

Transporte, manipulación y almacenaje de mercancías peligrosas (*)

Por M. A. HACAR BENITEZ

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Después de examinar en una breve introducción los aspectos de la peligrosidad en la utilización de ciertas sustancias y productos, se exponen las clasificaciones que de las mismas hacen los reglamentos de los diferentes medios de transporte. Se alude a las principales fuentes legislativas, tanto nacionales como internacionales. Se indican algunas organizaciones de emergencia, así como varios accidentes importantes ocurridos en los últimos años. Se finaliza con unas conclusiones que también pueden servir de orientaciones o recomendaciones de los temas expuestos.

1. INTRODUCCION

Es de todos conocido la enorme cantidad de sustancias y productos peligrosos que se utilizan actualmente. El gran desarrollo de la industria química y petroquímica obliga a ello. Pero en las últimas décadas el volumen de los transportes ha crecido vertiginosamente. Así, tenemos por ejemplo las grandes cisternas que circulan por ferrocarril y por carretera, los superpetroleros, etc., que en sólo veinte años su capacidad se ha multiplicado por tres, cuatro y hasta diez veces. Y no es sólo esto; desde hace poco más de treinta años el uso de pesticidas y herbicidas ha supuesto a la vez de un gran progreso un gran peligro en lo que se refiere a su transporte y almacenamiento, si no se toman las debidas precauciones teniendo en cuenta la alta toxicidad y propiedades contaminantes de algunos de ellos.

También las condiciones especiales de presión, temperatura, etc., en que hay que manipular algunos de ellos obliga a extremar las precauciones para no estar expuestos a un desastre.

El ritmo a que han aparecido estos productos es muy superior al que se debieran haber desarrollado los medios de almacenamiento y transporte. Así, tenemos industrias, depósitos y

almacenes con mercancías peligrosas no suficientemente alejadas de zonas de gran densidad de población. Los motivos de ellos y las culpas de haber llegado a tal situación son muy variados. Hay industrias que se montaron en lugares apartados y después creció la población a su alrededor. Otras zonas industriales crecieron desmesuradamente en lugares habitados, etc. No es cuestión ahora de tratar sólo de investigar el pasado. Lo cierto es que se ha llegado al estudio actual principalmente por no conocer bien los problemas. Apenas se hablaba de la contaminación hace veinticinco o treinta años. No se pensaba tampoco en el enorme desarrollo que iba a alcanzar la industria química y sobre todo la petroquímica (1).

La mayor parte de las poblaciones deseaban montar industrias prósperas y hasta cierto punto cercanas a ellas, pues los medios de transporte no eran tan cómodos ni abundantes como los actuales.

En resumen, diremos que hoy la situación obliga a considerar seriamente tanto los medios de transporte como los lugares de producción y almacenamiento de ciertos productos. Entre los primeros habrá que tener en cuenta las condiciones de utilización de carreteras, ferrocarriles, tuberías, puertos y aeropuertos y el llamado «transporte combinado». Las fábricas y almacenes de ciertos productos quedarán a distancias mínimas determinadas de zonas habitadas, que podrán variar según lo «protegidos» que estén.

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de mayo de 1984.

En este artículo no pretendemos más que dar una información general sobre las mercancías peligrosas y las reglamentaciones nacionales e internacionales existentes. Consideramos indispensable tenerlas en cuenta para así también tener previstos los medios para evitar o al menos reducir los peligros inherentes a las mismas y preparar los medios, materiales y humanos, de combatirlos en caso de emergencia (2).

2. LA PELIGROSIDAD DE LAS MERCANCIAS

Puede ser debida principalmente a que se trata de productos explosivos, inflables, combustibles, tóxicos, radiactivos o corrosivos. Pueden ser sólidos, líquidos o gases. Pueden presentar peligros combinados, por ejemplo, inflamables con desprendimientos de gases tóxicos, etc. Los gases pueden estar comprimidos o refrigerados. Los productos tóxicos pueden serlo por ingestión, por inhalación o por acción cutánea. Los combustibles pueden además tener propiedades combustibles (peróxidos orgánicos). Hay productos que si no están en las debidas condiciones de presión, temperatura o humedad pueden descomponerse o polimerizar.

El mayor o menor peligro de una mercancía no es sólo por sus características propias, sino por la situación y circunstancias en que se encuentra durante su transporte y almacenamiento. Enumeremos algunos de ellos:

— El envase y el embalaje que la protege deben ser adecuados a la mercancía que contiene y a su cantidad. Deben ser capaces de

resistir las condiciones más desfavorables de manipulación y almacenamiento.

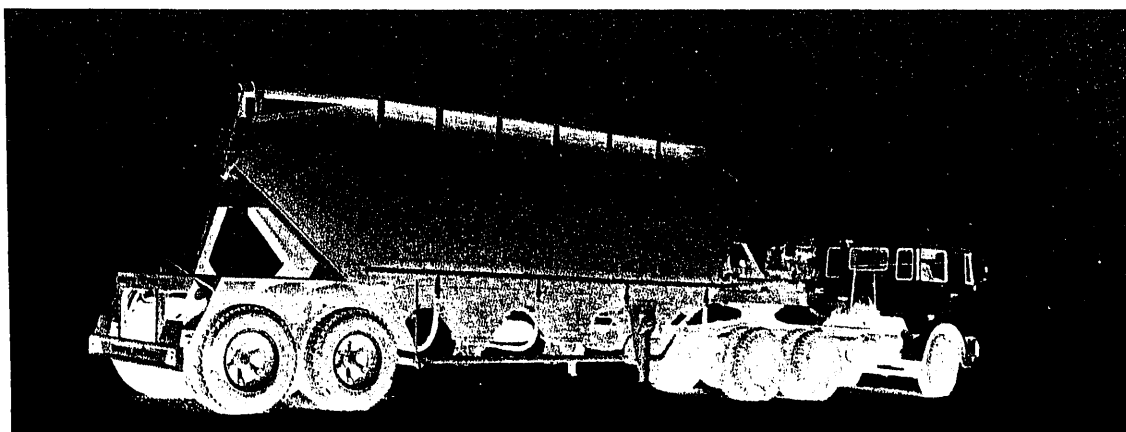
— Hay mercancías que son incompatibles con otras o que deben estar suficientemente alejadas de ellas. Así ocurre con ciertos explosivos; o con productos de alta toxicidad que han de estar eficazmente separados o distantes de productos alimenticios; de combustibles que lo han de estar de comburantes o peróxidos orgánicos, etc.

— Las condiciones de almacenamiento y de estiba deben ser adecuados en cuanto a temperatura y ventilación de ciertos productos. El apilamiento de sacos, de cajas, bidones o contenedores deben estar en cada caso dentro de ciertos límites. Tanto en bodegas de barco, como en vagones de ferrocarril o en camiones, irán sujetos adecuadamente. Las cantidades a almacenar o a estibar estarán limitadas en cada caso por unidad de superficie o de volumen.

— Las mercancías peligrosas irán separadas en compartimientos adecuados según establecen los reglamentos, que serán impermeables, resistentes al fuego o a la corrosión según los casos.

— Deben estar previstos los medios adecuados (3) no sólo para combatir fugas o derrames, sino de detección y alarma para el caso en que pudiera presentarse. El servicio de extinción de incendios con diversos medios, extintores manuales, móviles, fijos o automáticos, según los casos, es esencial.

