



MODULO 16: *Primera Respuesta de Reconocimiento*

Esta sección la dividiremos en DOS áreas.

- **IDENTIFICACIÓN**
Describe los principales sistemas de identificación de materiales peligrosos.
- **PREVENCION**
Enuncia las diferentes medidas de Prevención.

1. IDENTIFICACION

Recomendaciones de NACIONES UNIDAS para el transporte de mercancías peligrosas

La ONU establece recomendaciones para la clasificación de los riesgos, la lista de mercancías peligrosas, los requisitos para el embalaje, los recipientes intermediarios y las cantidades máximas para el transporte de una sustancia, etc.

A. Sistema de Clasificación de Riesgo

La clase de riesgo de materiales peligrosos está indicada, ya sea por su número de clase (o división) o por nombre. Para un cartel correspondiente a la clase de riesgo primario de un material, la clase de riesgo o número de división deberá estar impreso en el vértice inferior del cartel. Sin embargo, ninguna clase de riesgo o número de división puede mostrarse en un cartel representando el riesgo secundario de un material. Para otros ya sean de la Clase 7 o el cartel de OXIGENO, el texto que indique un riesgo (por ejemplo, "CORROSIVO") no es requerido. El texto es utilizado solamente en los Estados Unidos. La clase de peligro o número de división deberá aparecer en el documento de embarque después de cada nombre de embarque.

CLASE 1: EXPLOSIVOS

- 1.1 Materiales y artículos con riesgo de explosión de toda la masa
- 1.2 Materiales y artículos con riesgo de proyección, pero no de explosión de toda la masa
- 1.3 Materiales y artículos con riesgo de incendio y de que se produzcan pequeños



efectos, pero no un riesgo de explosión de toda la masa

1.4 Materiales y artículos que no presentan riesgos notables. Generalmente se limita a daños en el embalaje.

1.5 Materiales muy poco sensibles que presentan riesgo de explosión de toda la masa

1.6 Materiales extremadamente insensibles que no presentan riesgo de explosión de toda la masa

CLASE 2: GASES (comprimidos, licuados o disueltos bajo presión)

2.1 Gases inflamables

2.2 Gases no inflamables, no venenosos y no corrosivos

2.3 Gases venenosos

CLASE 3: LIQUIDOS INFLAMABLES

Son líquidos, o mezclas de líquidos, o líquidos conteniendo sólidos en solución o suspensión, que liberan vapores inflamables a una temperatura igual o inferior a 60.5 °C en ensayos de crisol cerrado, o no superior a 65.6 °C en ensayos de crisol abierto.

CLASE 4: SÓLIDOS INFLAMABLES; SUSTANCIAS ESPONTANEAMENTE INFLAMABLES; SUSTANCIAS QUE EN CONTACTO CON EL AGUA EMITEN GASES INFLAMABLES

4.1 Sólido que en condiciones normales de transporte es inflamable y puede favorecer incendios por fricción.

4.2 Sustancia espontáneamente inflamable en condiciones normales de transporte o al entrar en contacto con el aire.

4.3 Sustancia que en contacto con el agua desprende gases inflamables y/o tóxicos.

CLASE 5: SUSTANCIAS OXIDANTES, PEROXIDOS ORGANICOS

5.1 Sustancia que causa o contribuye a la combustión por liberación de oxígeno.

5.2 Peróxidos orgánicos. Compuestos orgánicos capaces de descomponerse en forma explosiva o son sensibles al calor o fricción.

CLASE 6: SUSTANCIAS VENENOSAS. SUSTANCIAS INFECCIOSAS

6.1 Sólido o líquido que es venenoso por inhalación de sus vapores.

6.2 Materiales que contienen microorganismos patógenos.

CLASE 7: MATERIALES RADIATIVOS

Se entiende por material radiactivo a todos aquellos que poseen una actividad mayor a 70 kBq/Kg (kilobequerelios por kilogramo) o su equivalente de 2 nCi/g (nanocurios por gramo).

CLASE 8: SUSTANCIAS CORROSIVAS

Sustancia que causa necrosis visibles en la piel o corroe el acero o el aluminio.

CLASE 9: MISCELANEOS

9.1 Cargas peligrosas que están reguladas en su transporte pero no pueden ser incluidas en ninguna de las clases antes mencionadas.

9.2 Sustancias peligrosas para el medioambiente.

9.3 Residuo peligroso.

La resolución 195/97 incorpora a la señal de identificación el denominado “CODIGO DE RIESGO” el cual se compone de 2 o 3 dígitos e indica el tipo e intensidad del riesgo. La importancia se consigna de izquierda a derecha.



Núm. Tipo de Riesgo

- 2 Emisión de gases debido a la presión o reacción química.
- 3 Inflamabilidad de líquidos (vapores) y gases o líquidos que experimentan un calentamiento espontáneo.
- 4 Inflamabilidad de sólidos o sólidos que experimentan calentamiento espontáneo.
- 5 Efecto oxidante (comburente)
- 6 Toxicidad
- 7 Radiactividad
- 8 Corrosividad
- 9 Riesgo de reacción violenta espontánea.
- X La sustancia reacciona violentamente con el agua (se coloca como prefijo del código).

ACADEMIA NACIONAL DE CAPACITACION
MANUAL – 1er. NIVEL



CODIGOS DE RIESGO

20	Gas inerte.
22	Gas refrigerado.
223	Gas refrigerado inflamable.
225	Gas refrigerado oxidante (comburente).
23	Gas inflamable.
236	Gas inflamable, tóxico.
239	Gas inflamable, que puede espontáneamente provocar una reacción violenta.
25	Gas oxidante (comburente).
26	Gas tóxico.
265	Gas tóxico, oxidante (comburente).
266	Gas muy tóxico.
268	Gas tóxico, corrosivo.
286	Gas corrosivo, tóxico.
30	Líquido inflamable (PI: entre 23°C y 60,5°C)
323	Líquido inflamable, que reacciona con el agua emitiendo gases inflamables.
X323	Líquido inflamable, que reacciona peligrosamente con el agua emitiendo gases inflamables (*).
33	Líquido muy inflamable (PI: menor a 23°C)
333	Líquido pirofórico
X333	Líquido pirofórico que reacciona peligrosamente con el agua (*).
336	Líquido muy inflamable, tóxico.
338	Líquido muy inflamable, corrosivo.
X338	Líquido muy inflamable, corrosivo que reacciona peligrosamente con el agua (*).
339	Líquido muy inflamable, que puede espontáneamente provocar una reacción violenta.
36	Líquido que experimenta calentamiento espontáneo, tóxico.
362	Líquido inflamable, tóxico, que reacciona con el agua emitiendo gases inflamables.
X362	Líquido inflamable, tóxico, que reacciona peligrosamente con el agua emitiendo gases inflamables (*).
38	Líquido que experimenta calentamiento espontáneo, corrosivo.
382	Líquido inflamable, corrosivo, que reacciona con el agua emitiendo gases inflamables (*).
X382	Líquido inflamable, corrosivo, que reacciona peligrosamente con el agua emitiendo gases inflamables (*).
39	Líquido inflamable que puede provocar espontáneamente una reacción violenta.
40	Sólido inflamable o sólido que experimenta calentamiento de espontáneo.

ACADEMIA NACIONAL DE CAPACITACION
MANUAL – 1er. NIVEL



423	Sólido que reacciona con el agua emitiendo gases inflamables.
X423	Sólido inflamable que reacciona peligrosamente con el agua emitiendo gases inflamable (*).
44	Sólido inflamable que a una temperatura elevada se encuentra en estado fundido.
446	Sólido inflamable, tóxico, que a una temperatura elevada se encuentra en estado fundido.
46	Sólido inflamable o sólido que experimenta calentamiento de espontáneo, tóxico.
462	Sólido tóxico, que reacciona con el agua emitiendo gases inflamables.
48	Sólido inflamable o sólido que experimenta calentamiento de espontáneo, corrosivo.
482	Sólido corrosivo, que reacciona con el agua emitiendo gases inflamables.
50	Sustancia oxidante (comburente).
539	Peróxido orgánico inflamable.
55	Sustancia muy oxidante (comburente)
556	Sustancia muy oxidante (comburente), tóxica.
558	Sustancia muy oxidante (comburente), corrosiva.
559	Sustancia muy oxidante (comburente), que puede provocar espontáneamente una reacción violenta.
56	Sustancia oxidante, tóxica.
568	Sustancia oxidante, tóxica, corrosiva.
58	Sustancia oxidante, corrosiva.
59	Sustancia oxidante, tóxica que puede provocar espontáneamente una reacción violenta.
60	Sustancia tóxica o nociva.
63	Sustancia tóxica o nociva, inflamable (P.I. entre 23°C y 60.5°C).
638	Sustancia tóxica o nociva, inflamable (P.I. entre 23°C y 60.5°C), corrosiva
639	Sustancia tóxica o nociva, inflamable (P.I. entre 23°C y 60.5°C) que puede provocar espontáneamente una reacción violenta.
66	Sustancia muy tóxica.
663	Sustancia muy tóxica (P.I.: no mayor a 60.5°C)
68	Sustancia tóxica o nociva, corrosiva.
69	Sustancia tóxica o nociva que puede provocar espontáneamente una reacción violenta.
70	Material radiactivo.
72	Gas radiactivo.
723	Gas radiactivo, inflamable.
73	Líquido radiactivo, inflamable (P.I.: no mayor a 60.5 °C).
74	Sólido radiactivo, inflamable.
75	Material radiactivo, oxidante.
76	Material radiactivo, tóxico.
78	Material radiactivo, corrosivo.

80	Sustancia corrosiva.
X80	Sustancia corrosiva, que reacciona peligrosamente con el agua (*).
83	Sustancia corrosiva, inflamable (P.I.: entre 23°C y 60.5°C).
X83	Sustancia corrosiva, inflamable (P.I.: entre 23°C y 60.5°C), que reacciona peligrosamente con el agua (*).
839	Sustancia corrosiva, inflamable (P.I.: entre 23°C y 60.5°C), que puede provocar espontáneamente una reacción violenta.
X839	Sustancia corrosiva, inflamable (P.I.: entre 23°C y 60.5°C), que puede provocar espontáneamente una reacción violenta y que reacciona peligrosamente con el agua (*).
85	Sustancia corrosiva, oxidante (comburente).
856	Sustancia corrosiva, oxidante (comburente) y tóxica.
86	Sustancia corrosiva y tóxica.
88	Sustancia muy corrosiva.
X88	Sustancia muy corrosiva que reacciona peligrosamente con el agua (*).
883	Sustancia muy corrosiva, inflamable (P.I.: entre 23°C y 60.5°C).
885	Sustancia muy corrosiva, oxidante (comburente).
886	Sustancia muy corrosiva, tóxica.
X886	Sustancia muy corrosiva, tóxica, que reacciona peligrosamente con el agua (*).
89	Sustancia corrosiva, que puede provocar espontáneamente una reacción violenta.
90	Sustancias peligrosas diversas.

(*) No debe usarse agua, excepto con la aprobación de un especialista.

Placas de Identificación

Clase 1 – Explosivos



Clase 2 – Gases



Clase 3 - Líquidos Inflamables



Clase 4 - Sólidos Inflamables



Clase 5 - Sustancias Oxidantes - Peróxidos Orgánicos



Clase 6 - Sustancias Tóxicas



Clase 7 - Materiales Radioactivos










Clase 8 - Sustancias Corrosivas



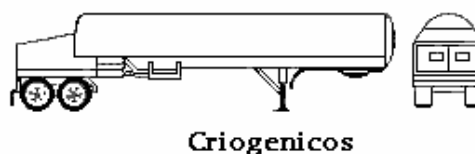
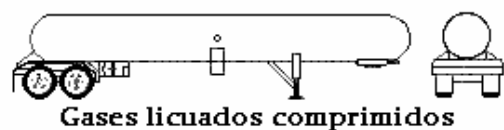
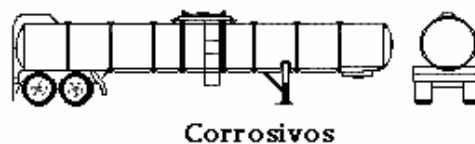
Clase 9 - Misceláneos

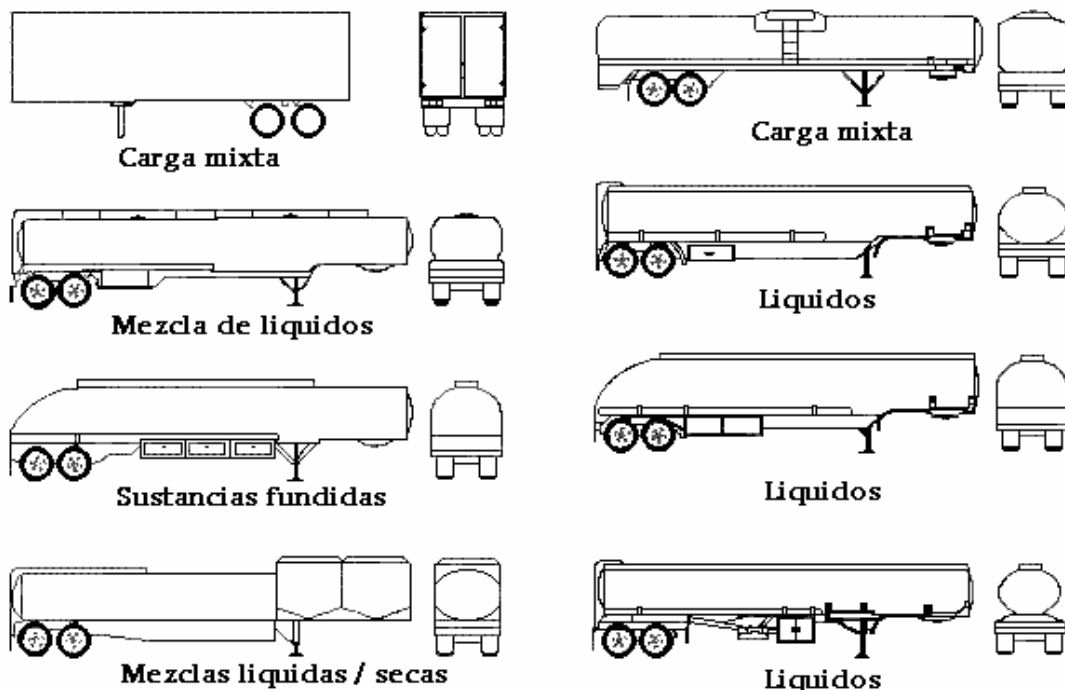


ORIENTACIÓN POR COLORES

Naranja: Explosivo		Azul: Reactivo	
Amarillo: Oxidante		Verde: No Inflamable	
Blanco: Tóxico		Rojo: Inflamable	
		Negro: Corrosivo	

A. Identificación por Siluetas de los Transportes





B. Colocación de Paneles de Seguridad y Etiquetas de Riesgo en las Unidades de Transporte

Las figuras que aparecen en este Anexo corresponden a las situaciones contempladas en la Resolución GMC N° 2/99. Son consideradas aceptables situaciones que atiendan a lo establecido en el apartado 3.2.2.

Las etiquetas de riesgo y paneles de seguridad no se encuentran a escala real, debiendo observarse las medidas mínimas indicadas en el Capítulo VII del Anexo II del Acuerdo.

Unidad de transporte (tanque o de carga general) cargada con una única mercancía peligrosa (Ver Figura 1).

