimiento de agua o al alcantarillado. Use niebla de agua sobre los vapores para evitar su dispersión.
- 4.- Recoja el material derramado en recipientes apropiados.
- 5.- Una vez recogido el derrame y sobre el área afectada:
 - a) Espolvoree carbonato de sodio y lave con agua ó
 - c) Lave cuidadosamente con abundante agua el ácido remanente

X.- ECOLOGIA Y DISPOSICION DE DESECHOS

- 1.- Los residuos del ácido no neutralizados se clasifican como peligrosos de acuerdo a la CLAVE CRETIB ya que son CORROSIVOS.
- 2.- Su manejo y disposición final debe ser acorde a:
 - a) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
 - b) Reglamento de la L.G.E.E.P.A. en Materia de Residuos Peligrosos.
 - c) Las Normas Oficiales Mexicanas : NOM-052-ECOL/93 y NOM-053-ECOL/93
 - d) Demás ordenamientos técnico-legales federales, estatales o municipales aplicables.

X.- PRECAUCIONES DE MANEJO: ALMACENAMIENTO

- 1.- Evite la formación de neblinas durante las maniobras de carga y descarga en sus almacenes. Instale sistemas de absorción de vapores ácidos.
- 2.- Use el equipo de protección personal recomendado y tenga disponible regadera y lavaojos de emergencia en el área de almacenamiento.
- 3.- Almacene en contenedores cerrados de FRP (fibra de vidrio reforzada con poliéster) o acero al carbón con recubrimiento interior.
- 4.- Coloque la señalización de riesgo de acuerdo a la normatividad aplicable tales como: etiquetas, rombos o señalamientos de advertencia.
- 5.- El lugar de almacenamiento debe estar ventilado y separado de las áreas de trabajo y mucho tránsito.
- 6.- Inspeccione periódicamente los recipientes para detectar daños y prevenir fugas.
- 7.- Es recomendable que los tanques de almacenamiento tengan diques o dispositivos de control de derrames.
- 8.- Evite almacenar otros productos químicos incompatibles junto al ácido ya que pudieran reaccionar violentamente.

XII.- TRANSPORTACION

A) PRECAUCIONES PARA TRANSPORTACION: Use solo unidades autorizadas para el transporte de materiales peligrosos que cumplan con la legislación de la SCT y demás autoridades federales así como las recomendaciones hechas por el fabricante.

B) CLASIFICACION SCT ó DOT: Sustancia corrosiva Clase 8

C) ROMBO DE IDENTIFICACION EN TRANSPORTE: UN 1789

D) ETIQUETA DEL ENVASE O EMBALAJE

E) ROMBO PARA ALMACENAMIENTO



XIII.- INFORMACION ADICIONAL

En el caso de emergencia en transportación consultar la Hoja de Emergencia en Transportación adjunta, llamar al SETIQ día y noche al teléfono (01) 800 002-1400, en el D.F. al (01) (5) 559-1588.