— El desconocimiento de la mercancía peligrosa que se transporta o manipula y de sus propiedades físico-químicas, es probablemente



lo que más puede aumentar el peligro en caso de emergencia. Téngase en cuenta que hay productos que si se les añade agua pueden explotar o hacer emanar productos altamente tóxicos. Otras mercancías derramadas exigen la rápida evacuación de personas en una zona más o menos amplia según la sustancia de que se trate y de su cantidad, así como de la dirección del viento y de su velocidad (cono de evacuación) (4).

— Para caso de accidente hay no sólo que disponer de medios materiales y humanos suficientes. No basta que haya un cierto personal que se ocupe de la seguridad e incluso que sea competente. Debe estar debidamente enterado y debidamente organizado. Los medios materiales deben estar a punto. Para ello hay que hacer frecuentes y, mejor aún, periódicas prácticas (involucrando en ellas a la mayor parte del personal apto) y haciendo revisión frecuente y también periódica de las instalaciones, de los sistemas de detección y alarma y de todos los medios auxiliares. Debe haber de modo permanente un retén más o menos numeroso de personas capaces de prestar los primeros auxilios que disponga de los medios (trajes, máscaras protectoras, etc.) para atender a los accidentes (5).

3. CLASIFICACION DE MERCANCIAS PELIGROSAS

Con algunas variaciones de menor importancia, casi todos los reglamentos de transporte por tierra, mar o aire dividen las mercancías peligrosas en las clases siguientes:

1. Explosivos.
2. Gases comprimidos licuados o disueltos a presión.
3. Líquidos inflamables.
4. Sólidos inflamables.
5. Comburentes y peróxidos orgánicos.
6. Tóxicos e infecciosos.
7. Radiactivos.
8. Corrosivos.

Algunos añaden una novena clase, productos varios, no incluidos en las anteriores.

A su vez, cada una de estas clases se subdividen en varias subclases o divisiones.

Así la clase 1, explosivos, es dividida en las subclases:

- 1a) Materias y objetos explosivos.
- 1b) Objetos cargados con materias explosivas.
- 1c) Inflamadores, piezas de fuego de artificio y mercancías similares, por los reglamentos nacionales (TPC y TPF) e internacionales (ADR y RID), respectivamente, de transporte de mercancías peligrosas (MM. PP.) por carretera y ferrocarril.

En cambio el reglamento de transporte marítimo (IMDG de la IMO) establece las siguientes divisiones:

División 1.1. Materiales y objetos con peligro de explosión en masa.

División 1.2. Materias y objetos con peligro de proyección pero no de explotar en masa.

División 1.3. Materias y objetos con peligro de incendio, con peligro mínimo de proyección, o de uno y otro, pero sin peligro de explotar en masa.

División 1.4. Materias y objetos sin riesgos notables.

División 1.5. Materias muy poco sensibles.

La clase 2 suelen dividirla todos los reglamentos de transporte terrestre en los grupos:

- A. Gases comprimidos.
- B. Gases licuados.
- C. Gases licuados a baja temperatura.
- D. Gases disueltos a presión.
- E. Aerosoles y cartuchos de gas a presión.
- F. Gases sometidos a prescripciones particulares.
- G. Recipientes y cisternas vacíos.

En cambio el de transporte por mar no establece estos grupos.

La clase 3, líquidos inflamables, es única en los reglamentos de transportes terrestres. Se hacen con estas materias seis grupos. Cinco de ellos según sean o no miscibles con agua, y según su punto de inflamación y el contenido de materias sólidas, etc. El sexto grupo corresponde a recipientes y cisternas vacías, no limpiados.

En el reglamento IMDG de transporte de MM. PP. por vía marítima se hacen las tres subclases

3.1; 3.2 y 3.3, según sea débil, medio o alto su punto de inflamabilidad.

La clase 4, se divide en todos los reglamentos en las subclases:

- 4.1. Materias sólidas inflamables.
- 4.2. Materias susceptibles de inflamación espontánea.
- 4.3. Materias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.

Los reglamentos de transporte terrestre reúnen cada una de estas subclases en 11, 15 y 5 grupos de mercancías, respectivamente.

La clase 5 corresponde a:

- 5.1. Comburentes.
- 5.2. Peróxidos orgánicos.

En los reglamentos de transporte terrestre (ADR-TPC, RID y TPF) se hacen 11 grupos con los primeros y los A, B, C, D, E y F con los segundos.

La clase 6 comprende las subclases:

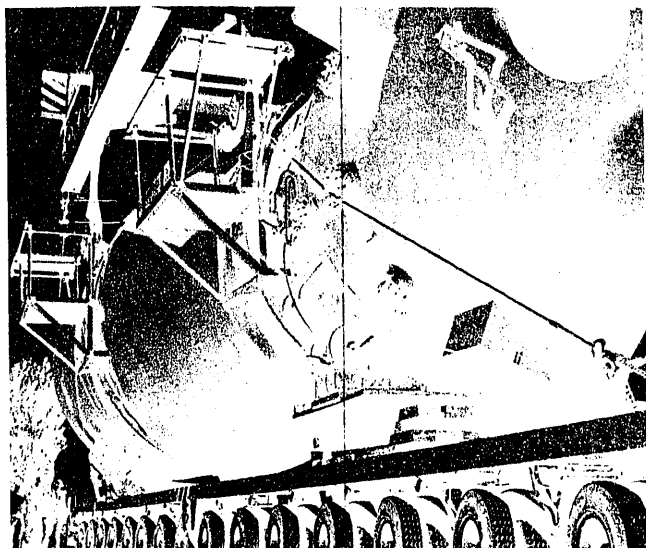
- 6.1. Sustancias tóxicas.
- 6.2. Sustancias infecciosas.

Las primeras tienen una acción más bien físico-química. La acción de las segundas es más bien biológica.

Los reglamentos de transportes terrestres establecen también unos grandes grupos A, B, C, D, E, F, G, H, I y K según los puntos de ebullición de los productos, de su facilidad de desprender materias tóxicas, etc.

En la I están comprendidas las «materias y productos que sirvan de pesticidas» (6) que a su vez se clasifican según que ofrezcan: un riesgo de intoxicación muy grave, grave o simplemente nocivo.

El reglamento IMDG de transporte de MM. PP. por mar, clasifica los pesticidas en dos categorías. La de clase 6 que presenta un riesgo importante y los pesticidas que presentan un riesgo menor, de la clase 9. La mayor parte de los primeros puede considerarse como de los segundos si su concentración es suficientemente débil. Por debajo de cierta concentración varios pesticidas pueden considerarse como no peligrosos.



De la clase 6.1. enumeran 12 grupos de productos los reglamentos de transporte terrestre.

La clase 7, materias radiactivas, comprende las que tienen una actividad específica superior a 0,002 microcurios por gramo. Para su transporte hay que cumplir las prescripciones del Reglamento de materias radiactivas de la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA).

No entraremos en definiciones, que, aunque son esenciales, nos ocuparían demasiado espacio. Sólo diremos que existen bultos de tipo A, B (U) y B (M). Que hay materias de débil actividad específica (LSA) y materias sólidas de débil actividad (LLS).

Que se llaman materias fisionables al plutonio 238, al 239 y al 241, así como al uranio 233 y al 235 y a todos los productos que contienen algunos de sus radioisótopos. El uranio natural o empobrecido, ni irradiado, no entra en esta definición. Por medio de 12 fichas, que comprenden grupos de envíos que van desde «embalajes vacíos» hasta «materias fisionables» y «materias transportadas por acuerdo especial», se determinan las condiciones a cumplir en cada caso.

Las materias de la clase 8, corrosivas, pueden ser:

- A) De carácter ácido.
- B) De carácter básico.
- C) Otras materias corrosivas.
- D) Envases y cisternas vacíos sin limpiar.