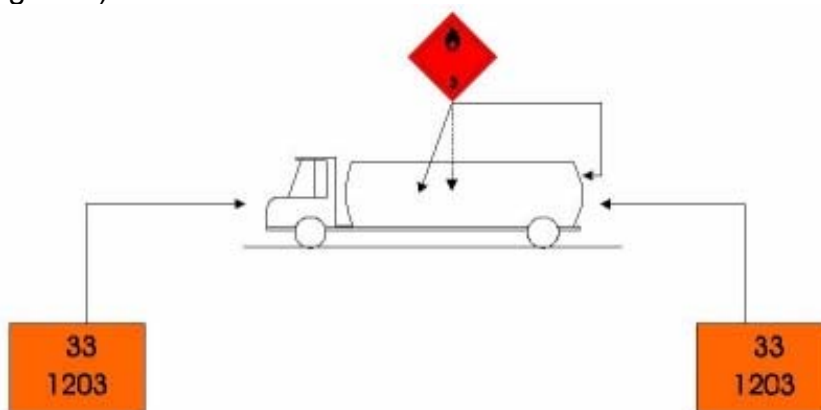


FIGURA 1
Vehículo cisterna cargado con dos mercancías de la misma clase o división (Ver Figura 2)(*)

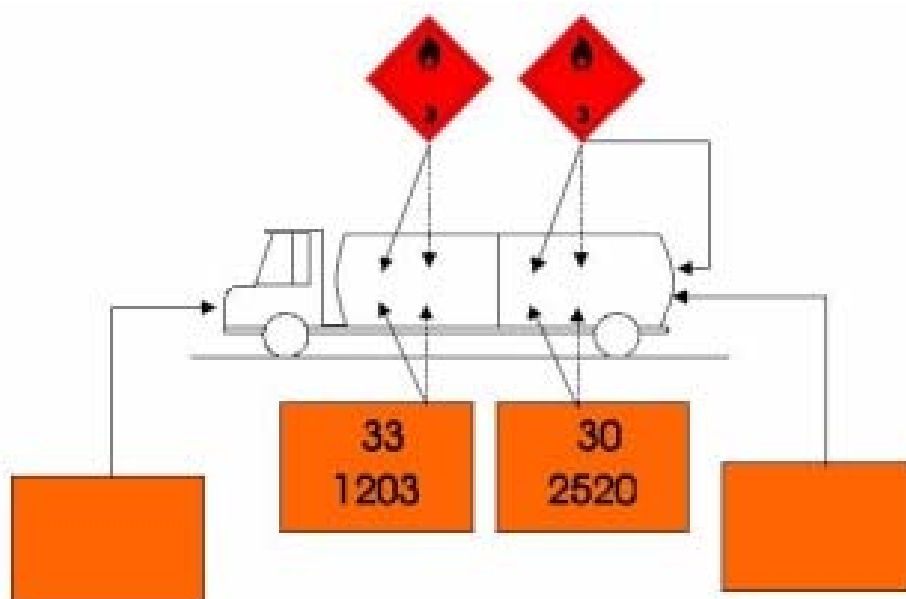


FIGURA 2

(*) La identificación de un vehículo-cisterna compartimentado transportando, concomitantemente, más de una de las siguientes mercancías: alcohol, gas-oil, nafta o keroseno, se efectuará de conformidad con lo indicado en el ítem 2.1.1.5 del Capítulo II del Acuerdo.

Vehículo de carga general con dos o más mercancías peligrosas de la misma clase o división (Ver Figura 3).

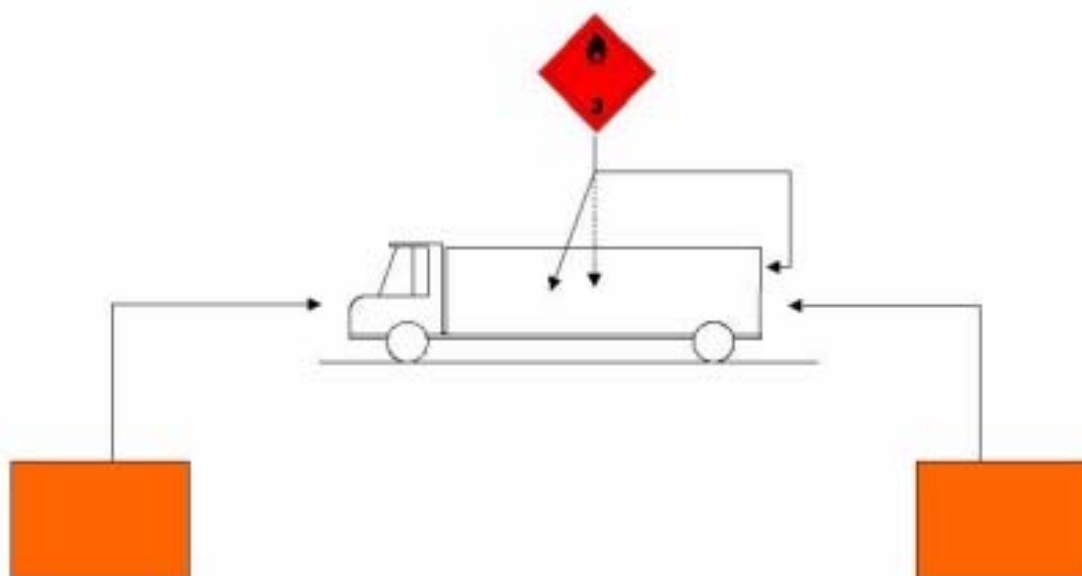


FIGURA 3

Unidad de transporte (cisterna o de carga general) cargada con una única mercancía peligrosa, que exige una etiqueta de riesgo principal y otra de riesgo secundario. (Ver Figura 4)

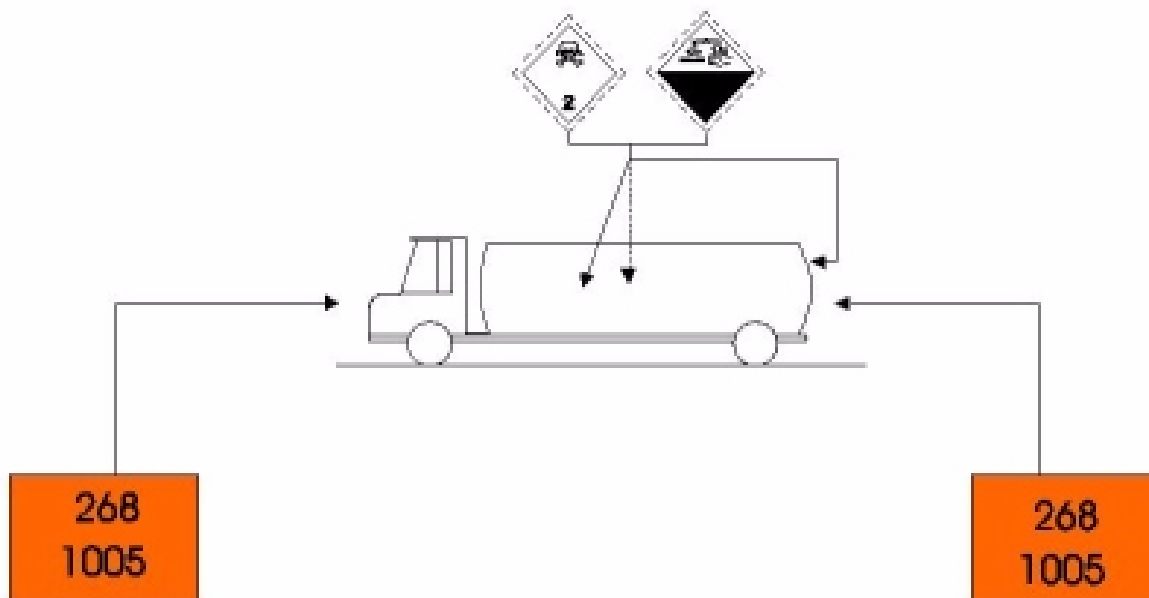


FIGURA 4

Vehículo cisterna con dos o más mercancías peligrosas de diferentes clases o división (Ver Figura 5).

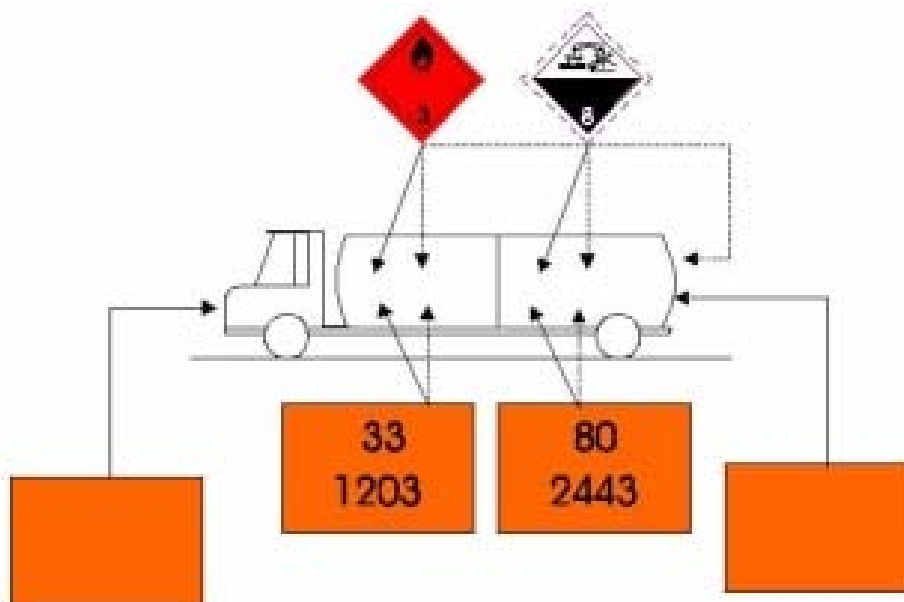


FIGURA 5

Vehículo de carga general con dos o más mercancías peligrosas de diferentes clases o división (Ver Figura 6).

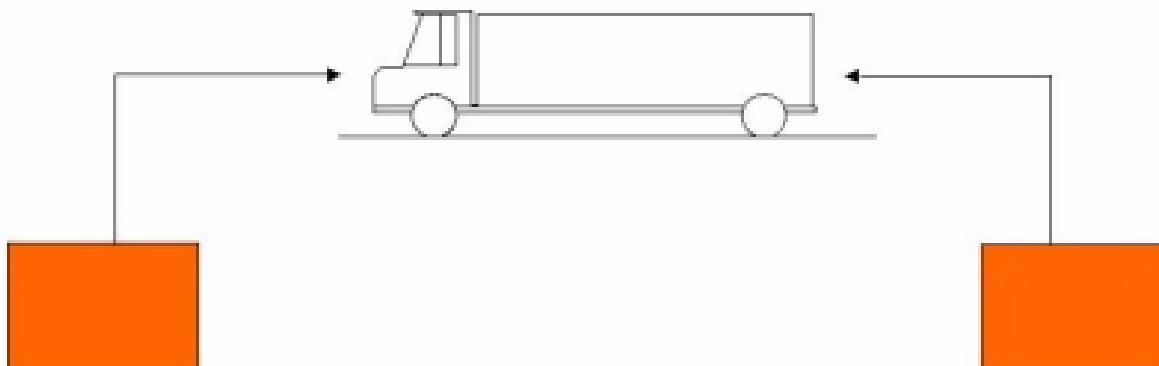


FIGURA 6
Tren de carretera (camión y remolque) cargado con dos o más mercancías peligrosas de diferentes clases o división (Ver Figura 7).

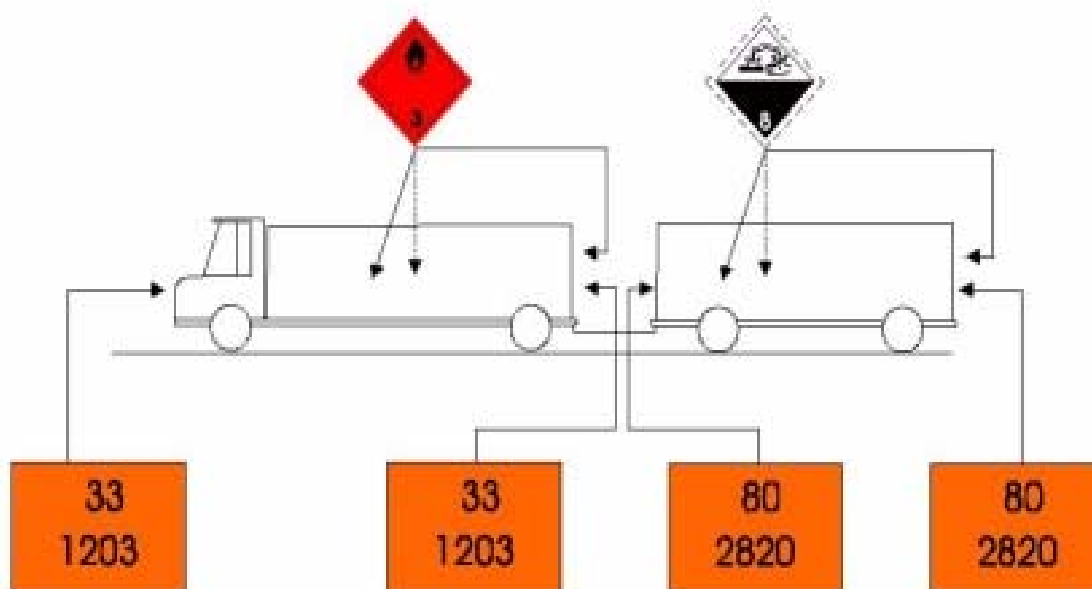


FIGURA 7
Vehículo de carga general con una mercancía peligrosa en cantidad igual o inferior a la cantidad exenta y varios productos no peligrosos (descartadas las incompatibilidades) (Ver Figura 8).

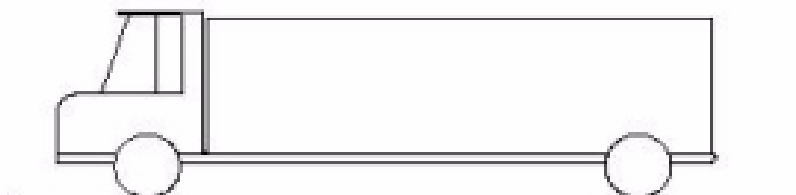


FIGURA 8

Vehículo de carga general con una mercancía peligrosa en cantidad superior a la exenta y varias no peligrosas (descartadas las incompatibilidades) (Ver Figura 9).

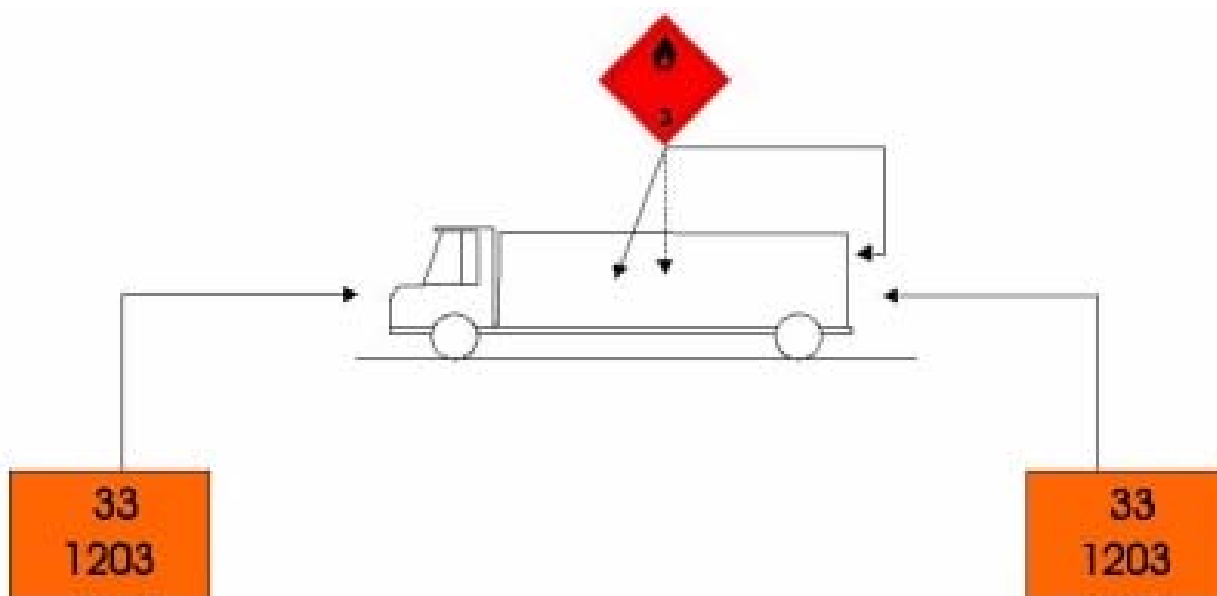


FIGURA 9

D. Sistema de Identificación de Materiales

En el ambiente existen agentes capaces de provocar daños. Pueden clasificarse en :

Agentes biológicos peligrosos: seres vivos con capacidad para provocar lesiones, enfermedad o muerte a quienes están expuestos a ellos.

Agentes físicos peligrosos: cuerpos que emiten radiaciones que producen lesiones, enfermedad o muerte a los seres vivos expuestos.

