

**El Transporte Marítimo  
de Materiales Peligrosos**  
Silverio Henríquez, Jr.- PhD, ChE  
Agosto, 2003

## Contenido

<b>Sumario/Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>Definición de Materiales Peligrosos.....</b>	<b>4</b>
<b>Base para la clasificación de la OMI.....</b>	<b>4</b>
<b>Análisis de Riesgo.....</b>	<b>6</b>
<b>Seguridad Marina/un éxito en el Canal de Panamá.....</b>	<b>7</b>
<b>¿Y Sí?.....</b>	<b>8</b>
<b>Riesgo presente en otras cargas no-radiactivas.....</b>	<b>9</b>
<b>Conclusión.....</b>	<b>10</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>11</b>

## Sumario

Se hace una revisión del transporte marítimo de materiales peligrosos con énfasis en los aspectos técnicos aplicables. La naturaleza de la carga, la construcción de los buques que la llevan, el sistema de clasificación internacional, los esfuerzos de la Industria Marítima con la aplicación de Convenios y Regulaciones para proteger la vida humana, el medio ambiente y los barcos mismos, son visitados nuevamente, con el fin de promover el entendimiento en algunos aspectos controversiales. En este ensayo, se incluyen también los materiales radiactivos, para proporcionar más luz en el manejo de algunos conceptos que considero erróneos y que causan ansiedad, y más de las veces, un miedo primitivo en los ciudadanos de este planeta.

## Introducción

Por muchos años, los grupos ambientalistas han expresado su preocupación con respecto al transporte de materiales peligrosos en general. Esta preocupación ha ayudado a mejorar la forma en que estos materiales son manejados, empacados (incluyendo las cantidades máximas permitidas), estibados y segregados. Sin embargo, el accidente reciente del tanquero **Prestige** fuera de las costas de España, fue un severo golpe a la industria marítima con relación a la operación de estos buques, y causó mucho revuelo con respecto a seguridad marina y protección del medio ambiente. Si regresamos a la carga empacada, nada causa más preocupación que el transporte de materiales radiactivos. Desafortunadamente, este tema ha estado siempre envuelto con un velo misterioso y la gente mira estos materiales como productos que causan vejez prematura, niños deformados, y muerte, entre otros. Estamos en el siglo XXI y se han hecho muchas cosas para proveerles un transporte seguro.

Como profesional, estoy convencido de que todos los miembros de la sociedad civil, grupos ambientalistas, científicos y alumnos en general, tienen el derecho a saber. En esta oportunidad, y en forma especial, quiero dirigir mis pensamientos y conocimientos especializados a toda aquella gente que vive en las rutas marítimas del Caribe, Panamá y el Canal de Panamá, y en la ruta del Cabo de Hornos. Quisiera aseverar que el conocimiento, y no solamente información, es de suma importancia para entender la parte medular del tema radiactivo y abrir las puertas para discusiones positivas. Dado que muchas de estas cargas han transitado el Canal de Panamá por muchos años y durante más de veintitrés años, he sido uno de los dos expertos técnicos en transporte marítimo de materiales peligrosos de la Comisión del Canal (hoy Autoridad del Canal de Panamá ó ACP por sus siglas), es importante que documente los aspectos técnicos que hacen que el transporte de estos materiales sea uno de los más seguros del mundo.

R1, R2

## **Definición de Materiales Peligrosos**

Un material peligroso es **TODA SUBSTANCIA EXPLOSIVA, FLAMABLE Y/O TÓXICA PARA LOS HUMANOS Y EL MEDIO AMBIENTE.**

La Organización de Naciones Unidas (**ONU**), a través de la Organización Marítima Internacional (**OMI**) y como parte de la aplicación de la Convención para la Seguridad de la Vida en el Mar (Convención **SOLAS**), tiene una clasificación internacional para materiales peligrosos intrínseca del Código IMDG y otros materiales transportados a granel (**Bulk Code**).

R2

## **Bases para la clasificación de la OMI**

La clasificación se basa en las propiedades químicas y físicas de cada material peligroso y de los requerimientos establecidos para su *Transporte Marítimo Seguro*. La clase de riesgo es indicada por la Clase y División asociada o por el Número de Naciones Unidas (cuatro dígitos) que identifica plenamente el producto (ejemplo: gasolina es 1203 y el petróleo crudo es 1267). La clase y división del producto, así como también el número de naciones unidas, deben de aparecer en todos los documentos de embarque.