4. IDENTIFICACION DE LA MERCANCIA Y SUS RIESGOS

Cada mercancía peligrosa (y a veces un grupo de varias de características parecidas) se especifica por medio de un número de cuatro cifras llamado «número de identificación de la materia» o «número de la mercancía. Este número suele ser el mismo en los diversos reglamentos nacionales e internacionales, así como en las recomendaciones de las Naciones Unidas para el transporte de MM. PP. Así por ejemplo, el ácido sulfúrico tiene el número 1830, el fosgeno (oxicloruro de carbono), el 1076; el propileno o propeno, el 1077, etc.

Por medio de relaciones, bien alfabéticas (preferentemente con el nombre científico del producto, no con el comercial, o mejor con ambos) o bien de números correlativos, se localiza cada producto y sus propiedades principales o se remite con él a la ficha correspondiente.

La mayor parte de las veces cada producto va además acompañado de otro número, de dos o tres cifras solamente, indicativo del peligro de la mercancía (en los «paneles» color naranja de los camiones y cisternas este número indicativo del peligro, o más bien diremos de los peligros de la mercancía, está colocado siempre encima de cuatro cifras que, como indicamos, es el que identifica a la mercancía).

Su significado es como sigue:

La primera cifra es el peligro principal, siendo:

2. Gas.
3. Líquido inflamable.
4. Sólido inflamable.
5. Materia comburente o paróxido orgánico.
6. Materia tóxica.
8. Corrosivo.

Generalmente para los transportes terrestres se utilizan 12 tipos de etiquetas cuya notación y significados son:

- 1. (Bomba negra sobre fondo naranja)
- 2A. (Llama negra sobre fondo rojo.)
- 2B. (Llama negra sobre fondo consti-

La segunda y tercera cifras indican peligros subsidiarios.

0. Carece de significación.
1. Explosión.
2. Emanación de gas.
3. Inflamables.
5. Propiedades comburentes.
6. Toxicidad.
8. Corrosividad.
9. Peligro de reacción violenta resultante de la descomposición espontánea o polimerización.

Cuando las dos primeras cifras sean las mismas, ello indica una intensificación del peligro principal; el hecho que la segunda y tercera cifra sean idénticas indica una intensificación del peligro subsidiario; así 33 indica un líquido muy inflamable (punto de inflamación inferior a 21° C), 66 indica una materia muy tóxica, 88 una muy corrosiva, el 633 materia tóxica muy inflamable, etc. Cuando las dos primeras cifras sean 22 es que se trata de un gas refrigerado. Un número que comience por 44 indica una materia sólida inflamable en estado fundido y a alta temperatura.

La combinación 42 indica un sólido que al contacto con el agua puede emitir gases. Si el número de identificación es 333, la sustancia es un líquido inflamable espontáneamente.

Cuando el número de identificación de peligro vaya precedido por la letra X, ello indicará la prohibición absoluta de echar agua sobre el producto.

Para facilitar más el conocimiento de los peligros de las mercancías con que se opera, se disponen sobre ellas unas etiquetas cuadradas (con una diagonal del cuadrado en posición vertical, si se trata de etiquetas de peligro), cuyo lado no será inferior a 10 cm. si va sobre un bulto y de 30 cm. si va sobre una cisterna o contenedor.

Riesgo de explosión.

Peligro de fuego (materias líquidas inflamables).

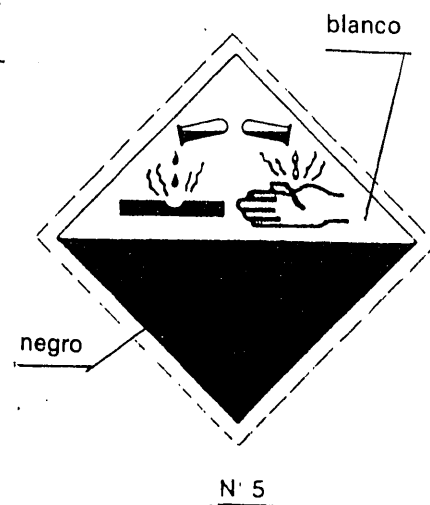
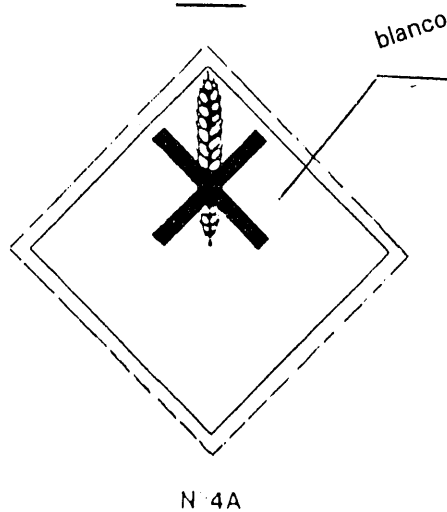
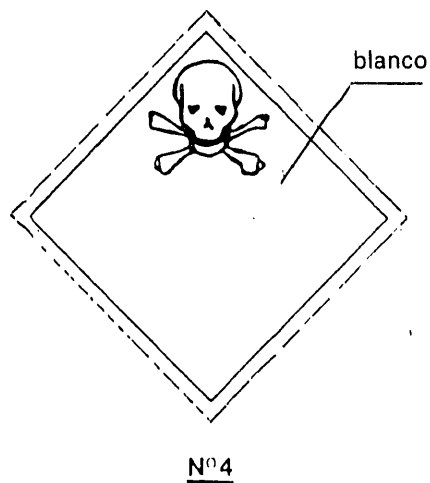
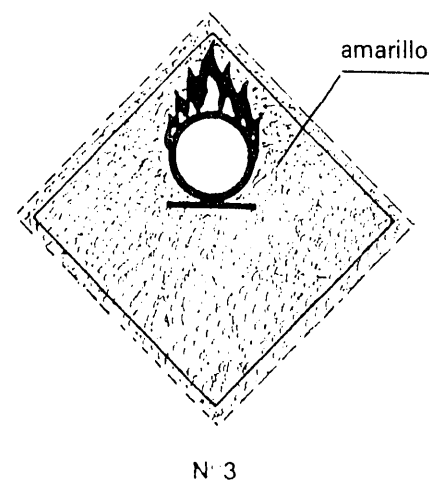
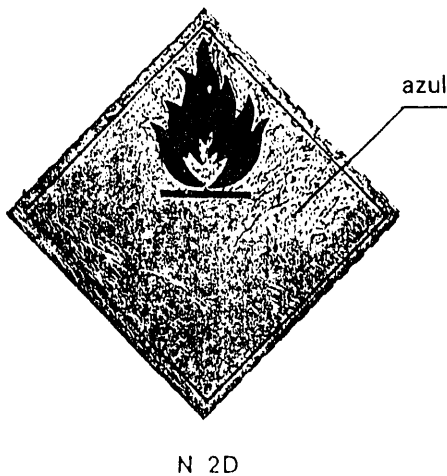
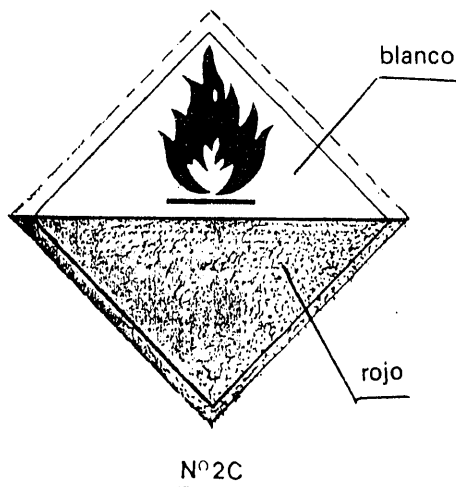
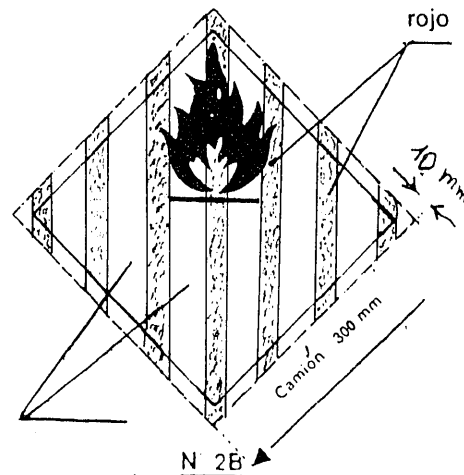
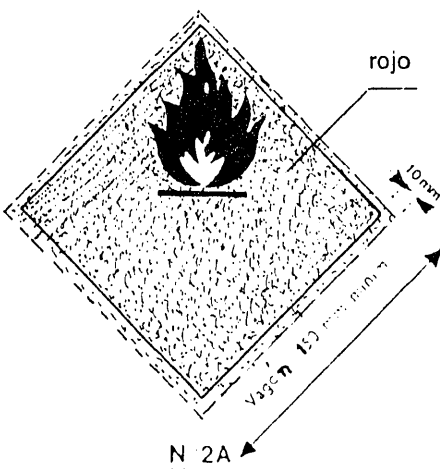
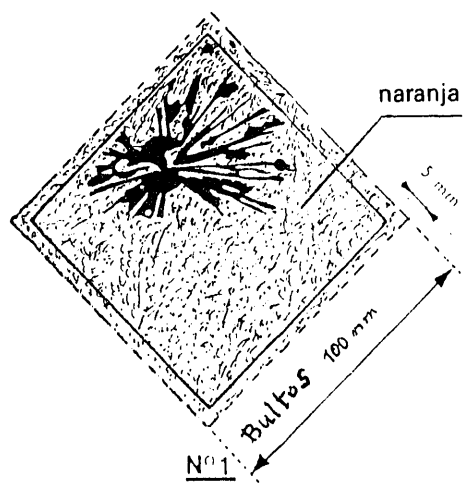
Peligro de fuego (materias sólidas inflamables).