Agentes químicos peligrosos: elementos y compuestos que de acuerdo a sus



características (tóxicos; corrosivos, explosivos, inflamables y otras) pueden producir lesiones, enfermedad o muerte en los seres vivos expuestos y daños a objetos y al medio ambiente.

Transporte de Materiales Peligrosos

Con objeto de proteger al medio ambiente y a las personas, el transporte de mercancías peligrosas se rige por una serie de leyes y directrices. Estas reglas contienen disposiciones sobre protección, aplicables al transporte de mercancías peligrosas. Los requerimientos que se imponen durante el transporte de mercancías peligrosas se basan en las Recomendaciones sobre lo que se conoce como el LIBRO NARANJA de las Naciones Unidas. Este sistema se ha ideado para ser aplicado a nivel mundial a todos los modos de transporte de mercancías peligrosas (carretera, ferrocarril, marítimo, fluvial y aéreo).

Cuando se trata del transporte de mercancías peligrosas, existen diferentes disposiciones aplicables a los diferentes modos de transporte :

- **ADR** para el transporte internacional por carretera
- **RID** para el transporte por ferrocarril
- **Código-IMDG** para el transporte marítimo
- **IATA-DGR** para el transporte aéreo (en conjunción con ICAO-TI)

Por regla general, el transporte de mercancías peligrosas a través de las vías fluviales, está sujeto a las normativas nacionales. Por ejemplo, el transporte por el río Rin está gobernado por el ADN R .

Dentro del contexto internacional numerosos países han adoptado las recomendaciones de las Naciones Unidas y del ADR para redactar sus propias leyes y acuerdos para el transporte de materiales peligrosos. Es así como en la región latinoamericana nace en el ámbito del MERCOSUR (bloque económico integrado por Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay; y Chile como socio externo) el “Acuerdo sobre Transporte de Mercancías Peligrosas y sus Anexos”

El principal objetivo de las regulaciones es la protección de los seres humanos, el medio ambiente y los modos de transporte de los peligros específicos asociados con el transporte de mercancías peligrosas.

Vistas desde esta perspectiva, las regulaciones se centran principalmente en la protección de tres áreas diferentes:

- E. En vista del peligro potencial, **el personal del vehículo** debe satisfacer una serie de estrictas normativas de protección.
- F. A fin de proteger el **medio ambiente**, el ADR incluye disposiciones especiales sobre la manipulación de mercancías peligrosas. Estas disposiciones se han ideado para evitar la contaminación del aire, del suelo y del agua.
- G. **El tráfico en la carretera** conlleva de por sí una amplia variedad de peligros que hace necesario que se evite cualquier peligro adicional. Por ello, el ADR incluye provisiones sobre el uso de los vehículos y de sus equipos.



PROPIEDADES PELIGROSAS

Los materiales peligrosos están divididos en 9 clases conforme al grado de peligro que presentan. Las rúbricas de estas clases de mercancías peligrosas describen el principal peligro que presentan las mercancías. Los peligros principales se identifican en el embalaje de las mercancías, marcando los embalajes con etiquetas de peligro conforme a la clase del material, y a las disposiciones aplicables.

Cuando se transporten mercancías peligrosas a puertos de mar o aeropuertos es posible utilizar únicamente etiquetas y marcas de peligro en el idioma inglés, a fin de evitar volver a marcar o etiquetar los embalajes en cada puerto. De esta forma se asegura que las personas que toman parte en el proceso de transporte están informadas desde el primer momento sobre los posibles peligros que presentan las mercancías.

Información sobre las Materias

La información relativa a los materiales varía conforme a la clase. Las explicaciones que se ofrecen a continuación se centran en los principales riesgos. Cualquier riesgo secundario se describe mediante las etiquetas de peligro.

Clase 1 - Materiales explosivos

Los materiales que, por reacción química, son capaces de ocasionar una explosión, se cubren en la enumeración de la clase 1 .

Las explosiones, tales como incendios, pueden con frecuencia ocasionar daños considerables. Los seres humanos únicamente tienen posibilidades de sobrevivir una explosión sin sufrir lesiones personales si se encuentran lo suficientemente lejos del centro de explosión.

Las airbags están clasificadas bajo la rúbrica 1.4 G como material u objeto pirotécnico. Asimismo, es posible clasificar a las airbags como clase 1.4 S si están embaladas de tal forma que cualquier efecto ocasionado por una reacción no deseada quede limitado al embalaje.

Además del peligro de explosión, los materiales pertenecientes a la clase 1 incluyen el peligro ocasionado por la proyección de fragmentos y por la onda expansiva. También pueden surgir peligros secundarios ocasionados por el fuego, el humo o por las temperaturas muy elevadas.

Clase 2 - Gases

Con objeto de paliar los peligros que presentan los gases , es importante estar familiarizado con las propiedades de los gases que se están manipulando. Las propiedades se indican mediante las letras que prosiguen al número.

Muchos gases inflamables pesan más que el aire y cuando se desprenden, se comportan como los líquidos. Se concentran en las cunetas y en las cloacas, donde pueden producir mezclas explosivas.

La etiqueta de peligro correspondiente a la clase 2 indica que el recipiente de transporte contiene un gas a presión. Si un gas presenta peligros secundarios, estos se indican mediante la etiqueta de peligro correspondiente.



Clase 3 - Materiales líquidas inflamables

Las materias líquidas inflamables de la clase 3 siempre presentan el peligro de incendio. Por esta razón siempre llevan una etiqueta correspondiente a clase 3

Asimismo, las materias de la clase 3 podrían presentar peligros secundarios como toxicidad o corrosividad. Estos se indican en los embalajes mediante etiquetas de peligro conforme a los modelos número 6.1 u 8. En muchos casos, las materias de esta clase son también materias que contaminan el agua y por ello están sujetas a las disposiciones de los estatutos medio ambientales. Las materias y los objetos de la clase 3 se subdividen del modo siguiente:

A	Materias con un punto de inflamación inferior a 23 °C,	no tóxicas, no corrosivas
B	Materias con un punto de inflamación inferior a 23 °C,	Tóxicas
C	Materias con un punto de inflamación inferior a 23 °C	Corrosivas
D	Materias con un punto de inflamación inferior a 23 °C	tóxicas y corrosivas, así como los objetos que contengan dichas materias
E	Materias con un punto de inflamación de 23 °C a 61 °C, valores límites comprendidos	que puedan presentar un grado menor de toxicidad o corrosividad
F	Materias y preparados que sirvan de plaguicidas con un punto de inflamación inferior a 23 °C	
G	Materias con un punto de inflamación superior a 61 °C	transportadas o entregadas al transporte en caliente a una temperatura igual o superior a su punto de inflamación
H	Embalajes vacíos	

Clase 4.1 - Materiales sólidas inflamables

La clase 4.1 abarca materiales sólidos inflamables. Por ejemplo, dentro de la clase se incluyen, polvos de metal procedentes de fábricas de esmerilado. Las materias de la clase 4.1 pueden inflamarse bajo la proyección de chispas o pueden causar un incendio por efecto del frotamiento.

Las materias que corresponden a la clase 4.1 llevan una etiqueta de peligro conforme al modelo número 4.1.

Las materias de la clase 4.1 pueden presentar peligros secundarios como toxicidad o corrosividad. Estos se indican en los embalajes mediante etiquetas de riesgo secundario correspondiente a clases 6.1 u 8.

Clase 4.2 - Materiales susceptibles a la inflamación espontánea



El peligro de estas sustancias, mezclas y soluciones (líquidas o sólidas) es que pueden inflamarse en contacto con el aire. Estas materias pirofóricas pueden inflamarse en cuestión de minutos. Otras materias incluidas en esta clase son aquellas que pueden calentarse en contacto con el aire, sin aporte de energía, pero únicamente pueden inflamarse en gran cantidad y después de un largo período de tiempo (horas o días).

Los materiales de la clase 4.2 también pueden desprender gases inflamables. Esto se indica marcando los embalajes con una etiqueta de riesgo secundario correspondiente a clase 4.3, además del modelo número 4.2. Los materiales de esta clase también pueden presentar el peligro secundario de toxicidad o corrosividad.

Clase 4.3 - Materiales que, al contacto con el agua, desprenden gases inflamables

Los materiales peligrosos de la clase 4.3 reaccionan con el agua para desprender gases inflamables que pueden formar mezclas explosivas con el aire. Para algunos materiales, la humedad es suficiente para ocasionar este efecto.

Además de presentar un peligro de incendio, los gases que se forman de este modo pueden ser tóxicos o corrosivos. Estos peligros secundarios se indican mediante una etiqueta de peligro correspondientes a las clases 6.1 u 8.

En caso de producirse un incendio, es muy importante informar al servicio de bomberos sobre las propiedades peligrosas de estas materias, puesto que este tipo de incendio no puede extinguirse con agua.

Clase 5.1 - Materiales oxidantes

Los materiales oxidantes de la clase 5.1 se indican mediante una etiqueta de peligro conforme al modelo número 5.1. En esta clase se incluyen materias que, sin ser siempre combustibles ellas mismas, pueden, por lo general al desprender el oxígeno, provocar o favorecer la combustión de otras materias. Los incendios o las fuentes de ignición se intensifican si entran en contacto con estas materias.

Clase 5.2 - Peróxidos orgánicos

Los peróxidos orgánicos son materias térmicamente inestables de la clase 5.2. Las materias de esta clase se indican mediante una etiqueta de peligro conforme al modelo número 5.2. Son peróxidos susceptibles o que favorecen la inflamación de otras materias o que se inflaman espontáneamente. Algunos peróxidos son tan sensibles que únicamente pueden transportarse bajo condiciones de temperatura controlada .

Clase 6.1 - Materiales tóxicos

El título de la clase 6.1 cubre las materias tóxicas de las que, por experiencia, se sabe o bien cabe admitir, en base a experimentos realizados sobre animales, que pueden dañar la salud del ser humano o causar muerte.

Los efectos tóxicos de una materia dependen de los factores siguientes:



- La forma de ingestión (inhalación, ingestión o absorción cutánea)
- La concentración de la materia
- El tiempo que el veneno actúa sobre el cuerpo.

Los peligros secundarios que presentan las materias tóxicas se indican mediante etiquetas de peligro correspondientes a las clases 3, 5 u 8.

Clase 6.2 - Materiales infecciosos

La clase 6.2 abarca las materias de las que se sabe o de las que hay razones para creer que contienen agentes patógenos, de los que se sabe o existen motivos para creer que provocan enfermedades infecciosas a los animales o a los seres humanos.

Clase 7 - Materiales radiactivos

El principal peligro que presentan las materias radiactivas es que los seres humanos no pueden percibir sus peligros a través de los sentidos. La radiactividad no puede olerse, probarse o sentirse y únicamente puede identificarse utilizando los equipos de medición apropiados. La duración y la intensidad de la radiación a la que se está expuesto influencia en gran medida el daño ocasionado a los seres humanos. En muchos casos, sin embargo, las consecuencias de los daños ocasionados por la radiación, únicamente aparecen transcurridos muchos años después de la exposición.

Clase 8 - Materias corrosivas

El título de la clase 8 abarca las materias que, por acción química, dañan el tejido epitelial y las mucosas al entrar en contacto con ellas, o que en caso de fuga puedan originar daños a otras mercancías o a los medios de transporte o destruirlos, pudiendo, asimismo, dar lugar a otros peligros.

Por lo tanto, las características de corrosividad de las diversas materias varían en gran medida. Pueden ser tan fuertes que lleguen a dañar el metal (corrosión). A menudo, las materias corrosivas se encuentran en estado líquido, sin embargo también existen materias corrosivas en estado sólido.

Clase 9 - Materias y objetos peligrosos diversos

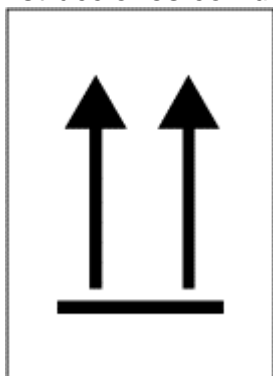
Puesto que las mercancías comprendidas en la clase 9 no presentan un peligro específico para su clase, la etiqueta de peligro conforme al modelo número 9 es abstracta.

Las mercancías peligrosas comprendidas en la clase 9 pueden tener una amplia variedad de características. Por ello la clase 9 comprende, por ejemplo, bifenilos policlorinados (PCBs), materias sólidas o líquidas peligrosas para el medio ambiente o materias de temperatura elevada que no pueden asignarse bajo ninguna otra clase.

E. Otras marcas en los embalajes

Incluso las marcas en los embalajes tales como la siguiente, indican un peligro correspondiente.

La siguiente etiqueta de peligro no indica ningún peligro específico. No obstante, ofrece instrucciones comúnmente entendidas para la manipulación de los embalajes.



El peligro que presentan las materias de temperatura elevada se muestra en la figura que aparece a continuación. Ésta debe colocarse en los vehículos en cuestión y tener laterales de al menos 250 mm.



**figura para las materias
de temperatura elevada**

Daños ocasionados por las mercancías peligrosas

A fin de responder al daño que pueden ocasionar las mercancías peligrosas, debemos estar familiarizados con los principios físicos y químicos sobre el que se basa este principio.

La densidad nos dice el número de veces que una materia es más pesada o más ligera que el agua. Por ejemplo el diesel tiene una densidad aproximada de 0,78 kg/l, mientras que el agua, a comparación, tiene una gravedad específica de 1 kg/l.

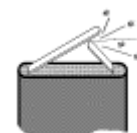
Las materias se expanden con el calor y se contraen con el frío. Este comportamiento debe tenerse en cuenta cuando se llenan los embalajes y las cisternas, puesto que de lo contrario podría dar como resultado en un aumento inadmisibles de la presión en el recipiente utilizado para el transporte de la mercancía peligrosa.

Un incendio únicamente puede iniciarse o arder si se encuentran presentes tres socios necesarios para producir una reacción.

Materia inflamable



El triángulo de peligro es especialmente útil a la hora de ilustrar este problema. Los tres lados del triángulo representan los socios reactivos necesarios para que se produzca un incendio. Sin embargo, cuando se suprime uno de estos socios reactivos, es prácticamente imposible que se produzca un incendio o se extinguiría un incendio en progreso.



Para que se produzca un incendio, la disponibilidad de una materia inflamable y su temperatura son factores decisivos.

En el caso de los líquidos, no es el propio líquido el que arde, sino los vapores que éste desprende. La cantidad de vapor que desprende una materia depende de la materia misma (es decir, su composición química), la temperatura de la materia y el tamaño de la superficie de la materia que entra en contacto con el aire.

Los incendios pueden iniciarse a través de una amplia variedad de fuentes de ignición.

Fuentes de ignición

Durante el transporte de mercancías peligrosas las fuentes de ignición más peligrosas son el fuego o las llamas expuestas.

Una descarga electrostática originada mediante la fricción de varias materias puede producirse en conductos pobres o en metales conductores escasamente aislados y por lo tanto debe eliminarse inmediatamente. De lo contrario, la chispa descargada podría ser una fuente de ignición suficiente para iniciar un incendio.

Una chispa eléctrica procedente de un interruptor o batería es asimismo una fuente de ignición y puede ocasionar un incendio si se encuentran presentes los otros dos socios reactivos.

Incluso una superficie caliente puede ser una fuente de ignición. Por ejemplo, la temperatura de la superficie de un sistema de escape (en especial, el múltiple de escape) de un vehículo de motor puede tener una temperatura lo suficientemente elevada para prender una materia.

Lesiones personales



Las personas pueden resultar afectadas por las mercancías peligrosas de varias formas. Esto depende del estado de las mismas, que pueden ser gases, líquidos o sólidos. Las materias pueden introducirse en el cuerpo humano por:

- contacto cutáneo
- contacto ocular
- inhalación
- ingestión

El grado al que el cuerpo humano puede resultar dañado por una mercancía peligrosa depende de la cantidad absorbida y del peligro que la propia mercancía presenta.

Daños al medio ambiente

Los daños al medio ambiente asociados con ciertas mercancías peligrosas también pueden afectar a los seres humanos y a la cadena alimenticia .

Casi siempre que se produce un escape de mercancías peligrosas, se daña el medio ambiente. Las materias en polvo y líquidas que están atomizadas desprenden una mezcla de vapores cuando entran en contacto con el aire para crear aerosoles que pueden inhalarse por los seres humanos y por los animales. En forma de nubes peligrosas, las materias nocivas pueden dispersarse sobre grandes distancias y ocasionar graves daños.