### **Clase 1- Explosivos**

- División 1.1 Explosivos con riesgo de explosión masiva
- División 1.2 Explosivos con riesgo de proyección
- División 1.3 Explosivos con riesgo de incendio predominantemente
- División 1.4 Explosivos con poco riesgo de explosión y voladura
- División 1.5 Explosivos muy insensibles
- División 1.6 Explosivos extremadamente insensibles

### **Clase 2- Gases**

- División 2.1 Gases flamables
- División 2.2 Gases no-flamables
- División 2.3 Gases venenosos/tóxicos
- División 2.4 Gases corrosivos (Canadá)

### **Clase 3- Líquidos Flamables**

- División 3.1 Punto de inflamación por debajo de -18° C (0° F)
- División 3.2 Punto de inflamación entre -18° C y 23° C (73° F)
- División 3.3 Punto de inflamación entre 23° C y 61° C (141° F)

### **Clase 4 - Sólidos Flamables; Materiales de Combustión Espontánea; y Materiales Peligrosos cuando se Mojan**

- División 4.1 Sólidos flamables
- División 4.2 Materiales de combustión espontánea
- División 4.3 Materiales peligrosos si se mojan

### **Clase 5 - Oxidantes y Peróxidos Orgánicos**

- División 5.1 Oxidantes
- División 5.2 Peróxidos Orgánicos

## **Clase 6 - Materiales Venenosos (tóxicos\*) y Materiales Etiológicos (infecciosos)**

División 6.1 Materiales venenosos/tóxicos

División 6.2 Materiales etiológicos/infecciosos (bio-riesgos)

## **Clase 7 - Materiales Radiactivos**

## **Clase 8 - Materiales Corrosivos**

## **Clase 9 - Misceláneos**

División 9.1 Materiales peligrosos misceláneos (Canadá)

División 9.2 Materiales que representan riesgo ambiental (Canadá)

División 9.3 Residuos peligrosos (Canadá)

\* Las palabras "veneno" o "venenosos" son sinónimos de "tóxico".

La secuencia anterior está basada en el hecho de que **a mayor el número de la clase, menor el riesgo en el transporte marítimo bajo condiciones normales** (válido también para las divisiones dentro de una clase dada; por ejemplo: el riesgo del 1.1 es mayor que el de 1.6, etc.).

¿Cómo es ésto posible? Bien... la peligrosidad también aumenta con la clase, pero con el fin de mantenerla bajo control y diseñar un plan de contingencia para responder a un incidente y a la vez satisfacer su transporte marítimo seguro, tenemos que: (1) minimizar las cantidades a empacar, (2) diseñar un empaque que controle no solamente el material, sino la toxicidad que este contenga, y (3) diseñar los barcos de manera tal que sobrevivan choques/colisiones (**doble casco, doble fondo, casco reforzado**) incluyendo redundancia en seguridad y protección, etc. **R4, R6**

Por ejemplo: insecticidas, herbicidas y pesticidas son permitidos en recipientes con un volumen máximo de cinco galones. Estos productos son venenos potentes que afectan el sistema nervioso central R7 y es mucho más fácil controlar un escape de cinco galones que un escape en un tambor de 55 galones. Además, se les agrega color para una rápida detección visual y son estibados sobre cubierta "lejos de" productos comestibles. Podemos tener un contenedor lleno de herbicidas pero el volumen máximo por recipiente individual no puede exceder 5 galones. El empaque, la estiba y la segregación permitidas están específicamente indicados en el Código IMDG; si no se cumple con el Código las multas financieras son lo suficientemente altas como para disuadir el no hacerlo. Cualquier barco inspeccionado por la Autoridad del Canal de Panamá que no cumpla con éste u otro requerimiento internacional relevante, simplemente no se le permite transitar.

Concentrémonos ahora en qué son las cargas radiactivas que es lo más preocupantes para nuestros conciudadanos. A través de los años, hemos aprendido que cuando nos referimos a radiactividad, nos estamos refiriendo básicamente a partículas "alfa" (núcleos de Helio, He-4), partículas "beta" (electrones producidos nuclearmente) y radiación "gama" (radiación electromagnética de gran penetración). No podemos verlas, ni olerlas, ni sentir las, solo podemos medir su presencia por medio de instrumentación especializada **R4**.