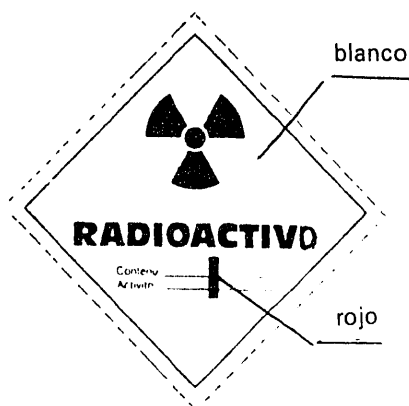
TRANSPORTE TERRESTRE INTERNACIONAL por ferrocarril (R. I. D.) y por carretera (A. D. R.)

FORMATOS

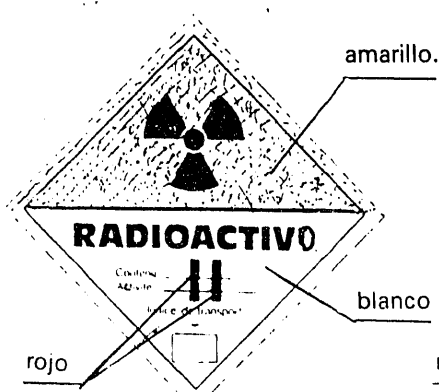
Bultos 100 mm. X 100 mm.
Vagones 150 mm. X 150 mm.
Vehículos 300 mm. X 300 mm.

1. Etiquetas de peligro

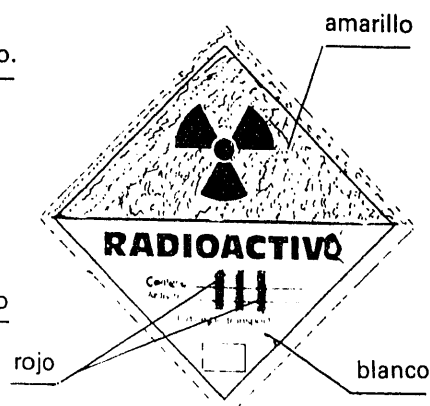




N° 6A



N° 6B



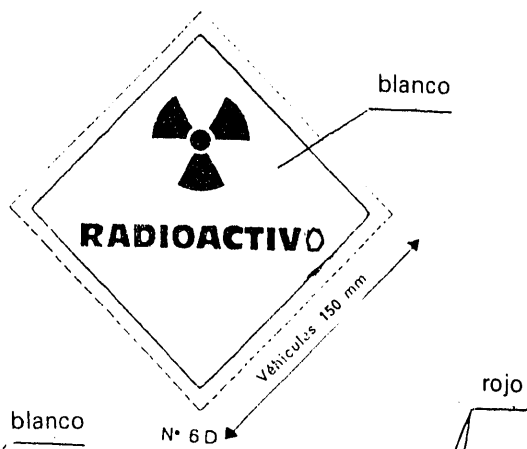
N° 6C

2. Etiquetas de Manipulación

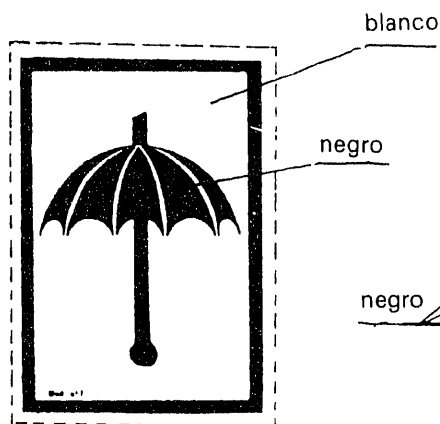
Formato etiquetas de manipulación

Bultos 74 mm. X 105 mm.

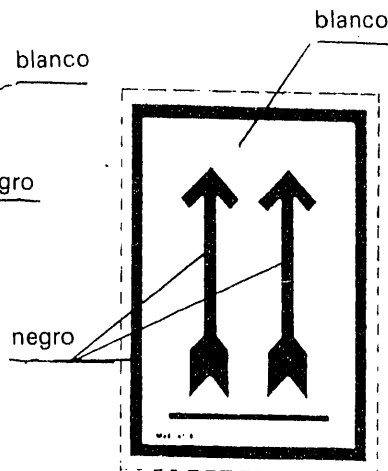
Vehículos y vagones 148 mm. X 210 mm.



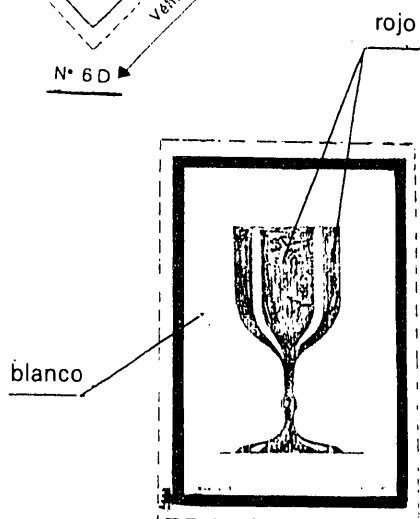
N° 6D



N° 7

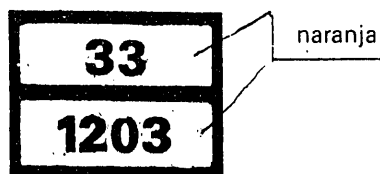


N° 8



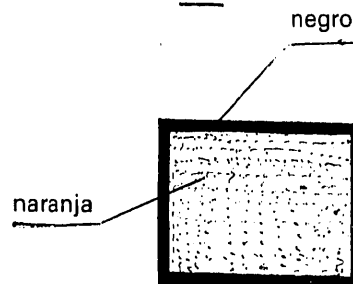
N° 9

3. Paneles color naranja



300 x 400 mm

Para vagones cisterna (R. I. D.)
Para vehículos cisternas (A. D. R.)