Estas nubes se depositan sobre las plantas, y de esta forma la materia peligrosa se introduce en la cadena alimenticia. Muchas de estas materias únicamente son biodegradables con dificultad, si esto es posible. Esto da como resultado concentraciones de estas sustancias en los cuerpos de los animales destinados a la cadena alimenticia.

Asimismo, la penetración de materias nocivas en el suelo presenta un gran peligro puesto que contaminan el suelo y los cursos de agua subterráneos. Sin embargo, algunas de estas materias peligrosas serán absorbidas por las plantas y de esta forma se introducen en la cadena alimenticia como los alimentos que consumen los animales.

Hoy en día, el agua es uno de los recursos naturales más importante para la humanidad. Incluso pequeñas cantidades de materiales peligrosos tales como aceite, pueden contaminar grandes cantidades de agua.

F. Identificación Mediante la Norma NFPA 704

El sistema normalizado para la identificación de riesgos de materiales peligrosos (NFPA 704)

Este sistema se basa en la representación visual de la información sobre tres categorías de riesgo: para la salud, inflamabilidad y reactividad, además del nivel de gravedad de cada uno. También señala ocho riesgos especiales. El rombo da información accesible e inmediata. El sistema normalizado (estandarizado) usa números y colores en un aviso para definir los peligros básicos de un material peligroso en una escala de cinco valores en la que el cero es el menor peligro y el cuatro el mayor.-

Diagrama de la Escala del Diamante NFPA 704

**ACADEMIA NACIONAL DE CAPACITACION
MANUAL – 1er. NIVEL**





<p>o de Salud</p>		<p>sición de corta duración puede causar muerte o daños serios a la salud a pesar de recibir atención médica inmediata.</p>
		<p>sición corta puede causar daños serios temporales o prolongados a la salud a pesar de recibir atención médica inmediata.</p>
		<p>sición intensa o continuada puede causar incapacitación temporal o posibles daños prolongados a menos que se reciba atención médica inmediata.</p>
		<p>sición puede causar irritaciones pero solo causa heridas leves aún sin tratamiento.</p>
		<p>sición bajo condiciones de incendio no presenta ningún riesgo aparte del mismo que cualquier material combustible regular.</p>
<p>abilidad</p>		<p>poriza rápida o completamente a presión y temperatura normales, o se dispersa en el aire y se enciende con facilidad.</p>
		<p>los y sólidos que se pueden encender bajo casi cualquier condición ambiental.</p>
		<p>ser calentado moderadamente o ser expuesto a una temperatura relativamente alta antes de que pueda encenderse.</p>
		<p>be calentar antes de poder encenderse.</p>
		<p>iales que no se queman.</p>



<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">Reactividad</div> </div>		<p>mente dispuesto a la detonación, descomposición explosiva o reacción a temperaturas y presiones normales.</p>
		<p>esto a la detonación o reacción explosiva pero requiere una fuente poderosa de inicio o debe ser calentado bajo contención antes de iniciarse, o reacciona explosivamente con el agua.</p>
		<p>almente inestable y fácilmente se somete a descomposición violenta, pero no se puede detonar. También puede reaccionar violentamente con el agua o formar potencialmente mezclas explosivas con agua.</p>
		<p>almente estable, pero puede desestabilizarse a altas temperaturas y presiones o puede reaccionar con agua con alguna emisión de energía, pero no violenta.</p>
		<p>almente estable, aún cuando expuesto al fuego, y no reacciona con agua.</p>
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">Riesgos Especiales</div> </div>	<p>sección se utiliza para representar riesgos especiales. Uno de los más comunes es la reactividad excepcional con el agua. La letra W con una raya horizontal W (como se ve en el gráfico) indica un riesgo potencial cuando se use agua para apagar un incendio con este material.</p> <p>símbolos, abreviaciones o palabras podrían aparecer allí para indicar riesgos inusuales, entre ellos los siguientes (no todos siguen el sistema de nombres de la NFPA):</p>	
		<p>un oxidante, un químico que puede aumentar significativamente la marcha de combustión o fuego.</p>
		<p>un material ácido, o material corrosivo, que tiene un pH menor que 7.0.</p>



		un material alcalino, también llamado básico. Estos materiales cáusticos tienen un pH mayor que 7.0.
		un material corrosivo, que puede ser ácido o básico.
		es otro símbolo que se usa para los corrosivos.
		lavera se usa para indicar un veneno o material de extrema toxicidad.
		símbolo internacional de radiactividad se usa para indicar peligros radiactivos. Materiales radiactivos son extremadamente peligrosos cuando se inhalan.
		un material explosivo. Este símbolo puede ser redundante porque los explosivos se reconocen fácilmente por su clasificación de reactividad.

G. Condiciones del Transporte

El transporte de mercancías peligrosas solo puede ser realizado por vehículos y equipamientos (como por ejemplo cisternas y contenedores) cuyas características técnicas y estado de conservación garanticen seguridad compatible con los riesgos correspondientes a las mercancías transportadas.

1.- Los vehículos y equipamientos especializados para el transporte de mercancías peligrosas a granel deben ser fabricados de acuerdo con las normas y reglamentos técnicos vigentes. En la inexistencia de estos, con una norma técnica reconocida internacionalmente y aceptada por la autoridad competente.

2.- Cada Autoridad de Aplicación indicará el organismo responsable para certificar directamente a través de una entidad por el designada, la adecuación de los vehículos y equipamientos al transporte de mercancías peligrosas a granel, así como para expedir el correspondiente certificado de habilitación.

3.- Los vehículos y equipamientos que trata este artículo, serán inspeccionados con la



periodicidad establecida por la norma técnica respectiva, por el organismo competente o la entidad por el designada.

4.- En caso de accidente, avería o modificación estructural, los vehículos y equipamientos referidos, deben ser inspeccionados y ensayados por el organismo competente o por la entidad por él designada, antes de su retorno a la actividad.

5.- Luego de cada inspección será expedido un nuevo certificado de habilitación.

Los vehículos y equipamientos que hayan sido usados en el transporte de mercancías peligrosas solo podrán ser utilizados para otro fin, luego de haberseles efectuado una completa liquidación y descontaminación.

1.- Toda operación de limpieza y descontaminación será realizada en lugares apropiados, y la disposición de los residuos de los contenidos y productos utilizados en la limpieza deben cumplir las legislaciones y normas vigentes de la jurisdicción.

2.- Las condiciones para la limpieza y descontaminación de los vehículos y equipamientos después de la descarga, serán establecidas en conjunto por el transportista y por el fabricante del producto o el expedidor.

3.- El lugar y las condiciones de las instalaciones donde se desarrollaran tales operaciones, establecidas en conjunto por el transportador y por el fabricante del producto o expedidor.

4.- La responsabilidad por la ejecución de la limpieza y descontaminación será estipulada en el contrato de transporte.

Durante las operaciones de carga, transporte, descarga, transbordo, limpieza y descontaminación, los vehículos y equipamientos utilizados en el transporte de mercancías peligrosas deben portar los rótulos de riesgo y paneles de seguridad identificadores de la carga, de acuerdo con lo dispuesto en las Normas de Especificación Técnicas, así como las instrucciones escritas (Ficha de Intervención).

Después de las operaciones de limpieza y completa descontaminación de los vehículos y equipamientos. Los rótulos de riesgo, paneles de seguridad e instrucciones referidas, serán retirados del vehículo o equipamiento.

Los vehículos utilizados en el transporte de mercancías peligrosas deben portar un conjunto de equipamientos para situaciones de emergencia conforme a las normas vigentes. En la inexistencia de éstas, en una norma reconocida internacionalmente o siguiendo recomendaciones del fabricante del producto.

En el transporte de mercancías peligrosas los vehículos deben estar equipados con un elemento registrador de las operaciones, el que cumplirá con las Normas de Especificación Técnica que se dicten al respecto.

Esta prohibido el transporte de mercancías peligrosas en vehículos destinados al transporte colectivo de pasajeros.

En los vehículos de transporte de pasajeros, los equipajes acompañados solo podrán contener productos peligrosos de uso personal (medicinal o de tocador) en una cantidad no mayor a UN KILOGRAMO (1 kg) o UN LITRO (1 l), por pasajero. Asimismo, le está totalmente prohibido el transporte de sustancias de las Clases 1 (Explosivos) y 7 (Radiactivos).

En ningún caso una unidad de transporte cargada con mercancías peligrosas puede circular con más de un remolque o semirremolque.

ACONDICIONAMIENTO DE LA CARGA



Las mercancías peligrosas deben ser acondicionadas de forma tal que soporten los riesgos de la carga, transporte, descarga y transbordo, siendo el expedidor responsable por el adecuado acondicionamiento de las mercancías, siguiendo las especificaciones del fabricante de éstos, observando las condiciones generales y particulares aplicables a los embalajes y recipientes intermedios para graneles (RIG), que constan en las Normas de Especificación Técnica.

1- En el caso de un producto importado, el importador es responsable por la observancia de lo dispuesto, correspondiéndole adoptar las providencias necesarias junto con el expedidor.

2.- El transportista solo aceptará para el transporte aquellas mercancías adecuadamente rotuladas, etiquetadas y marcadas de acuerdo con la correspondiente clasificación y los tipos de riesgo.

Está prohibido el transporte en el mismo vehículo o contenedor de mercancías peligrosas con otro tipo de mercadería. o con otro producto peligroso, salvo que hubiese compatibilidad entre las diferentes mercancías transportadas.

1.- Son incompatibles a los fines del transporte en conjunto, las mercancías que, puestas en contacto entre sí, puedan sufrir alteraciones de las características físicas o químicas originales de cualquiera de ellas con riesgo de provocar explosión, desprendimiento de llamas o calor, formación de compuestos, mezclas, vapores o gases peligrosos.

2.- Está prohibido el transporte de mercancías peligrosas con riesgo de contaminación, junto con alimentos, medicamentos u objetos destinados al uso humano o animal o con embalajes de mercaderías destinadas al mismo fin.

3.- Está prohibido el transporte de animales vivos con cualquier producto peligroso.

4.- Para la aplicación de las prohibiciones de carga en común, previstas en este artículo, no serán consideradas las mercancías colocadas en pequeños contenedores individuales, siempre que éstos aseguren la imposibilidad de daños a personas, mercaderías o al medio ambiente.

Esta prohibido transportar productos para uso humano o animal en cisternas de carga destinadas al transporte de mercancías peligrosas.

Excepto que este sea efectuado con el conocimiento y aprobación del expedidor, conforme a la declaración firmada por el transportista manifestando cuales fueron los últimos productos transportados por el vehículo y las normas de descontaminación utilizadas, sin perjuicio de la responsabilidad del transportista.

El manipuleo, carga, descarga y estiba de embalajes que contengan mercancías peligrosas serán ejecutados en condiciones de seguridad adecuadas a las características de las mercancías y a la naturaleza de sus riesgos.

Las mercancías peligrosas que sean almacenadas en depósitos de transferencia de carga, deben continuar observando las normas y medidas de seguridad específicas, adecuadas a la naturaleza de los riesgos.

Los diferentes componentes de un cargamento que incluya mercancías peligrosas deben ser convenientemente estibados y sujetos por medios apropiados, de modo de evitar cualquier desplazamiento de tales componentes, unos con respecto a los otros, y en relación con las paredes del vehículo o contenedor.

Cuando un cargamento incluya mercancías peligrosas y no peligrosas, éstas deben ser estibadas separadamente.

Está prohibido al personal involucrado en la operación de transporte abrir embalajes que contengan mercancías peligrosas.



H. Guía de Respuesta en caso de Emergencias Químicas

La Guía de Respuesta en caso de Emergencia Química (GREQ '98) fué desarrollada por el Centro de Información Química para Emergencias (CIQUIME) de Argentina, para ser utilizada por bomberos, policías y otros servicios de emergencia quienes pueden ser lo primeros en llegar al lugar de un incidente de un transporte de materiales peligrosos. Principalmente es una guía para asistir a los primeros en respuesta, en la rápida identificación de peligros específicos o genéricos de los materiales involucrados en el incidente, y para protección personal y del público en general durante la fase inicial del incidente. Para los propósitos de esta Guía, la “fase de respuesta inicial” es el período que le sigue al arribo al lugar del accidente durante el cual la presencia y/o la identificación de un material peligroso es confirmada, se inician acciones de protección, se realiza el aislamiento del área, y se solicita la ayuda de personal especializado. En esta Guía no se describen las propiedades físicas y químicas de los materiales peligrosos.

Esta Guía asiste al personal de respuesta en la toma de decisiones a la llegada al lugar de un incidente con materiales peligrosos. No debe ser considerada como sustituta de un curso de capacitación en emergencias químicas, conocimiento o juicio. La GREQ 98 no menciona todas las posibles circunstancias que pueden estar asociadas a un incidente con materiales peligrosos. Esta diseñada para ser utilizada prioritariamente en incidentes en el transporte de materiales peligrosos tanto en carreteras como en ferrocarriles. Tenga en mente que su aplicación a incidentes en instalaciones fijas puede ser limitada.

La GREQ 98 incorpora el listado de materiales peligrosos de la edición más reciente de las Recomendaciones de las Naciones Unidas como así también de otras regulaciones nacionales e internacionales. Los explosivos no están listados en forma individual ni en el listado de nombres ni en el de números de identificación. A pesar de ello aparecen bajo el nombre de “Explosivos” en la primera página del Índice de Números de Identificación (páginas de borde amarillo) y en el listado de Nombre de Material (páginas de borde azul). A su vez, la letra “P” que figura luego del número de guía, tanto en las páginas de borde amarillo y azul, identifica aquellos materiales que presentan riesgo de polimerización bajo ciertas condiciones; por ejemplo, Acroleína, Inhibida, Guía 131P.

El personal de respuesta a emergencias en un escenario con materiales peligrosos deben buscar lo antes posible, información adicional acerca de cualquier material que esté involucrado en el incidente. La información obtenida al contactarse con el organismo de respuesta a emergencias, el teléfono de emergencias o por consultar la información y documentos que acompañan el embarque, puede ser más específica y precisa que esta guía para adoptar medidas de control para los materiales involucrados.

FAMILIARICESE CON ESTA GUIA ANTES DE USARLA DURANTE UNA EMERGENCIA !

En los Estados Unidos, de acuerdo a los requerimientos del Departamento de Trabajo, Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (U.S. OSHA, 29 CFR 1910.120) y las regulaciones emitidas por la Agencia de Protección del Medioambiente (U.S. EPA, 40 CFR Part 311), el personal de respuesta a emergencias debe ser capacitado en el uso de



esta guía.

CONTENIDO DE LA GUÍA

1- Páginas Amarillas: En esta sección se listan las sustancias en un orden numérico según su número de Naciones Unidas (ONU). El propósito de esta sección es identificar rápidamente la guía de emergencia a partir del número de ONU de la sustancia involucrada en el accidente. En esta lista se consignan los 4 cuatro dígitos del número de ONU, seguido por el número de "Guía de Emergencia" asignada y por último el nombre de la sustancia.

Ejemplo:

Nro. ONU	Guía	Nombre de Material
1090	127	Acetona

2- Páginas Azules: En esta sección se listan las sustancias en un orden alfabético según su nombre. El propósito de esta sección es identificar rápidamente la "Guía de Emergencia" a partir del nombre de la sustancia involucrada en el accidente. En esta lista primero se consigna el nombre de la sustancia seguido por "Guía de Emergencia" asignada y su número de ONU. Por ejemplo:

Ejemplo:

Nombre de Material	Guía	Nro. ONU
Acido Sulfúrico	137	1830

3- Páginas Naranjas: Esta es la sección más importante de la Guía, porque aquí es donde todas las recomendaciones de seguridad se enuncian. Comprende un total de 62 "Guías de Emergencia" cada una proporcionando recomendaciones de seguridad y información de respuesta a emergencia para proteger a usted y el público. Cada "Guía de Emergencia" está diseñada para cubrir un grupo de sustancias que poseen características químicas y toxicológicas similares.

El título de la "Guía de Emergencia" identifica el tipo de sustancias y su riesgo general.

Por ejemplo: **Guía 124 - Gases tóxicos y/o corrosivos - Oxidantes**

Cada guía está dividida en tres secciones principales: la primera sección describe los riesgos potenciales que el material posee en términos de incendio, explosión y efectos sobre la salud luego de una exposición. El riesgo principal o más importante se lista primero. El personal de respuesta debe consultar primero esta sección. Esto permite al personal de respuesta tomar decisiones acerca de la protección del equipo de respuesta como así también del población circundante.