La carga radiactiva **no es una carga prohibida**. Los empaques o cilindros han sido diseñados para contener el material, la radiación que posee, y por supuesto, la toxicidad

intrínseca. Durante el Siglo 20 se dieron pasos cruciales para mejorar el transporte seguro de estos materiales. El diseño de los cilindros y los barcos construidos para transportarlos (que cumplen con el Código INF, para barco Clase 3) completaron el ciclo de seguridad marítima R2, R4.

Por otro lado, las rutas marítimas son seleccionadas de manera tal que el tránsito es seguro y protegido, de la misma forma que las carreteras terrestres son escogidas y recomendadas para el transporte de mercancías y tránsito vehicular en general. Existen también rutas alternas que proveen el acceso seguro a los puertos del mundo y que aplican a todo tipo de transporte marítimo. Cuando esto sucede y cuando se cumplen con todas las regulaciones internacionales aplicables, se habla entonces de "travesía inocente". La industria marítima siempre escoge las rutas más expeditas para el transporte de materiales peligrosos debido a menores costos operacionales, que al mismo tiempo, ahorran tiempo R8. La escogencia de otras rutas podría incrementar el riesgo, particularmente a la tripulación del barco; el riesgo de daño al medio ambiente se mantiene insignificante en cualquier escenario razonable.

### **Análisis de Riesgo**

El análisis de riesgo provee tanto las bases objetivas que permitan establecer las prioridades para planificar, como la documentación necesaria que apoyen situaciones peligrosas, esfuerzos de respuesta a incidentes y programas de inspección.

Matemáticamente, riesgo es "probabilidades x consecuencias". Otra forma de definir riesgo es la "probabilidad de sufrir daño o pérdida". Con el propósito de evaluar el riesgo en el Canal de Panamá, el término "probabilidad" necesita ser definido. La definición se refiere a que algo es "probable" si su ocurrencia es razonablemente esperada por una persona razonable con suficiente conocimiento y experiencia; algo "no se considera probable" si para que suceda se necesita una cadena extraordinaria de eventos bizarros, o circunstancias extraordinarias y prodigiosas.

Cuando consideramos las consecuencias involucradas en el transporte de sustancias peligrosas, hay ciertos parámetros básicos que tienen que ser tomados en cuenta. **Las cargas líquidas tóxicas a granel** requieren ser transportadas en **Tanques Tipo I R6**.

Estos tanques, por definición, requieren una distancia entre la platina interior y el casco de **1/5 de la manga** (ancho) del barco. Esta distancia no fue escogida al azar, sino que permite una protección razonable como veremos.

**Un choque/colisión de energía moderada R10** es definido como aquel en el cual el barco procede a "velocidad de maniobra", como las observadas en los puertos. Estas también son las velocidades experimentadas en el Canal de Panamá. Los buques están diseñados de manera tal, de que si se ven involucrados en un choque, no sufrirán una penetración mayor que 1/5 de la manga. No es coincidencia que ésta es la misma distancia que provee el margen de seguridad para los Tanques Tipo 1. Tanques Tipo I son diseñados para **permanecer intactos** en caso de una colisión de energía moderada. Ese tipo de penetración **solo ocurre** en caso de que un barco se aproxime a otro **en ángulo recto, o casi recto**. En el caso de las cargas radiactivas, este tipo de penetración no puede suceder en el Corte Culebra porque no se permite que estos buques se encuentren con otro que venga en dirección opuesta. Esta información es desconocida por el ciudadano común.

Cargas altamente radiactivas que son transportadas en barcos Clase 3 del Código INF tienen el mismo tipo de restricciones requeridas para líquidos tóxicos, a granel, llevados en Tanques Tipo 1; es decir, la distancia que separa la platina interna del casco es de 1/5 de la manga. La gran diferencia, en este caso, es que si otro barco logra penetrar este espacio, lo cual es "muy poco probable", en vez de contactar una área no protegida, como sería la situación en un tanquero químico, lo que va a encontrar es un **cilindro blindado que está mejor construido que el barco que lo transporta.**

El riesgo de que el cilindro blindado sea penetrado después de que toda la energía cinética del impacto es absorbida por el doble casco reforzado, **es tan remota que la palabra "probable" no se aplica.**

Basado en mis veinticinco años de experiencia en el campo marítimo, no puedo ver la probabilidad de una descarga accidental de material radiactivo, como resultado de una colisión u otro incidente, en que se vea involucrado un barco Clase 3 que satisfaga el Código INF.

### **Seguridad Marina Un Éxito en el Canal de Panamá R9**

La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) continúa con su programa agresivo de seguridad marina como lo ilustra el bajo nivel de accidentes marítimos serios que requieren de investigación formal por la Junta de Inspectores Locales.