Para vehículos transportando mercancías embaladas o cisternas con depósitos múltiples (A. D. R.)

tuido por bombas verticales equidistantes, alternativamente rojas y blancas.)

- 2C. (Llama negra sobre fondo blanco, teniendo el triángulo inferior de la etiqueta color rojo.)

- 2D. (Llama negra sobre fondo azul.)

- 3. (Llama sobre un círculo negro sobre fondo amarillo.)

- 4. (Calavera sobre dos tibias negras, sobre fondo blanco.)

- 4A. (Cruz de San Andrés sobre espiga de trigo, negras sobre fondo blanco.)

- 5. (Gotas que caen desde una probeta sobre una placa y desde otra probeta sobre una mano, negras sobre fondo blanco, siendo el triángulo inferior de la etiqueta de color negro, rebordado por un punteado blanco.)

- 6A, 6B y 6C. Trébol esquematizado en negro sobre fondo blanco en la 6A y sobre amarillo en 6B y 6C en el triángulo superior de la etiqueta. El triángulo de la parte inferior es en blanco y sobre él la inscripción *radiactiva* y las

Materia susceptible de inflamación espontánea.

Peligro de emanación de gas inflamable al contacto con el agua.

Materia comburente o peróxido orgánico.

Materia tóxica: tenerla aislada de productos alimenticios u otros objetos destinados al consumo en los lugares de carga, de descarga o de transbordo.

Materia nociva: mantenerla alejada de productos alimenticios, tanto en los vehículos como en los lugares de carga, descarga o transbordo.

Materia corrosiva.

indicaciones sobre actividad, contenido, índice de transporte. Con una, dos o tres bandas verticales, en cada una se indica que se trata, respectivamente, de materias radiactivas en bultos de categoría I, blanca; II, amarilla, y III, amarilla; sobre las que hay instrucciones.

Las etiquetas de los números 7, 8 y 9 son rectángulos verticales; estas etiquetas se llaman de manipulación, porque la facilitan. Significan:

- 7. (Paraguas negro abierto sobre fondo blanco.)

- 8. (Dos flechas negras sobre fondo blanco.)

- 9. (Copa roja sobre fondo blanco.)

Resguárdese de la humedad.

De pié. Fijar las etiquetas con las puntas de las flechas hacia arriba sobre dos caras laterales opuestas de los bultos.

Manéjese con precaución o no se vuelque.

Algunos reglamentos, así como las citadas «Recomendaciones», de las Naciones Unidas prescriben etiquetas como son:

— Para la clase 1. Explosivos: Bomba negra sobre fondo naranja, pero indica a la vez, con números y letras, el grupo de incompatibilidad.

— Para la clase 2. Gases comprimidos no inflamables: Bombona negra sobre fondo verde.

— Para la clase 6. División 6.2. Sustancias infecciosas: Tres medias lunas sobre un círculo en negro sobre fondo blanco (en caso de daños o de escapes avisar inmediatamente a las autoridades sanitarias).

5. ENVASES Y EMBALAJES

Para las distintas *clases* de MMPP indican los reglamentos las disposiciones relativas a:

A) Bultos: Condiciones generales de envase. Envases para una sola materia. Envase colectivo. Marcas, inscripciones y etiquetas de peligro de los bultos.

B) Datos de la carta de porte.

C) Envases vacíos.

En las «Recomendaciones» de las Naciones Unidas se da una clave para designar los distintos tipos de recipientes. Las cifras correspondientes a los distintos tipos de embalajes son: 1) Bidón. 2) Tonel. 3) Jerricán. 4) Caja. 5) Saco. 6) Embalaje compuesto. 7) Recipiente a presión.

El material, por su parte, estará indicado por las letras siguientes: A) Acero de todos los tipos, ya sea revestido o no revestido (galvanizado, inoxidable, hojalata, chapa emplomada, etc.). B) Aluminio. C) Madera natural. D) Madera contrachapada. F) Madera reconstituida. G) Cartón. H) Materias plásticas. L) Materias textiles. M) Papel no impermeabilizado. N) Papel impermeabilizado.

A efectos de embalaje las mercancías se han dividido, según su peligrosidad, en tres categorías.

- Muy peligrosas. Grupo I.
- Medianamente peligrosas. Grupo II.
- Poco peligrosas. Grupo III.

El número clave del embalaje va seguido de una letra que indica los grupos de sustancias para los que puede utilizarse:

«X»: En los embalajes admitidos para los I a III.

«Y»: En los embalajes admitidos para los grupos II y III.

«Z»: En los embalajes admitidos únicamente para el grupo III.

Los embalajes tienen que sufrir pruebas de caída de estanqueidad, de presión hidráulica, de apilamiento, de impacto, etc., según métodos establecidos y criterios de superación de los mismos.

Se comprende que dichas pruebas serán más exigentes para sustancias del grupo I que para las del II y III, y las del II más que para las del III.

El IMDG, en su anexo I, adopta las anteriores «Recomendaciones» y clasificación de los embalajes. En la *ficha* de cada producto se indica el grupo de embalaje a utilizar (I, II, III) y el contenido neto por recipiente (y el total por bulto) según el tipo de embalaje que se utilice (estas cantidades dependen del tipo que se adopte).

Para algunas clases pueden adoptarse diversos «Métodos de embalaje». Así para los explosivos hay los E.1, E.2, E.3..., hasta el E.157, en cada uno de los cuales se indica como puede ser el interior y el exterior del embalaje y los requisitos especiales a cumplir. Así, por ejemplo, los *cohetes lanzacabos*, sustancia número 0238, debe ir con el método de embalaje E.147. Para la trinitrofluorenona, número 0387, división 1.1.D., el método de embalaje será de E.2.

Para las mercancías de la división 5.2, peróxidos orgánicos, hay una lista de embalajes de más de 50 tipos, de una notación especial que va del P.1a, P.1b..., hasta P.27 y P.28. En ella se describe cada embalaje, el contenido máximo del recipiente interior y el contenido máximo de todo bulto. Así, por ejemplo, el peróxido de deanoilo, técnicamente puro, sustancia número 2.120, corresponde al grupo de embalaje II y, según la cantidad a transportar, irá con uno de los métodos de embalaje P.1a, P.2c, P.3b, P.6a, P.17, P.20c, P.24 o P.25 (este producto no debe sobrepasar durante el transporte la temperatura de + 15° C, que se comprobará a intervalos regulares).

No entraremos en las diversas disposiciones relativas a los contenedores y cisternas, indispensables a tener en cuenta en su construcción y en su utilización.

6. LEGISLACION

Venimos aludiendo a varios de los reglamentos existentes sobre los diversos medios de transporte de MMPP. Concretaremos los princi-

pales y además indicaremos otras leyes y decretos relacionados más o menos directamente no sólo con el transporte sino con el almacenamiento y la manipulación de las mismas.