La segunda sección enuncia medidas para la seguridad pública basadas en el material involucrado. Provee información general acerca del aislamiento inmediato del lugar del incidente, recomendaciones para la ropa de protección y equipos de protección respiratoria. También se detallan las distancias evacuación para pequeños y grandes derrames y para situaciones de incendio (riesgo de fragmentación). A su vez hace referencia las tablas de Materiales con Riesgo de Inhalación Tóxica (RIT) y Materiales Reactivos con el Agua (MRA) (páginas verdes) cuando el nombre del material está resaltado en las páginas amarillas y azules.

La tercera sección cubre las acciones de respuesta a emergencia, incluyendo primeros auxilios. Remarca precauciones especiales en incendios, derrames y exposición a sustancias químicas. Incluye numerosas recomendaciones acerca de primeros auxilios a realizar mientras se solicita ayuda especializada.



4- Páginas Verdes: Esta sección consiste en una tabla que lista, por orden numérico (según número de ONU), sólo esas sustancias que son tóxicas por inhalación (Materiales con Riesgo de Inhalación Tóxica), incluyendo ciertas armas de destrucción masiva (armas químicas), sustancias que al contacto con el agua que producen gases tóxicos. Esta tabla proporciona dos tipos de distancias de seguridad recomendadas: "La distancia de aislamiento inicial" y "La distancia de protección".

Los materiales con riesgos de inhalación tóxica están resaltados para facilitar su identificación en ambos listados de la guía, el numérico (sección amarilla) y el alfabético (sección azul). La tabla contiene distancias para pequeños derrames (menos de 208 litros) y grandes derrames (más de 208 litros), para todos los materiales resaltados. La lista se subdivide en situaciones de día y situaciones de noche, esto es debido a las condiciones atmosféricas que afectan el tamaño del área de riesgo. Las distancias cambian del día a la noche debido a las diferentes condiciones de dispersión y mezcla del aire. Durante la noche, el aire está generalmente más calmo y esto provoca que el producto químico se disperse menos y por lo tanto crea una "zona tóxica" que es mayor a la ocurriría de día. Durante el día, el producto químico es generalmente dispersado por una atmósfera mucho más activa. El producto estará presente en un área mucho mayor; sin embargo, el área donde se encuentre concentración tóxica del producto será menor (debido a una mayor dispersión). Es la cantidad del producto la que produce daño, no su sola presencia.

La "Distancia de Aislamiento Inicial" es una distancia, en todas las direcciones desde la fuente del derrame o escape, dentro de la que todas las personas deben ser consideradas para la evacuación. Es una distancia (radio) que define un círculo (Zona de Aislamiento Inicial) dentro de la que personas ubicadas en la dirección del viento, pueden estar expuestas a concentraciones tóxicas y su vida corre peligro. Por ejemplo, en el caso de "Gas comprimido, tóxico, n.o.s., Zona de Riesgo A", la distancia de aislamiento inicial para los pequeños derrames es de 430 metros que por consiguiente representan un círculo de evacuación de 860 metros en diámetro.

Para la misma sustancia, la "Distancia de Protección" es de 4.2 kilómetros para un accidente de día y 8.4 kilómetros para un accidente de noche, estas distancias representan un área en la dirección del viento a partir del derrame o escape, dentro de la que podrían llevarse a cabo acciones de protección. Las acciones de protección son pasos adoptados para preservar la salud y seguridad del personal de respuesta y del público. Las personas en esta área podrían ser evacuadas y/o protegerse dentro de los edificios.

¿Qué es un Material con Riesgo de Inhalación Tóxica (RIT)?

Es un líquido o gas el cual se sabe que es tan tóxico a la salud del ser humano que puede causar un riesgo a la salud durante su transporte, o en ausencia de datos de toxicidad en humanos, se presume es tóxico a humanos debido a que cuando fue evaluado en animales de laboratorio tuvo un valor de Concentración Letal 50 (CL50) no mayor a 5000 ppm.

Es importante remarcar que, estas "Zonas de Riesgo" no representan un área o distancia. La asignación de estas zonas es estrictamente en función de su Concentración Letal 50 (LC50) (por ejemplo, una Zona de Riesgo A es más tóxica que una Zona D). Todas las distancias que se listan en las páginas verdes son calculadas de hecho por el uso de



modelos matemáticos para cada Material con Riesgo de Inhalación Tóxica.
La asignación de zonas de riesgo es la siguiente:

ZONA de RIESGO A: LC50 de menos de o igual a 200 ppm
ZONA de RIESGO B: LC50 mayor que 200 ppm y menos de o igual a 1000 ppm
ZONA de RIESGO C: LC50 mayor que 1000 ppm y menos de o igual a 3000 ppm
ZONA de RIESGO D: LC50 mayor que 3000 ppm y menos de o igual a 5000 ppm

2. PREVENCIÓN

A. Distancias de Aislamiento y Evacuación

Las distancias de aislamiento y evacuación se consignan en las Guías de Emergencia (páginas naranjas) y en la Tabla de Aislamiento Inicial y Distancias de Protección (páginas verdes). Esto puede causar un poco de confusión al usuario si no está completamente familiarizado con la guía GREQ 98.

Es importante remarcar que algunas guías de emergencia se refieren solamente a sustancias que no son tóxicas por vía inhalatoria (40 guías) y algunas se refieren a sustancias tóxicas y no tóxicas por vía inhalatoria (22 guías). Una guía refiere tanto a una sustancia tóxica y como a una sustancia no tóxica por vía inhalatoria sólo cuando la frase "Vea la Tabla de Aislamiento Inicial y Distancias de Protección para las sustancias resaltadas. Para las sustancias no-resaltadas, aumente, en la dirección del viento tanto como sea necesario, la distancia de aislamiento mostrada bajo 'SEGURIDAD PUBLICA'" aparece bajo el título DERRAMES en la sección EVACUACIÓN (pág. izq., sector inferior). Recuerde, si esta frase no aparece en la Guía, entonces ésta se refiere a una sustancia no tóxica por vía inhalatoria.

Si la sustancia involucrada es una sustancia tóxica por inhalación (resaltada en los listados), las distancias de aislamiento inicial y protección pueden ser encontradas en las páginas verdes. La Guía de Emergencia (páginas naranjas) también le recuerda al usuario que se dirija a las páginas verdes para la información específica acerca de evacuación.

Si la sustancia involucrada es una sustancia no tóxica por vía inhalatoria pero la Guía de Emergencia refiere a una sustancia tóxica por vía inhalatoria y una sustancia no tóxica por vía inhalatoria, la distancia de aislamiento que se encuentra bajo el título "SEGURIDAD PUBLICA" es aplicable únicamente a sustancias no tóxicas por vía inhalatoria. Además, para los propósitos de la evacuación, la Guía de Emergencia informa al usuario, en la sección EVACUACIÓN - DERRAMES, aumentar si es necesario, las distancias de aislamiento para sustancias no-resaltadas, en la dirección del viento, consignadas en la sección "SEGURIDAD PUBLICA".

Ejemplo: Guía 124 Gas tóxico y/o corrosivo - Oxidante

Indica al usuario: Aísle inmediatamente el área del derrame o escape por lo menos 100 a 200 metros (330 a 660 pies) en todas las direcciones. En caso de un derrame grande, el



área de aislamiento podría extenderse desde 100 metros o más según criterio del "Comandante en escena" y del personal de respuesta.

Si la sustancia involucrada es una sustancia no tóxica por vía inhalatoria y la Guía de Emergencia refiere únicamente a una sustancia no tóxica por vía inhalatoria, se consignan las distancias de aislamiento y protección en la misma Guía de Emergencia (sección naranja) y no en la sección verde.-

B. Accidentes Químicos – Toxicología

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 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 resultar en un daño considerable o a largo plazo al medio ambiente, con cuantiosos costos humanos y económicos (IPCS / OECD / UNEP / WHO1994).

Clasificación de los accidentes químicos

Desde la perspectiva de la salud, existen varias maneras de clasificar los accidentes químicos, de las cuales ninguna es completa o mutuamente excluyente. Por ejemplo, la clasificación podría basarse en: las sustancias químicas involucradas, la cantidad, la forma física, dónde y cómo ocurrió la fuga; las fuentes de liberación; la extensión del área contaminada; el número de personas expuestas; las vías de exposición; y las consecuencias en la salud relacionadas con la exposición. Algunas consideraciones son necesarias para aclarar esta clasificación, y se presentan a continuación:

Las sustancias involucradas

Las sustancias involucradas en un accidente pueden agruparse de acuerdo a si son:

- sustancias peligrosas, por ejemplo explosivas, líquidos o sólidos inflamables, agentes oxidantes, sustancias tóxicas o corrosivas;



- aditivos, contaminantes y adulterantes, por ejemplo en el agua potable, bebidas o alimentos, medicamentos y bienes de consumo; y
- productos radioactivos, que no son considerados en esta presentación.
La cantidad de la sustancia química liberada y sus propiedades tóxicas deberían también ser consideradas. Por ejemplo un kilo de cianuro de sodio es más peligroso que un kilo de gas cloro.

Fuentes de liberación

Las liberaciones pueden originarse por la actividad humana o tener origen natural, es decir que pueden ser antropogénicas o naturales. Entre las antropogénicas se incluyen: manufactura, almacenamiento, manipulación, transporte (ferrocarril, carretera, agua y tuberías), uso y eliminación. Entre las fuentes de origen natural se incluyen la actividad volcánica, incendios y toxinas de origen animal, vegetal o microbiano.

Extensión del área contaminada

Los accidentes pueden clasificarse de acuerdo a: si fueron delimitados al área de una instalación y no afectaron a nadie en el exterior; si afectaron únicamente la vecindad inmediata de una planta; si afectaron una zona extensa alrededor de la instalación o si se dispersaron mucho.

Número de personas expuestas

Los accidentes podrán clasificarse por el número de personas afectadas, calculado en términos de muertos, lesionados y/o evacuados. Sin embargo, la gravedad de un accidente químico no puede determinarse únicamente sobre esta base y así se deberán tomar en cuenta todas las circunstancias y consecuencias conocidas.

Vías de exposición

Desde la perspectiva de la salud, las vías de exposición podrían ser un medio para clasificar los accidentes químicos. Existen cuatro vías principales: inhalación, exposición ocular, contacto con la piel e ingestión. Ninguna de estas vías es mutuamente excluyente.

Consecuencias para la salud

Los accidentes químicos pueden ser clasificados también según las consecuencias médicas o para la salud, o en función del sistema u órgano afectado. Ejemplos de éstos serían los accidentes que causan efectos carcinogénicos, teratogénicos, dermatológicos, inmunológicos, hepáticos, neurológicos, pulmonares u otros (OPS/OMS, 1998).

Aspectos toxicológicos para la atención de un accidente químico

Algunos de los desastres que ocurrieron más recientemente pusieron en evidencia la necesidad del conocimiento de la toxicidad de los compuestos usados en la industria. Este conocimiento es esencial para la aplicación de un tratamiento efectivo y rápido de los efectos tóxicos, como también para el tratamiento de intoxicaciones accidentales. En el caso del accidente de 1984 en Bhopal, India, donde era fabricado el insecticida Carbaril, se produjo una emisión de isocianato de metilo. En esa época poco o nada se conocía sobre la toxicidad de esta sustancia, y como consecuencia el tratamiento de las víctimas fue incierto y posiblemente inadecuado.



La pregunta que surge, ante la gran cantidad de sustancias químicas, es: "¿Todas las sustancias químicas son tóxicas?". Probablemente la mejor respuesta sería: "No hay sustancias químicas seguras sino maneras seguras de usarlas" (Timbrell, 1989).

En el documento OPS/OMS (1998) se aconseja que las autoridades locales deberían estar preparadas para tomar parte en el proceso de concientización y preparación para accidentes químicos, o en un programa similar, incluyendo el intercambio de toda la información importante con la comunidad y la industria local. Así, deberían participar en este proceso los hospitales y otras instalaciones destinadas al tratamiento, los profesionales de salud y los centros de información toxicológica y los centros para emergencias químicas.

Desde este punto de vista se considera importante que los participantes, en la atención de una emergencia química, tengan conocimientos básicos de toxicología. Estos conocimientos facilitarán las actividades de los profesionales que participan en la atención de la emergencia así como la protección adecuada para evitar efectos tóxicos.

En un artículo publicado por Gajraj, en 1988, en la revista *UNEP Industry and Environment*, sobre necesidades de capacitación en la mitigación y contención para accidentes, ya se consideraban los aspectos toxicológicos entre las actividades de ese tipo de curso.

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, según otra publicación, 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 4600 sustancias son producidas en cantidades superiores a 10.000 t anuales. El resto de las sustancias se usan en el laboratorio o en productos manufacturados.

Conceptos básicos de toxicología

Algunos términos de uso frecuente en toxicología son importantes y deben ser conocidos. Por ejemplo: sustancia peligrosa, riesgo, toxicidad, dosis, exposición, absorción, biodisponibilidad, distribución, acumulación, biotransformación, eliminación y efecto tóxico.

Sustancia peligrosa



Una sustancia peligrosa o un agente peligroso tiene la capacidad de causar daño en un organismo expuesto. Un ejemplo aclarará este concepto: la estricnina es una sustancia química muy tóxica. Cuando está dentro de un frasco perfectamente cerrado puede manipularse sin que se produzca un efecto tóxico. Su toxicidad no mudó pero al no estar en contacto con un organismo vivo no es posible evidenciar su capacidad de producir su efecto tóxico (Ottoboni, 1991).

Riesgo

Riesgo es la probabilidad de que aparezca un efecto nocivo debido a la exposición a una sustancia química.

Toxicidad

La toxicidad de una sustancia química se refiere a la capacidad de causar daño en un órgano determinado, alterar los procesos bioquímicos o alterar un sistema enzimático. Todas las sustancias, naturales o sintéticas, son tóxicas, es decir que producen efectos adversos para la salud en alguna condición de exposición. Es incorrecto denominar algunas sustancias químicas como tóxicas y otras como no tóxicas. Las sustancias difieren grandemente en su toxicidad. Las condiciones de exposición y la dosis son factores que determinan los efectos tóxicos (Ottoboni, 1991).

Dosis

Paracelso, en el siglo XVI, afirmó: "Todas las sustancias son tóxicas. No hay ninguna que no sea tóxica. La dosis establece la diferencia entre un tóxico y un medicamento". Esta afirmación continúa siendo de gran importancia para la toxicología e involucra la idea de dosis.

Una información muy usada es la denominada dosis letal 50 (DL₅₀), que es la cantidad de una sustancia química que cuando es administrada en una sola dosis por vía oral, expresada en masa de la sustancia por masa de animal, produce la muerte en el 50% de los roedores en experimentación dentro de un período de observación de 14 días (Swanson, 1997). En la Tabla 1 se presenta la clasificación de las sustancias basada en el valor de la DL₅₀.

Tabla 1

DL₅₀ aguda para algunas sustancias químicas (IPCS, 1997)

Sustancia química	DL ₅₀ , rata macho, vía oral; mg/kg de peso corporal
Etanol	7000
Cloruro de sodio	3000
Sulfato de cobre	1500
DDT	100
Nicotina	60

ACADEMIA NACIONAL DE CAPACITACION
MANUAL – 1er. NIVEL



Tetradotoxina	0,02
Dioxina (TCDD)	0,02

Otro valor es la concentración letal 50 (CL₅₀), que es la concentración en el aire de una sustancia química que cuando es inhalada continuamente durante 8 horas produce la muerte en el 50% de los roedores en experimentación.

Si la dosis de una sustancia es suficientemente alta puede ser peligrosa para cualquier ser vivo, como también si la dosis de una sustancia muy tóxica es muy baja podrá no producir efecto adverso. El agua, un elemento esencial para la vida, ingerida en grandes cantidades puede ser tóxica. Esto se debe a que un volumen superior a aquél considerado como ingestión diaria normal para un adulto, entre 2L y 2,5L, puede causar la eliminación por la orina de sustancias que son esenciales para el organismo.

El periodo de tiempo en el que se administra una dosis y la frecuencia son informaciones muy importantes.