El siguiente artículo fue publicado en "**Canal News**" el pasado 29 de abril, 2003: (<http://www.pancanal.com>)

"La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) anunció en el día de hoy que el segundo cuatrimestre métrico operacional indica que el Canal está siendo operado con más seguridad y con más eficiencia que nunca. Ha registrado **172 días sin ningún accidente oficial a lo largo de la vía navegable** - un logro notable que rompe el record anterior. El Canal, en 1963 - entonces bajo la administración de EEUU registró 75 días sin ningún accidente oficial. Además informa que el volumen y tonelaje total se han incrementado. Estos resultados exceden las proyecciones, y están basadas en las Operaciones Canaleras comprendidas entre enero-marzo del 2003. **Un accidente oficial** es aquél en el cual se pide y se lleva a cabo una investigación".

"Sabemos de nuestros clientes de que la fiabilidad, seguridad y servicio oportuno son críticos. Cuando hacemos el Canal más seguro y rápido, hay mayor confiabilidad de que nuestros clientes lleven sus mercancías al mercado. Los números demuestran el duro trabajo de los empleados de la ACP y su enfoque en lo que es seguridad operacional y eficiencia. "El Canal está operando mejor que nunca" afirmó el Administrador, Alberto Alemán Zubieta".

Muchas organizaciones ambientalistas se han quejado por el paso de material radiactivo por el Canal de Panamá, pero sorprendentemente, **nunca han dicho que el tránsito es inseguro.** Esto es realmente notable.

Estadísticamente, uno de cada tres barcos que transitan el Canal lleva algún tipo de carga peligrosa de acuerdo con la clasificación explicada anteriormente. Carga

radiactiva de alta actividad representa menos del 1 % de los tránsitos totales, y cuando transitan (dos/tres por año) se toman todas las previsiones de parte del personal de operaciones, para asegurarse de que la probabilidad de que un accidente/incidente que tajaría al Canal de inseguro suceda, sea totalmente eliminada.

## <sup>R5</sup> ¿Y Sí?

A pesar de todas las experiencias históricas, las técnicas de análisis de riesgos y toda la investigación en materia de seguridad, existe una duda latente en la mente de algunas personas: **¿Y Sí? ... ¿Y sí se produjera una fuga en uno de los cilindros blindados como resultado de un accidente muy violento? ¿Y sí algún terrorista volara uno de estos cilindros utilizando explosivos, qué sucedería?**

Por un período de dos años los científicos de los Laboratorios Sandia de EE UU, realizaron una serie de ensayos con explosivos sobre los cilindros que transportan combustible agotado, con el fin de evaluar las consecuencias de un ataque de esta naturaleza. Tras ensayar con ocho métodos diferentes con explosivos, se seleccionó uno como norma para pruebas ulteriores. La selección se hizo atendiendo a la disponibilidad de este tipo particular de explosivo, la probabilidad de que el presunto agresor fuera un experto en su uso, y las probabilidades de éxito en caso de que se usarán estos explosivos. Después se realizó una serie de ensayos con el explosivo seleccionado utilizando un cilindro con material radiactivo agotado.

Antes de iniciarse la investigación se calculó que si el sabotaje diera resultado, aproximadamente 0.7% del contenido del cilindro podría escaparse en forma de partículas respirables. El programa de investigación culminó con ataque con explosivos a un cilindro normal dentro de una cámara de grandes proporciones. Después de recoger y analizar los escombros, se llegó a la conclusión de que solo se escapó, en forma respirable, el 0.0006% del contenido en vez del 0.7% estimado. El análisis de la fuga real indicó que no habría ninguna muerte prematura y el pronóstico de la incidencia de cáncer durante los siguientes 30 años sería de sólo 0.2 casos de toda la población expuesta (250000 personas). En conclusión, si bien un ataque exitoso con explosivos contra un cilindro con combustible agotado crearía una situación desagradable, ésta no sería difícil de manejar **ni tendría repercusiones significativas para la salud pública**. Esta es otra información notable que no está a la disposición del ciudadano común.

Con lo anterior... no permita que los materiales radiactivos interfieran con su bien merecido sueño. Existen muchos profesionales altamente entrenados a quienes realmente nos importa todo esto.