También aludiremos a algunos «Acuerdos» internacionales a los que se ha adherido España.

— Reglamento Nacional de Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera, TPC (Real Decreto 1.999/1979 de 29-VI-79, modificado por el Real Decreto 1.677/1980 de 29-VIII-80).

— Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera, ADR (BOE, n.º 163 al 170, del 9 al 17 de julio de 1973).

— Reglamento Nacional sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril, TPF (BOE, de 7 a 24 de mayo de 1982).

— Reglamento Internacional sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril, RID (BOE, del 17 al 20 de octubre de 1980).

— El transporte marítimo está regulado por el código IMDG o «International Maritime Dangerous Goods», de la IMCO o «Intergovernmental Maritime Consultative Organization» (ahora IMO) del que hay también versión en francés (próximamente aparecerá en español). En España actualmente rige el «Reglamento para el embarco, transporte por mar y desembarco de las mercancías peligrosas» que fue aprobado por Real Decreto de 27-III-1918.

— El transporte aéreo está regulado por disposiciones de la IATA o «Asociación de Transporte Aéreo Internacional» y el de materias radiactivas por la IAEA o «Agencia Internacional de Energía Atómica».

España está adherida a diversos convenios, entre otros al SOLAS o «International Convention for the Safety of Life at Sea», de 1974, conocido por SEVIMAR o de «Seguridad de la Vida Humana en el Mar», y también al denominado MARPOL-73 o «International Convention for the Prevention of Pollution from ships, 1973».

Relacionado con los temas de que tratamos, es de interés conocer:

— Reglamento de Explosivos (Real Decreto

2.114/1978, BOE de 7-VII-78) y dentro del título IV, envases y embalajes, el V, depósitos, y el VIII, transportes.

— Reglamento de Recipientes a Presión (Decreto 2.442 de 16-VIII-69, BOE de 28-X-69 y otros, con un anexo, aparecidos en BOE de 17-II-72, 1-I-76, 5-XII-75 y 1-X-76).

— Sobre almacenamiento de productos petrolíferos y refinerías tenemos disposiciones aparecidas en la Gaceta de 24-VI-75 y en los BOE de 28-I-76 y 3-XII-75.

Para los gases licuados de petróleo o GLP (plantas de llenado, almacenamientos, distribución, etc.) ver órdenes aparecidas en los BOE de 22-XII-64, 30-X-79 y 21-VIII-79.

Las definiciones de unidades radiactivas, las normas para la protección contra radiaciones ionizantes, el control de elementos radiactivos y el establecimiento de la red de alerta a la radiactividad se establecen en decretos y órdenes aparecidos en los BOE de 20-IV-45, 20-XII-59, 2-VI-61, 25-VII-62 y 19-I-63.

La Ley de Energía Nuclear es de 29-IV-64 (BOE de 4-V-64. Reglamento y orden que la desarrollan en BOE de 4-V-64 y 9-XI-71).

— La Ley de Protección del Ambiente Atmosférico es la 38/1972, de 22-XII-72 (BOE de 2-XII-72). Decretos y órdenes que la desarrollan pueden verse en los BOE de 6-II-75, 10-III-76, 5-XI-76, 8-I-77, 3-XII-76 y 23-II-77.

— Para prevenir la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos está el convenio internacional de 1954 que, con las enmiendas acordadas en 1962, fue aceptado por España en 22-I-64. Sobre prohibición de descargar en ruta y sobre normas de construcción de buques, ver BOE de 29-VII-64, 28-X-67, 27-I-78, 6-VI-63 y 24-VIII-67.

Es importante conocer la legislación industrial vigente. El Ministerio de Industria y Energía las tiene publicadas en tres grandes volúmenes que llegan hasta 14-VI-75. A partir de entonces reúne en publicaciones mensuales las disposiciones promulgadas.

El Instituto de Normalización y Racionalización, IRANOR, publica las normas españolas, UNE, de



obligado cumplimiento según las circunstancias. Estas normas son redactadas por comisiones técnicas. Entre ellas, la comisión técnica número 23 es la de «Equipos y material contra incendios»; la CT número 49, «Envases, embalajes y su transporte»; la CT número 58, «Maquinaria de elevación y transporte», etcétera.

Este Instituto es miembro activo de:

- ISO u Organización Internacional de Normalización (Standards).
- CEN o Comité Europeo de Normalización.
- CEE o Comisión Internacional de Reglamentación para la aprobación del Equipo Eléctrico.
- BIC u Oficina Internacional de Contenedores.

7. ORGANIZACIONES PARA CASOS DE EMERGENCIA (8)

Para las situaciones de emergencia que pueden presentarse, no sólo por explosiones o incendios, sino como consecuencia de fugas, vertidos o derrames de ciertas mercancías, es preciso disponer de sistemas y organizaciones capaces de detectar su importancia y acudir a impedir o al menos paliar sus efectos con la debida eficacia y rapidez.

Aunque no podemos extendernos en ello citaremos, por ejemplo, las «agencias» que tienen para ello en USA.

Para los accidentes en tierra hay la EPA o

«Environmental Protection Agency» y para los marítimos o costeros la «U. S. Coast Guard» o USCG.

Para la actuación de la primera, la nación está dividida en 10 regiones y para la de la segunda en 12 distritos.

En todo caso, si es de cierta importancia el accidente, las actuaciones son dirigidas y coordinadas por un OSC o On-Scene Coordinator.

Según sea el mismo éstas pueden ser a nivel local, departamental (o estatal), regional o federal.

La EPA dispone de los equipos ERT de «Emergency Reponse Team» y de los RRT o «Regional Reponse Team».

Además se cuenta con las organizaciones locales enlazadas por el LOSC, o sea, el «Local On-Scene Coordinator».

Agencias y centros importantes son la CHEMTREC que es el «Chemical Transportation Emergency Center»; el CHLOREP o «Chlorine Emergency Plan»; el TEAP o «Transportation Emergency Assistance Plan», etc. Para los pesticidas el «National Agricultural Chemical Association». Tienen centros de socorro durante las veinticuatro horas del día, a los que puede llamarse («Technical Hot Lines»).

Las acciones de la EPA y la U. S. Coast Guard están amparadas y apoyadas por las leyes y órdenes fundamentales como son la TSCA o «Toxic Substances Control Act»; la «Clear Air Act»; la RCRA o «Resource Conservation and Recovery Act»; «Disaster Relief Act», etc.

— En España, aparte y además de los equipos de seguridad que tienen las principales industrias que producen y transportan mercancías peligrosas, hay organizaciones como el Centro Nacional de Prevención de Daños y Pérdidas (CEPREVEN), que imparte enseñanzas teórico-prácticas.

— Entre estas factorías próximas, para auxiliarse en caso de emergencia, se han establecido pactos de ayuda mútua, entre otros, las inmediatas a los puertos de Huelva y de Tarragona.

Por Orden Ministerial de 2-XI-81 (BOE de 9-XI-81), se estableció el «Plan de actuación para los posibles casos de accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por carretera».

Por Real Decreto 2.619/1981 de 19-VI-81 (BOE de 6-XI-81), se creó la «Comisión Interministerial de Coordinación del Transporte de Mercancías Peligrosas». En él se fijan las competencias de los distintos departamentos y se indica que, por los ministerios afectados, «se dictarán o propondrán conjuntamente y separadamente, según las materias de que se trate, las disposiciones que exija el desarrollo del presente Real Decreto...».