Otro dato importante es el denominado "concentración de interés" (en inglés: *levels of concern-LOCs*) que es la concentración en el aire de una sustancia extremadamente peligrosa por encima de la que podrá producir efectos graves en la salud o la muerte como resultado de una sola exposición durante un período relativamente corto. Algunas publicaciones (USEPA, 1987) consideran el LOC como la décima parte de la concentración denominada de peligro inmediato para la vida o la salud (cuya sigla en inglés es IDLH), según publicado por el *National Institute of Occupational Safety and Health -NIOSH* o de un valor aproximado del IDLH para animales.

Exposición

Para que una sustancia química produzca un efecto, ésta debe estar en contacto con el organismo. Las sustancias químicas pueden ingresar al organismo por tres vías principales: digestiva, respiratoria y dérmica. Después del ingreso, por cualquiera de estas vías, las sustancias químicas pueden ser absorbidas y pasar a la sangre, distribuirse por todo el organismo, llegar a determinados órganos donde son biotransformadas, producir efectos tóxicos y posteriormente ser eliminadas del organismo.

También una sustancia química puede entrar al organismo por otras vías, como por ejemplo por inyección venosa o intramuscular, pero estas vías no son de gran interés desde el punto de vista toxicológico y especialmente cuando se trata de accidentes producidos por sustancias químicas.

Un esquema bastante usado para clasificar las sustancias químicas según la toxicidad está basado en la duración de la exposición. Los toxicólogos generalmente buscan entender los efectos de la exposición aguda, subcrónica y crónica, y para cada una de estas tres exposiciones, el tipo de efecto adverso.

Absorción

La absorción implica que la sustancia química atraviesa membranas biológicas. En el caso de que una sustancia sea ingerida, ésta puede ser absorbida en cualquier parte del tracto gastrointestinal. Sin embargo, la mayor absorción se produce en el intestino delgado, de donde la sustancia química pasa al sistema circulatorio por la vena porta y es transportada directamente al hígado.



La inhalación es la vía más rápida por la cual una sustancia química ingresa al organismo. Un ejemplo es la inhalación del éter etílico, un gas anestésico, que al llegar al pulmón se absorbe, pasa a la sangre y posteriormente se observa el efecto. También pueden ingresar por la vía respiratoria sustancias como material particulado o gases.

La vía cutánea es otra vía de ingreso importante. El espesor de la piel en las distintas regiones del organismo influye en la absorción. Así, en la región del abdomen y del escroto, donde la piel es más fina, la absorción es más rápida que en otras donde es más gruesa, como en la planta de los pies o la palma de la mano. El parathión es fácilmente absorbido por vía cutánea. Cuando un área grande de piel está en contacto con una sustancia química la cantidad absorbida será mayor que si se trata de una superficie pequeña. El tiempo de contacto también es importante, siendo mayor la absorción cuanto mayor es el tiempo de contacto.

Biodisponibilidad

Algunos factores físicos o químicos pueden afectar la absorción de una sustancia en relación a la cantidad a ser absorbida y al tiempo de absorción. Por ejemplo, no todas las formas químicas de un metal son bien absorbidas en el intestino, así en el caso de ingerirse mercurio metálico, poco será absorbido pero no ocurre lo mismo con un compuesto orgánico como el metilmercurio.

Otra situación es la siguiente, los compuestos de bario son tóxicos, pero el sulfato de bario es usado, en forma segura, como medio de contraste en las radiografías del colon debido a que esta sal es insoluble en agua y en grasa. No podría ser usado cloruro de bario porque su solubilidad en agua sería suficiente para que fuera absorbida una cantidad que podría producir efectos tóxicos.

Los anteriores son ejemplos de la importancia de la forma química del compuesto en relación a la absorción.

Distribución

Después de que la sustancia química es absorbida, se distribuye por la sangre a todo el organismo causando efectos nocivos, especialmente en el órgano blanco.

Se entiende por órgano blanco el órgano donde primero se evidencia un efecto nocivo. Para producir esos efectos la sustancia química debe alcanzar una concentración determinada en el órgano, razón por la cual es importante la dosis. La existencia de un órgano blanco no significa que en los otros órganos no se verifiquen efectos, y a medida que aumenta la dosis y el tiempo de exposición otros órganos serán afectados.

Acumulación

Una parte de la sustancia química, que es distribuida en el organismo, puede acumularse. Esto puede ocurrir también en la sangre ya que algunas sustancias pueden unirse a las proteínas sanguíneas. El flúor y el plomo pueden acumularse en los huesos, los bifenilopoliclorados (según la sigla en inglés, PCBs) pueden acumularse en la grasa; otro ejemplo es el cadmio que se une a las proteínas y se acumula en el riñón.

Biotransformación

Así como se utiliza la denominación de metabolismo para indicar la transformación de diferentes sustancias que son necesarias para la vida, se ha propuesto la denominación de biotransformación para el proceso de conversión de las sustancias que no son



necesarias para el organismo como es el caso de las sustancias tóxicas. El término biotransformación describe cómo los organismos transforman las sustancias tóxicas absorbidas en otras de toxicidad menor y, en general, solubles en agua, o en metabolitos de mayor toxicidad como es el caso del ácido fórmico en la biotransformación del metanol. En este proceso el hígado cumple una función importante.

Eliminación

Las sustancias solubles en agua son eliminadas por la orina. Las sustancias que son volátiles, como etanol y acetona, y los gases como el monóxido de carbono se eliminan parcialmente por el aire expirado. Algunas también son eliminadas por la leche y sudor.

Efectos nocivos

Los efectos tóxicos observados pueden ser: daño a los tejidos y otras modificaciones patológicas, lesiones bioquímicas, efectos teratogénicos, efectos en la reproducción, mutagenicidad, teratogenicidad, efectos irritantes y reacciones alérgicas. Los tres primeros puntos de contacto entre sustancias químicas presentes en el ambiente y el organismo son el tracto gastrointestinal, el sistema respiratorio y la piel. Debe recordarse que las sustancias químicas se absorben y pasan a la sangre, y luego pasan al hígado, riñones, sistema nervioso y sistema reproductivo, entre otros.

No es posible describir todos los efectos que pueden ser producidos por la gran cantidad de sustancias tóxicas y sólo será presentada, a continuación, una breve exposición.

- Sistema respiratorio

El efecto observado, en la exposición a sustancias químicas por vía respiratoria, es de irritación causada por gases (como amoníaco, cloro, formaldehído, dióxido de azufre) y polvos, siendo que estos pueden contener metales como cromo. La respuesta típica ante la exposición a concentraciones altas de estas sustancias es la constricción de los bronquios y esto es acompañado por disnea, es decir, una sensación de no poder respirar. Con este cuadro de constricción de las vías aéreas, el oxígeno no puede llegar tan rápido como es necesario a satisfacer la demanda del organismo.

Una segunda categoría de efectos en el sistema respiratorio es el daño causado en las células del tracto respiratorio. Ese daño puede producir la liberación de líquido para los espacios internos y resultar en su acumulación, lo que se denomina edema. Este edema puede ocurrir como un efecto retardado, que aparece después de exposición crónica o subcrónica.

El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un buen ejemplo de este efecto. Una exposición de larga duración puede causar enfisema, con pérdida de la capacidad del intercambio gaseoso respiratorio.

La tercera categoría de efecto, y de interés en la exposición causada por accidentes que involucran sustancias químicas, son las alergias. Las reacciones alérgicas son un grupo especial de efectos adversos. La exposición a una sustancia química antigénica resulta en la interacción de ésta con algunas proteínas para formar complejos denominados antígenos que provocan la formación de anticuerpos. Posteriores exposiciones a la sustancia química provocarán una reacción entre los antígenos y los



anticuerpos presentes conduciendo a una serie de efectos bioquímicos y fisiológicos, hasta producir la muerte.

- Tracto gastrointestinal y piel

Las otras dos áreas del organismo que primero están en contacto con las sustancias químicas presentes en el ambiente son el tracto gastrointestinal y la piel. El tracto gastrointestinal es la entrada principal de sustancias ambientales presentes en los alimentos, en el agua y también en el suelo y polvo.

Las sustancias muy cáusticas, como el hidróxido de sodio, al ser ingeridas pueden causar efecto grave en el tracto gastrointestinal debido a que alteran la constitución química de las células de las membranas.

La irritación de la piel puede ser producida por una serie de sustancias químicas y es caracterizada por enrojecimiento, hinchazón y picazón que generalmente disminuye después que termina la exposición.

Las reacciones alérgicas pueden ser producidas por el mismo mecanismo que fue mencionado anteriormente.

- Sistema circulatorio

Las sustancias químicas son absorbidas y pasan a la sangre, que las transporta a los distintos órganos. Cuando la concentración de las sustancias químicas o de sus productos de biotransformación alcanza altos niveles puede ocurrir intoxicación sistémica. Algunas sustancias químicas son directamente tóxicas para los diferentes elementos de la sangre y otras producen cambios en ciertos elementos de la sangre que provocan alteraciones en otros sistemas del organismo. Puede ser citado como ejemplo el monóxido de carbono (CO) que al ser inhalado se une a la hemoglobina produciendo carboxihemoglobina que impide el transporte de oxígeno por la sangre a los tejidos.

- Hígado

Las sustancias químicas que ingresan por vía digestiva se absorben y, a través de la vena porta, llegan al hígado. Las células hepáticas tienen una capacidad muy grande para biotransformar agentes xenobióticos, siendo convertidos, en general, en sustancias más hidrosolubles que se eliminan por vía renal.

Las sustancias hepatotóxicas se clasifican de acuerdo con el efecto nocivo que producen en el hígado. Algunas causan acumulación excesiva de lípidos; otras pueden producir la muerte de las células, es decir necrosis, y otras producen colestasis, es decir la disminución de la secreción de bilis, lo que produce ictericia.

- Riñón

Varias sustancias químicas pueden producir efectos nocivos en los riñones por mecanismos de acción diferentes. Los metales pesados como mercurio, cadmio, cromo y plomo producen efectos sobre el túbulo renal.



Concentraciones elevadas de metales presentes en el filtrado glomerular pueden dañar las funciones de los túbulos y producir la pérdida de grandes cantidades de moléculas esenciales para el organismo como glucosa y aminoácidos. En el caso de que la concentración de metales sea suficientemente alta puede ocurrir la muerte de las células y alterar la función renal como un todo. El tetracloruro de carbono y el cloroformo son hepatotóxicos y nefrotóxicos.

- Sistema nervioso

El sistema nervioso está relacionado con prácticamente todas las funciones mentales y físicas del organismo. Los neurotoxicólogos generalmente dividen los efectos tóxicos de acuerdo con el lugar primario de acción de la sustancia química.

Algunas sustancias químicas como el monóxido de carbono puede producir falta de oxígeno o de glucosa en el cerebro con graves efectos para el organismo. Otras sustancias como el plomo y el hexaclorobenceno son capaces de producir pérdida de mielina, y algunos compuestos orgánicos del mercurio pueden producir efectos en las neuronas periféricas.

- Sistema reproductivo

El sistema reproductivo de hombres y de mujeres puede ser dañado por determinadas sustancias químicas. En los hombres algunas sustancias como DBCP y cadmio, pueden reducir o impedir la producción de espermatozoides. Pueden ocurrir alteraciones en el proceso reproductivo, como por ejemplo la inducción de modificaciones fisiológicas y bioquímicas que reducen la fertilidad e impiden el completo desarrollo del feto o el nacimiento normal.

Un aspecto muy bien estudiado de la toxicidad reproductiva es la llamada toxicidad del desarrollo. Esta área comprende el estudio de los efectos de las sustancias químicas en el desarrollo del embrión y del feto durante la exposición en el útero y en el desarrollo posterior del niño después del nacimiento. En esta época la exposición puede cesar o continuar porque la sustancia química recibida por la madre es transferida a la leche y también puede continuar toda la vida porque existen fuentes adicionales diferentes a las que la madre estuvo expuesta.

- Teratogenicidad

Después de la fertilización del óvulo, comienza la proliferación de las células que dan origen al feto. En los humanos, alrededor del noveno día comienza el proceso de diferenciación celular y los distintos tipos de células específicas que constituyen el organismo comienzan a formarse y migran a su posición apropiada. Esto ocurre hasta el desarrollo completo del feto. Algunas sustancias químicas pueden causar efectos en la descendencia que no son hereditarios y son denominadas sustancias teratogénicas.

Un medicamento, talidomida, puede ser mencionado como ejemplo de sustancia teratogénica. Este medicamento, cuando fue ingerido por las



mujeres durante el embarazo, produjo efectos teratogénicos en la descendencia.

- Carcinogenicidad

Los individuos están expuestos a sustancias químicas que causan cáncer, es decir un tumor maligno, y éstas pueden estar presentes en el aire, agua, alimentos, productos de consumo y aún en el suelo.

Los expertos en cáncer, con pocas excepciones, no determinan la causa específica del cáncer en los individuos. En general se pueden descubrir los factores que contribuyen para la frecuencia de cáncer en grandes grupos de población.

Se considera que entre el 70% y el 90% de los cánceres humanos son de origen ambiental. Este término es usado en un sentido amplio abarcando sustancias químicas industriales y contaminantes, dieta, hábitos personales, costumbre de fumar, comportamiento y radiaciones.

Los efectos referidos son un breve resumen de aquéllos indicados por Rodrick (1994) y estas informaciones son solamente con el objetivo de alertar sobre los diferentes efectos nocivos de las sustancias químicas sobre el organismo humano.

C. Conclusiones

Según Timbrell, actualmente los toxicólogos conocen solo parcialmente los mecanismos de los efectos tóxicos de las cías químicas. Como consecuencia, la evaluación del riesgo para el organismo humano es difícil e incierta. Estas limitaciones necesitan ser recordadas por el público, los industriales, los economistas, por quienes están involucrados en los procesos de legislación y también por los toxicólogos.

Posiblemente el público espera mucho más de los científicos en general y de los toxicólogos en particular. Los toxicólogos no pueden proveer todas las respuestas a las preguntas que el público muchas veces hace y más aún, el público muchas veces demanda seguridad absoluta en relación a los compuestos químicos.

D. Riesgos y Peligros Asociados a cada Clase de Material Peligroso

Cuando se producen incidentes con productos químicos, es necesario tomar medidas y cuidados específicos para controlar diferentes situaciones, lo que exige la intervención de personas debidamente capacitadas y equipadas.

El conocimiento de los riesgos y características específicas de los productos usados es un factor de suma importancia. Para este fin, la ONU –Organización de las Naciones Unidas– agrupó estos productos en nueve clases distintas. A continuación, se abordarán los principales aspectos observados en los accidentes, de acuerdo con las clases de riesgo de los productos.

2. Riesgos químicos



2.1 Clase 1 – Explosivos

El explosivo es una sustancia que, sometida a una transformación química extremadamente rápida, produce grandes cantidades de gases y calor. Debido al calor, los gases liberados, por ejemplo el nitrógeno, oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono y vapor de agua, se expanden a velocidades extremadamente altas, lo que provoca el desplazamiento del aire circundante y el aumento de la presión atmosférica normal (sobrepresión).

Muchas de las sustancias pertenecientes a esta clase son sensibles al calor, choque y fricción, tales como la azida de plomo y el fulminato de mercurio. Existen otros productos de esta misma clase que necesitan un intensificador para explotar.

Según la rapidez y sensibilidad de los explosivos, puede haber dos tipos de explosiones: la detonación y la deflagración.

La detonación es un tipo de explosión en el que la transformación química se produce muy rápidamente, con una velocidad de expansión de los gases muy superior a la velocidad del sonido en tal ambiente (en el orden de Km/s). La deflagración, en cambio, presenta una transformación química mucho más lenta y la velocidad máxima de expansión de los gases es la velocidad del sonido en tal ambiente. En este caso puede ocurrir la combustión.

Mientras que la detonación se caracteriza por presentar picos de presión elevada en un periodo extremadamente breve, en la deflagración ocurre lo contrario.

La sobrepresión generada a partir de una explosión, puede alcanzar valores elevados y provocar daños destructivos en las edificaciones y personas. La sobrepresión normalmente se expresa en bar. El siguiente cuadro contiene algunos valores característicos de daños a las estructuras.

Cuadro 1. Valores de sobrepresión característicos de daños a las estructuras

Sobrepresión (bar)	Daños en las estructuras
0,3	Catastróficos
0,1	Graves
0,03	100% de ruptura de vidrios
0,01	10% de ruptura de vidrios

Los daños catastróficos son las estructuras inhabilitadas debido al colapso. Los daños graves como una grieta, caída del techo, puerta dañada (arrancada), etc., no afectan a toda la estructura.

Es importante observar que el valor de 0,3 bar representa 3 metros de columna de agua, un valor que normalmente no implica "daños" para el ser humano. Esto quiere decir que el ser humano es más resistente a la sobrepresión que las estructuras porque no es una estructura rígida, lo que permite que el organismo absorba el impacto.

En el ser humano, el daño más común provocado por una explosión es la ruptura del tímpano que se produce con valores mayores de 0,4 bar de sobrepresión.

Dado que la explosión es un fenómeno extremadamente rápido e incontrolable, durante la atención de accidentes con productos de este tipo se deberán adoptar medidas



preventivas. Estas medidas incluyen el control de los factores que pueden generar un aumento de temperatura (calor), choque y fricción.

En los casos de incendio, además del riesgo inminente de explosión, puede haber emanación de gases tóxicos o venenosos. En esos casos, además del uso de ropas especiales, lo adecuado para la protección respiratoria es el equipo autónomo de respiración de aire comprimido.

Estos equipos ofrecen protección limitada en los incendios provocados por sustancias explosivas porque sólo son eficientes para la protección contra los gases generados por el incendio, pero no contra los efectos causados por una explosión eventual.

Otro aspecto importante se refiere a la atención de las explosiones. Según las características del producto usado, es probable que la explosión no haya consumido toda la carga y haya dejado productos intactos en las inmediaciones del lugar del accidente, por lo que la remoción de los explosivos siempre debe ser manual y efectuarse con mucho cuidado.

2.2 Clase 2 – Gases

El gas es uno de los estados de la materia. En el estado gaseoso, la forma y volumen de la materia son variables. La fuerza de repulsión entre las moléculas es mayor que la de cohesión. Los gases se caracterizan por presentar baja densidad y capacidad para moverse libremente.

A diferencia de los líquidos y sólidos, los gases se expanden y contraen fácilmente cuando se alteran la presión y/o la temperatura.

Como los gases se expanden indefinidamente hasta ocupar el recipiente que los contiene, su estado físico representa una gran preocupación, independientemente del riesgo del producto. En caso de fuga, los gases tienden a ocupar todo el ambiente, incluso cuando poseen una densidad diferente a la del aire.

Además del riesgo inherente al estado físico, los gases pueden presentar otros peligros como inflamabilidad, toxicidad, poder de oxidación y corrosión, entre otros.

Algunos gases, como el cloro, presentan olor y color característicos, mientras que otros, como el monóxido de carbono, no presentan ni olor ni coloración, lo que puede dificultar su identificación en la atmósfera y las medidas de control durante una fuga eventual.

Como se vio al inicio, los gases se ven influenciados por variaciones de presión y/o temperatura. La mayoría de éstos se pueden licuar con el aumento de presión y/o disminución de temperatura. El amoníaco, por ejemplo, se puede licuar cuando se le somete a una presión de aproximadamente 8 kgf/cm² o a una temperatura de aproximadamente -33,4 °C.

Una vez liberados, los gases licuados por acción de la presión y/o temperatura, tienden a retornar a su estado natural en las condiciones ambientales, es decir, a su estado gaseoso. Durante el cambio de estado líquido a gaseoso, el producto se expande considerablemente y genera volúmenes gaseosos mucho mayores que el volumen ocupado por el líquido. Esto se denomina tasa de expansión. El cloro, por ejemplo, tiene una tasa de expansión de 457 veces, es decir, un volumen de cloro líquido genera 457 volúmenes de cloro gaseoso.

Para reducir la tasa de evaporación del producto, se puede aplicar una capa de espuma sobre el charco formado, siempre y cuando este material sea compatible con el producto vertido.



Por lo expuesto, en las fugas de productos licuados se deberá dar prioridad a la de la fase gaseosa y no a la fuga en la fase líquida.

Una propiedad fisicoquímica relevante durante la atención a las fugas de gases es la densidad del producto en relación con el aire. Los gases más densos que el aire tienden a acumularse en el nivel del suelo y, por consiguiente, tendrán una dispersión difícil comparada con la de los gases, con una densidad próxima o inferior a la del aire.

Otro factor que dificulta la dispersión de los gases es la presencia de grandes obstáculos, como las edificaciones en las áreas urbanas.

Algunos gases considerados biológicamente inertes, es decir, que no son metabolizados por el organismo humano, pueden representar riesgos para el hombre bajo ciertas condiciones. Todos los gases, con excepción del oxígeno, son asfixiantes. Las grandes fugas, inclusive de gases inertes, reducen el contenido de oxígeno de los ambientes cerrados, lo que causa daños que pueden provocar la muerte de las personas expuestas. Así, en ambientes confinados, se debe monitorear constantemente la concentración de oxígeno. En las situaciones en que la concentración de oxígeno es inferior a 19,5%, se deberán adoptar medidas para restablecer el nivel normal de oxígeno, es decir, un volumen de aproximadamente 21%. Estas medidas consisten básicamente en ventilación, natural o forzada, del ambiente.

Dadas las características del ambiente, la protección respiratoria tendrá que ser autónoma. En estas situaciones es muy importante monitorear frecuentemente el nivel de oxígeno y los posibles gases presentes en la atmósfera.

Se debe prestar atención especial cuando el gas es inflamable, principalmente si está confinado. Son prioritarias las mediciones constantes de los índices de explosión en el ambiente, a través del uso de equipos intrínsecamente seguros, y la eliminación de posibles fuentes de ignición.

Según las características del producto usado y el escenario del accidente, puede ser necesario aplicar neblina de agua para agotar los gases o vapores emanados por el producto.

La operación para el agotamiento de los gases será más eficiente, mientras mayor sea la solubilidad del producto presente en el agua, como es el caso del amoníaco y el ácido clorhídrico.

Cabe recordar que el agua usada para agotar los gases debe recolectarse posteriormente a fin de evitar la contaminación de los recursos hídricos en la región del accidente.

Para los productos con baja solubilidad en agua, el agotamiento de gases también se podrá realizar con neblina de agua que, en ese caso, actuará como un bloqueo físico frente al desplazamiento de la nube.

Cabe resaltar que la neblina de agua solamente se deberá aplicar sobre la nube y no sobre los eventuales charcos formados por el gas licuado, ya que provocaría una intensa evaporación del producto y, a la vez, un aumento de los vapores en la atmósfera.

Después de la fuga de un gas licuado, la fase líquida del producto estará a una temperatura próxima a su temperatura de ebullición, es decir, a un valor suficientemente bajo para que, en caso de contacto con la piel, no provoque quemaduras.

Otro aspecto relevante en los accidentes con productos gaseosos es la posibilidad de incendios o explosiones. Los recipientes con gases no inflamables también pueden explotar en caso de incendio. La radiación térmica de las llamas muchas veces es suficientemente alta para provocar un aumento de la presión interna del recipiente, lo que



puede causar su ruptura catastrófica y, en consecuencia, su expulsión a grandes distancias con daños a las personas, estructuras y equipos cercanos.

En muchos casos, según el análisis de la situación, es probable que la alternativa más segura no sea extinguir el fuego, sino simplemente controlarlo, especialmente si es imposible eliminar la fuente de la fuga.

Algunos accidentes provocados por productos gaseosos de alta toxicidad o inflamabilidad, exigen la evacuación de la población de los alrededores. La decisión de evacuar o no a la población dependerá de algunas variables, como por ejemplo:

- riesgo presentado por el producto usado;
- cantidad del producto vertido;
- características fisicoquímicas del producto (densidad, tasa de expansión, etc.);
- condiciones meteorológicas en la región;
- topografía del lugar;
- proximidad a áreas habitadas.

2.2.1 Gases criogénicos

Para licuar este tipo de gases, se deberán refrigerar a una temperatura inferior a -150 oC. Algunos ejemplos de estos gases son:

Cuadro 2. Ejemplos de gases criogénicos y sus respectivas temperaturas de ebullición

Substancia	Temperatura de ebullición
Hidrógeno	-253 °C
Oxígeno	-183 °C
Metano	-161,5 °C

Debido a su naturaleza "fría", los gases criogénicos presentan cuatro riesgos principales:

Riesgos a la salud

Debido a su baja temperatura, al entrar en contacto con el líquido o incluso con el vapor, los gases criogénicos pueden provocar severas quemaduras en el tejido.

La formación de una nube a partir de un gas criogénico siempre constituye un riesgo, dado que la densidad del vapor será mayor que la del aire porque la temperatura es muy baja, lo que provocará el desplazamiento del aire atmosférico y, por consiguiente, la reducción de la concentración de oxígeno en el ambiente.

Efectos sobre otros materiales

La baja temperatura de estos gases conllevará a situaciones de riesgo, ya que el simple contacto con otros materiales podrá dañarlos. Por ejemplo, el contacto del producto con tanques de almacenamiento de productos químicos los harán más frágiles, lo que conllevará a la fuga del producto almacenado.

Otro efecto significativo es la capacidad de los gases criogénicos para solidificar o condensar otros gases. No se debe olvidar que la temperatura de solidificación del agua es de 0 °C a la presión atmosférica. Es decir, que el agua presente en la humedad



atmosférica se podrá congelar y si esto ocurre cerca de, por ejemplo, una válvula (que puede ser la del mismo tanque con fuga), será más difícil realizar maniobras.

Por consiguiente, jamás se debe arrojar agua directamente sobre un sistema de escape o sobre las válvulas de un tanque criogénico ni en su interior, ya que el agua actuará como un objeto sobrecalentado (a 15 ó 20 °C), formará vapores y, por lo tanto, aumentará la presión interna del tanque.

Intensificación de los riesgos del estado gaseoso

Además de los riesgos inherentes al propio estado gaseoso, visto anteriormente, la fuga de un gas criogénico podría intensificar tales riesgos.

Por ejemplo, la fuga de oxígeno licuado aumentará la concentración de este producto en el ambiente, lo que podría causar la ignición espontánea de ciertos materiales orgánicos. Por esta razón, no se deben utilizar ropas de material sintético (nylon), sino ropas de algodón. Un aumento de 3% en la concentración de oxígeno provocará un incremento de 100% en la tasa de combustión de un producto.

El hidrógeno, a su vez, puede impregnarse en materiales porosos y hacerlos más inflamables que en condiciones normales.

Alta tasa de expansión en la evaporación

Al ser expuestos a la temperatura ambiente, los gases criogénicos tienden a expandirse y generar volúmenes gaseosos muy superiores al volumen del líquido inicial.

En el caso del nitrógeno, un litro del producto líquido genera 697 litros de gas, mientras que para el oxígeno la proporción es de 863 veces. De esta manera, queda claro que los recipientes que contienen gases criogénicos o con un sistema de refrigeración dañado, jamás se podrán calentar porque corren el riesgo de causar la sobrepresurización del tanque, debido a que probablemente los sistemas de escape no soporten la demanda de vapores y conlleven a la ruptura del tanque.

La nube generada por la fuga de un gas criogénico será fría, invisible (la parte visible no indica la extensión total de la nube), dificultará la visibilidad y tenderá a acumularse sobre el suelo ya que, debido a la baja temperatura, la densidad del producto será mayor que la del aire. De esta forma, durante la atención a los accidentes causados por un gas criogénico, se deberán seguir estrictamente algunas reglas, entre las que destacamos:

- Trabaje en las áreas libres del derrame.
- Evite entrar en la nube. Para hacerlo, use ropas herméticas no porosas, máscara autónoma de respiración, guantes de amianto o de cuero y botas de goma.
- Utilice neblina de agua para contener la nube y fuertes chorros de agua para enfriar los tanques expuestos al fuego. No dirija el agua hacia los sistemas de escape de la presión ni hacia los charcos formados por el producto.
- Evacue áreas grandes (600 m) alrededor de un tanque criogénico en llamas. No apague el fuego a no ser que sea posible detener el flujo de gas.
- En caso de quemaduras, lave el área con agua tibia, afloje las ropas de la víctima y llévela al hospital.
- Intente detener la fuga, pero si tiene dudas, controle la situación hasta que un técnico de la empresa fabricante del producto, con conocimiento más especializado, llegue al lugar.



Los temas abordados en este capítulo considerarán solo los riesgos inherentes al estado físico del producto y no sus riesgos intrínsecos, como la inflamabilidad, toxicidad o corrosión.

Las medidas específicas que se van a adoptar de acuerdo con el riesgo presentado por el producto, se describirán en los respectivos capítulos.

2.3 Clase 3 – Líquidos inflamables

Para una respuesta más segura en casos de accidentes con líquidos inflamables, es necesario tener pleno conocimiento de algunas de sus propiedades fisicoquímicas antes de adoptar cualquier medida. Estas propiedades, y sus respectivas aplicaciones son:

Punto de ignición (Flash point)

Es la menor temperatura en que una sustancia libera vapores en cantidades suficientes para que la mezcla de vapor y aire sobre su superficie propague una llama a partir del contacto con una fuente de ignición.

Si la temperatura ambiente de una región es de 25 °C y se produce la fuga de un producto con un punto de ignición de 15 °C, significa que el producto en esas condiciones está liberando vapores inflamables y sólo bastaría una fuente de ignición para que se produzca un incendio o una explosión.

Por otro lado, si el punto de ignición del producto fuera de 30 °C, significa que éste no está liberando vapores inflamables. Por consiguiente, el concepto de punto de ignición está directamente relacionado con la temperatura ambiente.

2.4 Clase 4 – Sólidos inflamables

Estos sólidos incluyen todas las sustancias que se pueden inflamar en presencia de una fuente de ignición, en contacto con el aire o con el agua y que no están clasificadas como explosivos.

Según el estado físico de los productos de esta clase, el área afectada por un accidente generalmente es bastante restringida, ya que la movilidad en el medio es muy pequeña comparada con la de los gases o líquidos, lo que facilita las operaciones de control de la emergencia.

Son sólidos inflamables cuando están expuestos al calor, choque, fricción o llamas vivas. La facilidad de combustión será mayor mientras más "finamente" esté dividido el material. Los conceptos del punto de ignición y límites de inflamabilidad presentados en el capítulo anterior, también son aplicables a los productos de esta clase. Como ejemplos de estos productos podemos citar el nitrato de urea y el azufre.

Existen también los productos sólidos que se pueden inflamar en contacto con el aire, incluso sin la presencia de una fuente de ignición. Debido a esta característica, la mayoría de estos productos son transportados en recipientes con atmósferas inertes o sumergidos en kerosene o agua.

Cuando se produce un accidente con estos productos, la pérdida de la fase líquida podría propiciar el contacto de los mismos con el aire, por lo que se deberá detener la fuga inmediatamente.



Otra medida que se puede adoptar en caso de accidente es arrojar agua sobre el producto para mantenerlo constantemente húmedo, siempre y cuando éste sea compatible con el agua para evitar su ignición espontánea.

El fósforo blanco o amarillo y el sulfuro de sodio son ejemplos de productos que combustionan espontáneamente en contacto con el aire.

Otras sustancias sólidas pueden, al interactuar con el agua, inflamarse espontáneamente o producir gases inflamables en cantidades peligrosas.

El sodio metálico, por ejemplo, reacciona de manera enérgica en contacto con el agua y libera el gas hidrógeno que es altamente inflamable. Otro ejemplo es el carburo de calcio que al interactuar con el agua libera acetileno.

Por lo general, los productos de esta clase, y principalmente los de las subclases 4.2 y 4.3, liberan gases tóxicos o irritantes cuando entran en combustión.

Según lo expuesto y, en relación con la naturaleza de los eventos, las medidas preventivas son muy importantes ya que las reacciones que estos productos provocan, se producen de manera rápida y prácticamente incontrolable.

2.5 Clase 5 – Oxidantes y peróxidos orgánicos

Un oxidante es un material que libera oxígeno rápidamente para soportar la combustión de los materiales orgánicos. Otra definición semejante afirma que el oxidante es un material que genera oxígeno a temperatura ambiente o con un ligero calentamiento.

Como se puede observar, ambas definiciones coinciden en que el oxígeno siempre es liberado por un agente oxidante.

Debido a la facilidad de liberación del oxígeno, estas sustancias son relativamente inestables y reaccionan químicamente con una gran variedad de productos.

A pesar de que la gran mayoría de las sustancias oxidantes no son inflamables, el simple contacto de éstas con productos combustibles puede generar un incendio, incluso sin la presencia de fuentes de ignición.

Otro aspecto que se debe considerar es la gran reactividad de los oxidantes con compuestos orgánicos. Por lo general, estas reacciones son enérgicas y liberan grandes cantidades de calor que pueden conllevar al fuego o explosión. Los oxidantes, inclusive en fracciones pequeñas, pueden causar la ignición de algunos materiales como el azufre, la terebintina, el carbón vegetal, etc.