8. ALGUNOS ACCIDENTES IMPORTANTES (9)

También, a modo de muestras, indicaremos algunos sucesos tristemente célebres de accidentes graves. Su consideración y estudio nos deben servir de ejemplo para evitar que puedan ocurrir en el futuro.

Sólo de superpetroleros (10) que explotaron, ardieron o se partieron en los últimos años, produciendo víctimas y dando lugar a enormes contaminaciones del mar, podemos citar, por haber sido ampliamente divulgados, los siguientes:

— En 1967 el «Torrey Canyon», frente a Land End; y el «Amoco-Cádiz», en 1978, frente a las costas de Bretaña.

— En las costas gallegas el «Urquiola», frente a La Coruña en 1973; y el «Polycommander», frente a Vigo en 1970.

— Los tres superpetroleros, «Marpesa», «Mactra» y «Kon Haakon VII», todos ellos de más de 200.000 toneladas, se perdieron en una sola semana en 1969.

Accidente grave fue el del «María-Alejandra», de 122.600 toneladas, frente a las costas de Mauritania, en 1980, en que hubo 36 muertos.

— De la colisión de los buques «Atlantic Express» y «Aegean Captain» (de 300.000 y 200.000 toneladas), frente a las costas de Venezuela, en 1979, se dijo que «fue el mayor desastre ecológico en la historia de los mares»; hubo 40 muertos.

— Conocida es la explosión del «Betel-gueuse», en Bantry-Bay (Irlanda), ocurrida en 1979 (42 muertos).

— En el mismo puerto de Génova, muy poco después de haber terminado la descarga de 180.000 toneladas de crudo, explotó el superpetrolero japonés «Makuyuh Maru», en 1981, alcanzado por un rayo.

— Hace poco, frente a las costas de Africa del Sur, ardió el petrolero español «Castillo Bellver», por causas que todavía se desconocen (tres muertos).

De accidentes muy graves habidos en fábricas y almacenes que operaban con sustancias peligrosas y que ocurrieron en los últimos años, podemos citar, entre otros, el que en 1973 tuvo lugar en Michigan (USA). El accidente fue al añadir, por confusión, unos 300 o 400 kg de PPBS o bifenilos polibromados en lugar de óxido de magnesio a unos alimentos para el ganado. Hubo que sacrificar unas 30.000 vacas, 6.000 cerdos, 1.500 ovejas y 1,5 millón de pollos. Resultó imposible saber cuantas personas padecieron envenenamiento subletal como resultado de comer carne, leche o huevos contaminados.

Aunque no podemos extendernos en esto sólo, añadiremos que son muchos los productos que, aún en dosis muy reducidas, tienen propiedades no sólo de toxicidad clásica, como puede ser por ingestión, inhalación, cutánea o sobre los ojos, sino que sus efectos pueden ser:

— Carcinógenos o cancerígenos.

TRANSPORTE, MANIPULACION Y ALMACENAJE DE MERCANCIAS PELIGROSAS

- Mutagénicos (productores de mutaciones genéticas).
- Teratógenos (capaces de causar malformaciones en embriones y fetos).

Las explosiones de depósitos y tuberías de gases son relativamente frecuentes. Una reglamentación más severa (mejor diríamos, una aplicación más severa de la reglamentación existente) se impone.

Clásico en la literatura técnica fue el escape de tetracloruro de silicio ocurrido en una terminal de graneles de Chicago (Illinois), en 1974, y el de dioxina o TCDD (2, 3, 7, 8 tetracloruro-dibenceno-p-dioxín) ocurrido en 1978, en la factoría de ICMESA, cerca de Milán.

Fue importante la explosión ocurrida en 1979 en la gran fábrica de harinas de Bremen (Alemania). La causa fue el polvo. Costó la vida a 14 personas y quedaron destruidos más de 20.000 m² de superficie edificada (11).

Sólo en USA, en silos y almacenes, en 1977 hubo 21 explosiones que ocasionaron 65 muertos.

En el «Bulletin Hazardous Cargo», publicación mensual, se recogen la mayor parte de los accidentes ocurridos en el mundo. Su lectura causa sensación si se hace con detenimiento. Así leemos en el número de febrero de 1983, como sólo en diciembre de 1982 y enero de 1983, hubo cinco grandes incendios en diversos puertos de tres continentes; ocurrieron en Beira (Mozambique); Puerto Bogotá (Colombia); Tacao (Venezuela), que se calificó como «un verdadero desastre nacional» (más de 50 muertos); Nairobi (Kenia) y Newark, New Jersey (USA).

9. CONCLUSIONES

No es preciso insistir en la importancia que actualmente y cada vez más tiene y ha de tener el transporte, la manipulación y el almacenamiento de las mercancías peligrosas. Su conocimiento no está suficientemente extendido a todos los que intervienen en la llamada «cadena del transporte».

El problema es complejo, ya que abarca desde el conocimiento de las sustancias y

productos a transportar en sus aspectos físico-químicos, hasta las cuestiones legales y reglamentarias que por el mismo suscitan.

Los diversos sistemas de transporte, el transporte intermodal y, sobre todo, el transporte internacional, exige que los implicados en el mismo tengan los suficientes conocimientos y la debida información por las responsabilidades en que pueden incurrir.

En la planificación en general (zonas urbanas, industriales, líneas de transporte, etc.) y en la ordenación del territorio, resulta indispensable tener en cuenta los problemas de seguridad (incendios, explosiones y contaminaciones) y ecológicos que pueden traer consigo la fabricación, el almacenamiento, el transporte y la distribución de ciertos productos.

Aunque determinadas industrias tienen previstos sus sistemas de seguridad y auxilio para casos de accidentes, y ciertas ciudades disponga de eficaces servicios de bomberos, etc., hay que reconocer que son totalmente insuficientes para una situación de emergencia importante que se presente. Además de disponer de las instalaciones y medios adecuados hay que contar con un personal que, además, ha de estar debidamente informado, organizado, entrenado y dispuesto.

En las escuelas de enseñanzas técnicas de tipo medio y superior debieran figurar algunos estudios de estas materias, teniendo en cuenta como hemos visto el carácter multidisciplinario de las mismas.

En los últimos cursos de estas carreras o bien para posgraduados de las mismas, e incluso para titulados de cierta experiencia en el ejercicio de su profesión, debieran organizarse cursos (no simplemente breves cursillos, como se viene haciendo hasta ahora) teórico-prácticos, con varias materias complementarias. Entre otras, las referentes a: Propiedades físico-químicas de materias peligrosas y su utilización. Explosivos, inflamables, tóxicos, radiactivos, etc. La gran industria química y petroquímica. Almacenamiento y manipulación. Estabilidad y difusión atmosférica. La lucha contra incendios. Emergencias. Organización. Primeros auxilios. Reglamentaciones. Seguros. Legislación.

Atender la seguridad en sus múltiples aspectos, tanto más cuanto con menos medios materiales se cuente para combatir los peligros, es trabajo de muchos, que por otra parte está ahí presente en espera de que se realice. Daría ello lugar a la creación en corto plazo de buen número de puestos de trabajo, pues la formación de los que los desempeñasen sería relativamente breve.

Las inversiones para ello no serían grandes y desde luego rentables. Como alguien ha dicho «la seguridad es cosa que se paga por sí misma».

NOTAS

(1) «Introducción a los procesos químicos industriales», de Richard M. Stephenson. Cía Editorial Continental, Sociedad Anónima (CECSA). México, 1974. «La grande industrie chimique», de George Champetier. Coll. Que sai-je? Presses Universitaires de France. París, 1967.

(2) Sobre el transporte de MMPP se viene celebrando en España cursillos, jornadas y conferencias, entre las que podemos citar:

— «El transporte de mercancías peligrosas». Ciclo de conferencias por el Consejo Superior de Transportes Terrestres, MOP. Diciembre, 1968 (20 conferencias).

— «Jornadas sobre el transporte de mercancías peligrosas», en Tarragona (abril, 1978); Huelva (noviembre, 1978); Santander (noviembre, 1979); Santiago de Compostela (mayo, 1980); Madrid (noviembre, 1980). Las de Santander y Santiago se refirieron al transporte por vía marítima y la de Madrid al transporte ferroviario. Todas ellas están publicadas por el Instituto de Estudios del Transporte y Comunicaciones (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

— «El transporte de MMPP». Cursillo, en nueve conferencias (Madrid, noviembre de 1981). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Publicado.

— «I Curso sobre el transporte de mercancías y productos peligrosos». Madrid, marzo 1983. Fundación Gómez-Pardo (20 conferencias).

— «Primeras Jornadas de Manipulación Portuaria de Mercancías Peligrosas» (nueve ponencias), organizadas por la Asociación de Empresas Estibadoras Portuarias de Barcelona y por el Consejo de Usuarios del Transporte Marítimo de Barcelona, con la colaboración del Puerto Autónomo de Barcelona.

(3) Sobre el fuego tenemos en español los libros: «Tecnología del fuego», dos tomos, avda. J. Antonio, 561, Barcelona (11), de M. Pascual Pons; «Ingeniería de protección contra incendios», de P. Ubeda Gázquez. Ed. C. A. Clima y Ambiente, Madrid, 1979; «Seguridad contra

incendios en la empresa» (Manual del Equipo de Seguridad), por Henry Chauveau. Ed., Blume, 1969; «Manual de seguridad y protección de plantas industriales». Editorial MAPFRE. Madrid, 1973.

De la NFPA o «National Fire Protection Association», recomendamos el libro de unas mil grandes páginas «Fire protection handbook». También tiene editado la NFPA, en 16 volúmenes, los «1977 National Fire Codes».

Multitud de normas edita esta agencia así como otras, entre las que citaremos:

- ANSI o «American National Standards Institute».
- UL o «Underwriters Laboratories».
- ASTM o «American Society for Testing and Material», etcétera.

(4) La importancia del estado atmosférico (velocidad y turbulencia del viento, estados, A, B, C, D, E o F de la atmósfera, etc.) es esencial para la difusión de los productos lanzados a ella. Recomendamos al lector el libro de John H. Seinfeld sobre «Contaminación atmosférica», Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid, 1970. También sobre Toxicología el de John H. Duffus «Environmental Toxicology». Ed. Arnold, 1980; y los de contaminación industrial de N. Irving Sax, ed. «Industrial Pollution», Reynold Company; y el de Nancy J. Sell, «Industrial Pollution Control. Issues and Techniques». Van Nostrand, 1981.

(5) Para determinar las zonas de evacuación inmediata en los casos de derrames o fugas de productos peligrosos el «Department of Transports» (DOT) de USA tiene redactadas unas normas de aplicación sencilla e inmediata.

Agrupados los productos que más se manejan en unos cuarenta o cincuenta tipos (algunos son grupos de varios), se indica para cada uno de ellos el recinto que alrededor del producto hay que evacuar al momento (en función no sólo del producto sino de la extensión de la mancha y de la velocidad del viento).

El «National Institute for Occupational Safety and Health Mine Safety and Health Administration» (NIOSH-MSHA), tiene reglamentados los trajes y equipos a utilizar según el producto de que se trate (ver cap. 13 del libro de Gary E. Bennett, citado en otro lugar), así como los colores de caretas o máscaras en caso de emergencia.

(6) A los pesticidas y herbicidas (algunos de gran peligrosidad) dedican los reglamentos ADR-TPC-RID-TPF gran parte de lo referente a la clase 6.1. en que pueden incluirse. También lo hace el IMDG y mucha importancia también les asigna las «Recomendaciones de expertos...» de las Naciones Unidas. En los tratados que citamos de Toxicología y de Contaminación se estudian con detalle sus efectos. El tantas veces citado libro de NFPA, dedica a los mismos el capítulo 8 de la sección 5.ª.

(7) En el último Congreso Internacional de Navegación, el número XXV, que tuvo lugar en Edimburgo, en 1981, se constituyó un grupo de trabajo en el seno del II Comité Técnico Permanente del mismo, PIANC-PTC II, llamado «Handling of dangerous goods», en el que figura

TRANSPORTE, MANIPULACION Y ALMACENAJE DE MERCANCIAS PELIGROSAS

un representante español. Se espera que en breve confeccionará unas normas o recomendaciones para la manipulación de las mercancías peligrosas en los puertos.

(8) En relación con estas organizaciones y agencias, puede consultarse el libro de Al. J. Smith, «Managing Hazardous Substances Accidents» (Mc Graw-Hill Book, 1981). Para estudios de accidentes ocurridos el de Gary F. Bennett y otros, «Hazardous Materials Spills Handbook» (McGraw-Hill Book, 1982).

(9) Para prestar auxilio en caso de accidente consideraremos de interés por su fácil manejo, que lo hace muy útil, el libro del doctor Marc J. Lefèvre, «Manual de primeros auxilios de urgencia»... Productos químicos no farmacéuticos. Ed. Científico-Médico. Barcelona, 1977.

(10) En relación con precauciones a tomar en buques petroleros y en terminales, es clásica la «International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals» (ISGOTT). Ver también conferencia de S. Mantolam Casali «Seguridad en transporte de productos petrolíferos», de las jornadas citadas de Santiago de Compostela, y la de Antonio Flores (de CEPREVEN) en el citado «I Curso de mercancías y productos peligrosos». Fundación Gómez-Pardo, Madrid, marzo de 1983, titulada «Transporte, carga y descarga de petróleo y productos petrolíferos».

(11) «Silos», de J. Ravenet. Cap. 8 del t. 2. Explosiones en silos. Editores Técnicos Asociados, 1977. De Frank T. Bodurtha es «Industrial Explosion. Prevention and Protection», Mc Graw-Hill, 1980. En el libro citado de NFPA «Fire Protection Handbook» hay el capítulo 8 de la sección tercera, dedicada al estudio de polvos «Dusts», sus tipos y acciones.

Miguel Angel Hacar Benítez



Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (1943), doctor (1961), licenciado en Ciencias Exactas (1949) y en Ciencias Físicas (1950). Catedrático: Grupo XV, «Ferrocarriles», en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Obras Públicas de Madrid. Actividad profesional desarrollada en RENFE (Vías y Obras, Planificación, etc.); en Puertos (seis años en Sección Tecnológica del Servicio de Explotación del MOPU); en carreteras (tres años en la Jefatura de Obras Públicas de Lugo) y en empresas privadas (cinco años). Libros publicados (en colaboración): «24 temas de física»; «Proyecto de túnel o galería de presión» (CEH, 1963); «Curso de ferrocarriles» (1968); «Dinámica aplicada a las estructuras» (1971); «Temas ferroviarios» (seis volúmenes). Ha publicado numerosos artículos (120) en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS y otras revistas técnicas, y es autor de comunicaciones a diversos simposios y reuniones nacionales y a congresos internacionales. Ha formado parte (1981-82) de la «Comisión Interministerial de Coordinación del Transporte de Mercancías Peligrosas» y es miembro (1981-83) del «Grupo de Trabajo de Manipulación Portuaria de Mercancías Peligrosas» (Handling of Dangerous Goods) del PIANC.