Cuando la concentración de oxígeno se incrementa, también aumenta no sólo la tasa de combustión de un producto, sino que disminuye la cantidad necesaria para la quema o LIE, límite inferior de explosión, lo que puede dar lugar a la ignición espontánea del producto.

Cuando se calientan algunos productos de esa subclase, como por ejemplo los nitratos y percloratos, entre otros, liberan gases tóxicos que se disuelven en la mucosa del tracto respiratorio y producen líquidos corrosivos.

Como ejemplo de producto oxidante, se puede citar el peróxido de hidrógeno, comercialmente conocido como agua oxigenada. Este producto es un poderoso agente oxidante y, en altas concentraciones, reacciona con la mayoría de los metales, como el Cu, Co, Mg, Fe, Pb entre otros, lo que causará su descomposición con riesgo de incendio/explosión.



Aun sin la presencia de una fuente de ignición, las soluciones de peróxido de hidrógeno - en concentraciones mayores a 50% de peso (200 volúmenes) y en contacto con materiales combustibles - pueden causar la ignición de estos productos.

Los peróxidos orgánicos son agentes de alto poder oxidante, dado que la mayoría son irritantes para los ojos, piel, mucosas y garganta.

Los productos de esa subclase presentan una estructura – O – O – y se pueden considerar derivados del peróxido de hidrógeno ($H_2 O_2$), donde uno o ambos átomos de hidrógeno fueron sustituidos por radicales orgánicos.

De esta manera, los peróxidos orgánicos, al igual que los oxidantes, son térmicamente inestables y pueden sufrir una descomposición exotérmica y auto-acelerable y crear un riesgo de explosión. Estos productos también son sensibles al choque y fricción.

En los Estados Unidos, antes de aceptar un peróxido orgánico para la carga (en camión o en tren), el DOT – Departamento de Transporte, exige una serie de pruebas de sensibilidad, es decir, de punto de ignición, tasa de quema, descomposición térmica, prueba de impacto, entre otros. El DOT autoriza su carga únicamente después de estas pruebas y de la dilución del producto.

Si algunos productos están expuestos al hidrógeno o a oxidantes durante el almacenamiento, podrán formar peróxidos y habrá más probabilidad de ello si están en estado líquido.

Debido al riesgo de formación de peróxidos, para algunos compuestos se sugiere un periodo máximo de almacenamiento de tres meses, como por ejemplo, éter isopropílico, divinil acetileno, cloruro de vinilideno, potasio metálico y amida de sodio, entre otros.

Para otros productos se sugiere un periodo máximo de almacenamiento de 12 meses, como por ejemplo: éter etílico, tetrahidrofurano, dioxano, acetal, metilisobutilcetona, éter dimetílico de etilenglicol, éteres vinílicos, dicitlopentadieno, metilacetileno, cumeno, tetrahidronaftaleno, ciclohexeno, metilciclopentano.

Otros compuestos corren el riesgo de formar peróxidos en caso de polimerización. El periodo de almacenamiento máximo sugerido para estos productos es de 12 meses. Entre éstos figuran el estireno, butadieno, tetrafluoretileno, vinil acetileno, acetato de vinilo, cloruro de vinilo, vinilpiridina y clorobutadieno.

Por consiguiente, cuando algunos productos están almacenados en estado líquido, su potencial para la formación de peróxidos aumenta, principalmente el butadieno, clorobutadieno y tetrafluoretileno, por lo que para estos casos se puede considerar un periodo máximo de almacenamiento de tres meses.

En caso de sospecha de formación de peróxido, se deberán adoptar los siguientes procedimientos básicos:

- Aísle el área.
- Inspeccione visualmente los recipientes.
- No intente moverlos.
- Verifique si hay corrosión, moho u ondulaciones en el embalaje o en la tapa. De ser así, es un indicador de la existencia de peróxidos.
- Verifique si hay formación de cristales blancos o polvo.
- Si el sello de la tapa está roto, considere el material potencialmente explosivo.
- Si hay sospecha de formación de peróxidos, no abra el embalaje, devuélvalo al fabricante.



- Si tuviera que abrir el embalaje, gire la tapa lentamente en el sentido contrario a las agujas del reloj para tratar de minimizar la fricción.
- Si hay resistencia al tratar de abrir la tapa, deténgase. Es un indicador de que el material es explosivo.

El cuadro 5 muestra la distancia y los daños provocados por peróxidos, según el volumen existente.

Cuadro 5. Daños provocados por explosiones de peróxidos

VOLUMEN (Litro)	DISTANCIA PARA DAÑOS (M)			
	Algunas ventanas rotas	La mayoría de las ventanas rotas	Estructuras seriamente dañadas	Daños letales para hombre el
0,5	75	11	5	3
1	96	14	6	4
3,6	150	21	9	6
18	250	37	15	10
200	-	82	33	21
1.800	-	175	71	45
9.900	-	300	120	76

Fuente: Blasters Manual

Cuando sea necesario contener o absorber productos oxidantes o peróxidos orgánicos, se deberá considerar que la mayoría de éstos podrá interactuar con la materia orgánica y que, por lo tanto, en las acciones de contención/absorción no se podrá usar tierra, aserrín ni otro material incompatible. En esos casos se recomienda usar materiales inertes y humedecidos, por ejemplo, arena.

Muchos de los productos clasificados aquí necesitan equipos "específicos" para las operaciones de transbordo. Esto se debe a la alta inestabilidad química de ciertas sustancias de esa clase.

Uno de los métodos más utilizados y eficientes para la reducción de los riesgos que presentan los productos de la clase 5 es la dilución en agua, siempre y cuando el producto sea compatible con ésta. La finalidad de la dilución es reducir el poder oxidante y su inestabilidad. Por lo tanto, debido a la solubilidad de algunos de estos productos, el agua de dilución se deberá almacenar para evitar la contaminación.

En caso de fuego, el agua es el agente más eficiente de extinción ya que aparta el calor del material en cuestión.

La espuma y el CO₂ no serán eficaces porque actúan con base en el principio de la exclusión del oxígeno atmosférico y esto no es necesario en un incendio causado por sustancias oxidantes.



2.6 Clase 6 – Sustancias tóxicas

Son sustancias que al ser ingeridas, inhaladas o entrar en contacto con la piel, incluso en pequeñas cantidades, pueden provocar la muerte o daños a la salud humana.

Las vías por las que los productos químicos pueden entrar en contacto con el organismo son tres:

- inhalación;
- absorción cutánea;
- ingestión.

La inhalación es la vía de entrada más rápida. La gran superficie de los alvéolos pulmonares, que representan de 80 a 90 m² en un hombre adulto, facilita la absorción de gases y vapores, que pueden pasar a la corriente sanguínea y ser distribuidos a otras regiones del organismo.

En relación con la absorción cutánea, las sustancias tóxicas pueden actuar de dos formas. Primero, como tóxico localizado, cuando el producto que entra en contacto con la piel actúa en su superficie y causa una irritación primaria y localizada. Segundo, como tóxico generalizado, cuando la sustancia tóxica actúa con las proteínas de la piel o incluso penetra a través de ella, llega a la sangre y se dispersa por el organismo, con el riesgo de llegar a varios órganos.

Si bien la piel y la grasa actúan como una barrera protectora del cuerpo, algunas sustancias como el ácido cianhídrico, el mercurio y algunos plaguicidas tienen la capacidad de penetrar a través de la piel.

En cuanto a la ingestión, ésta se considera una vía secundaria de ingreso ya que el hecho sólo ocurrirá accidentalmente.

Los efectos generados por el contacto con sustancias tóxicas están relacionados con su grado de toxicidad y el tiempo de exposición o dosis.

Debido al alto riesgo que implican los productos de esta clase, durante las operaciones de atención de emergencias se requiere equipos de protección respiratoria.

Entre estos equipos están las máscaras faciales con filtros químicos y el equipo autónomo de respiración de aire comprimido.

Es necesario tener siempre presente que los filtros químicos sólo retienen los contaminantes atmosféricos sin proveer oxígeno y que, según las concentraciones, se pueden saturar rápidamente. Antes de elegir el tipo adecuado de filtro, se debe identificar el producto presente en la atmósfera.

El equipo autónomo de respiración de aire comprimido se deberá utilizar en ambientes confinados, cuando el producto empleado no se encuentre en la atmósfera en altas concentraciones.

Por lo general, la existencia de un producto en un ambiente se asocia con la presencia de un olor. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, no siempre sucede esto. Algunas sustancias son inodoras, mientras que otras tienen la capacidad de inhibir el sentido olfativo y conllevar al individuo a situaciones de riesgo.

El gas sulfhídrico, por ejemplo, presenta un olor característico en bajas concentraciones, pero en altas concentraciones puede inhibir la capacidad olfativa.

De esta manera, es fundamental que en las operaciones de emergencia por productos de esta naturaleza, se realicen monitoreos constantes de la concentración de los productos en la atmósfera.



Los resultados obtenidos en estos monitoreos se podrán comparar con valores de referencia conocidos, como el LT –límite de tolerancia–, que es la concentración a la que un trabajador se puede exponer durante ocho horas diarias o 48 horas semanales sin sufrir efectos adversos para su salud, y el IDLH: valor inmediatamente peligroso para la vida al que una persona se puede exponer durante 30 minutos sin daños para su salud.

En vista del alto grado de toxicidad de los productos de la clase 6, es necesario recordar que la operación de contención de éstos es muy importante ya que normalmente son muy tóxicos para la vida acuática y representan un alto potencial de riesgo de contaminación en los cuerpos de agua. Por consiguiente, se debe prestar atención especial a los cuerpos de agua usados para la recreación, irrigación, alimentación de animales y abastecimiento público.

2.7 Clase 7 - Sustancias radiactivas (no son tratadas en este documento)

2.8 Clase 8 – Corrosivos

Son sustancias que presentan una severa tasa de corrosión al acero. Evidentemente, estos materiales también son capaces de provocar daños a los tejidos humanos. Básicamente, existen dos grupos principales con esas propiedades y se conocen como ácidos y bases.

Los ácidos son sustancias que, en contacto con el agua, liberan iones H^+ y provocan alteraciones de pH en el intervalo de 0 (cero) a 7 (siete). Las bases son sustancias que, en contacto con el agua, liberan iones OH^- y provocan alteraciones de pH en el intervalo de 7 (siete) a 14 (catorce).

Algunos ejemplos de este tipo de productos son el ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico, hidróxido de sodio e hidróxido de potasio, entre otros.

Muchos de los productos pertenecientes a esta clase reaccionan con la mayoría de los metales y como generan hidrógeno (gas inflamable), dan lugar a un riesgo adicional.

Algunos productos presentan como riesgo secundario un alto poder oxidante, mientras que otros pueden reaccionar enérgicamente con el agua o con otros materiales, por ejemplo, los compuestos orgánicos. El contacto de esos productos con la piel y ojos puede causar severas quemaduras, por lo que se deben emplear equipos de protección individual compatibles con tal producto. Para la manipulación de corrosivos, generalmente se recomienda usar ropas de PVC.

El monitoreo ambiental durante las operaciones con estos materiales se puede realizar a través de diversos parámetros, según el producto usado, entre los cuales cabe destacar las mediciones de pH y la conductividad.

En los accidentes con ácidos o bases que llegan a cuerpos de agua, se podrá producir una mayor o menor variación del pH natural, según diversos factores, como por ejemplo la concentración y cantidad del producto vertido, además de las características del cuerpo de agua afectado.

Uno de los métodos que se puede aplicar para reducir los riesgos es la neutralización del producto derramado. Esta técnica consiste en agregar un producto químico, de manera que se logre un pH próximo al natural.



Para la neutralización de sustancias ácidas generalmente se emplea el carbonato sódico y la cal hidratada, ambas con característica alcalina. El uso de cal viva no es recomendable debido a que su reacción con los ácidos es extremadamente energética.

Antes de llevar a cabo la neutralización, se deberá recolectar la mayor cantidad posible del producto derramado a fin de evitar el consumo excesivo del producto neutralizante y la generación de una gran cantidad de residuos.

Se deberá realizar la remoción total y disposición adecuada de los residuos provenientes de la neutralización.

Al final de este capítulo se presenta el cuadro 6 sobre neutralización de productos químicos, donde se relaciona la cantidad de agentes neutralizantes necesarios para los productos más comunes de esta clase.

Como se mencionó anteriormente, la neutralización es sólo una de las posibles técnicas para reducir los riesgos en los accidentes con sustancias corrosivas. También se deberán considerar otras técnicas como la absorción, remoción y dilución, según el caso.

Para elegir el método más adecuado se deben considerar los aspectos de seguridad y protección ambiental.

Si se opta por la neutralización del producto, se debe considerar que ésta consiste básicamente en la disposición de otro producto químico en el ambiente contaminado y que, por lo tanto, podrá haber reacciones químicas paralelas a la necesaria para la neutralización.

También se debe evaluar la característica del cuerpo de agua, que algunas veces conlleva a su monitoreo a fin de lograr una dilución natural del producto. Estos casos normalmente se producen en aguas corrientes en las que el control de la situación es más difícil debido a la movilidad del producto en el medio.

Cuando hay descontrol durante la neutralización, podrá haber una inversión brusca en la escala del pH, lo que producirá efectos mucho más dañinos para los ecosistemas que resistieron a la primera variación del pH. Por lo general, en los cuerpos de agua donde hay vida, no es recomendable la disposición de productos químicos sin la supervisión de especialistas.

Durante las reacciones de neutralización, mientras más concentrado esté el producto derramado, mayor será la liberación de energía en forma de calor, además de la posibilidad de que el agua salpique, por lo que se debe reforzar la necesidad del uso de ropas adecuadas de protección.

La técnica de dilución solamente se deberá usar cuando la contención del producto derramado sea imposible y si tiene un volumen bastante reducido debido a que el volumen de agua necesario para obtener concentraciones seguras con este método siempre será muy grande, en el orden de 1.000 a 10.000 veces el volumen del producto vertido.

Cabe resaltar que si el volumen de agua agregado al producto no es suficiente para diluirlo en niveles seguros, la situación se agravará debido al aumento del volumen de la mezcla.

Como se ha podido observar en lo expuesto anteriormente, la absorción y la recolección son las técnicas más recomendadas comparadas con la neutralización y la dilución.

Con el cuadro 6, use una cantidad $K \cdot Q$ del neutralizante elegido para neutralizar una cantidad Q de un producto.

Ejemplo: para neutralizar 1.000 kg de ácido sulfúrico 98%, use $1.000 \times 1,60 = 1.600$ kg de soda 50%.

Cuadro 6. Neutralización de productos químicos

NEUTRALIZANTE (FACTOR K)	HCl 30%	HCl 33%	HCl 36%	H ₂ SO ₄ 70%	H ₂ SO ₄ 98%	Cal hidratada 100% Ca (OH) ₂	Carbonato de sodio (soda ASH)	NaOH 50%	NaOH 98%	Sulfito de sodio 100% Na ₂ SO ₃
PRODUCTO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ácido clorhídrico 30%	N	N	N	N	N	0,31	0,44	0,66	0,33	N
Ácido clorhídrico 33%	N	N	N	N	N	0,36	0,50	0,73	0,36	N
Ácido clorhídrico 36%	N	N	N	N	N	0,40	0,55	0,80	0,40	N
Ácido nítrico 98%	N	N	N	N	N	0,60	0,80	1,25	0,65	N
Ácido sulfúrico 70%	N	N	N	N	N	0,42	0,76	1,44	0,57	N
Ácido sulfúrico 98%	N	N	N	N	N	0,80	1,10	1,60	0,80	N
Cloro 100%	N	N	N	N	N	1,10	1,50	1,80	0,90	N
Hipoclorito de sodio 12%	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0,28
Soda cáustica 50%	1,51	1,39	1,27	0,89	0,63	N	N	N	N	N
Soda cáustica 98%	3,03	2,77	2,50	1,75	1,25	N	N	N	N	N

Fuente: CARBOCLORO S/A Industrias Químicas

2.9 Clase 9 – Sustancias peligrosas diversas

Esta clase agrupa a los productos que presentan riesgos diferentes de las demás clases. Para estos productos se aplican todos los procedimientos básicos descritos en el capítulo 3 de este trabajo, además de otros específicos, según el tipo de material.-