Con todas las regulaciones en su lugar y aceptadas por la Comunidad Marítima Internacional las cargas radioactivas transportadas por mar no representan amenaza alguna. En más de 60 años de transporte por diferentes sistemas modales, nunca ha habido una muerte o lesión causada por un accidente que involucre materiales radiactivos. El transporte de carga radiactiva es, hoy por hoy, una de las más seguras del mundo y el historial habla por sí solo.

## Riesgos presentes en otras Cargas diferente a las Radiactivas

Existe una cantidad innumerable de cargamentos que se transportan por mar. Algunos son inocuos, otros son considerados riesgosos y otro grupo considerados peligrosos y son clasificados conforme a un sistema de clasificación internacional discutido en páginas anteriores. Cuando se enfoca en un solo material como el radiactivo, se pierde de vista lo que puede suceder en cualquier puerto del mundo, el Gran Caribe, el Canal de Panamá, etc. He aquí algunos para su consideración:

- (1) Un cargamento de **Harina de Pescado** no tratado con las cantidades apropiadas de antioxidantes (Clase y División 4.3); la combustión espontánea de la carga puede causar dolor de cabeza a las unidades de respuesta a emergencias, y paralizar las operaciones marítimas en curso. Esto es poco conocido y probablemente no aparecerá en las noticias estelares.
- (2) Un buque-tanque cargado con **Gasolina** (Clase y División 3.1, UN 1203) con un escape que puede causar un rápido incendio que amenaza con destruir o dañar las estructuras alrededor del barco, permanentemente.
- (3) Un buque-tanque cargado con **Productos Químicos Tóxicos en bruto** (Clase y División 3.1, 3.2, 3.3) desarrollando un escape sobre cubierta que nos obliga a la evacuación de empleados y población en un área de un par de kilómetros a la redonda.
- (4) Un choque de un tanquero químico (Tipo 111, casco simple) cargado con **Lubricantes** (que no es carga peligrosa) que se registre cerca a una toma de agua (sector de Paraíso, Canal de Panamá). Un incidente de esta magnitud podría provocar el cierre de la planta de agua potable que suple a una gran cantidad de comunidades.
- (5) Un tanquero de gas licuado (LPG) cargado con **Amonia** (Clase y División 2.3) también puede resultar peligroso si se detecta un escape durante el tránsito, y/o operaciones de carga, que nos fuerce a evacuar a empleados y población.

Todos estos casos hipotéticos se eliminan aplicando procedimientos existentes antes del tránsito, operaciones de carga u operaciones portuarias. Una vez que se sigan las regulaciones locales e internacionales (certificados de cumplimiento, construcción, etc.) se permite llevar a cabo su negocio en forma segura. No se aceptan cabos sueltos aquí **RS**

Quisiera aprovechar la oportunidad para mencionar un nuevo Código Marítimo que será aplicado muy pronto. Este es el **Código Internacional para la Protección de Buques, e Instalaciones Portuarias** (Código ISPS) aprobado en diciembre de 2002. Se trata de un recurso importante para la Comunidad Marítima, la Autoridad del Canal de Panamá, los Gobiernos y los puertos del mundo, que están invirtiendo fuertemente para la implementación que se aproxima. Este es un régimen de protección comprensivo que refuerza la seguridad marítima y previene y reprime los actos de terrorismo contra el transporte marítimo. Las medidas del Código representan la culminación de más de un año de trabajo intensivo del Comité de Seguridad Marítima de la OMI, y del grupo de trabajo de Intercesiones desde que se perpetraron los ataques terroristas, en EEUU, en septiembre del 2001.

Finalmente, es importante acotar que la Autoridad del Canal de Panamá tiene la potestad, de acuerdo con el Artículo uno del Tratado Permanente de Neutralidad, y la Constitución de la República, para aplicar todas las Regulaciones Marítimas

9

Internacionales, a través de sus unidades operacionales. **Todas** las otras Instituciones Panameñas **proporcionan su apoyo a esta misión.**

### **Conclusión**

Estas son mis reflexiones en estos temas. Como profesional panameño, con conocimientos especializados en seguridad y riesgo Marino, me preocupa la manipulación de la información existente (sin conocimiento) con respecto al transporte de materiales radiactivos, y como el ciudadano común la está digiriendo. También me preocupa el impacto negativo que causa en la comunidad marítima internacional y en la operación del Canal de Panamá. La comunidad necesita estar informada para así dejar atrás, de una vez por todas, esa cultura de especulación y “chismes” con las cuales muchas veces se toman decisiones y se desinforma al público. Espero que mis pensamientos en el aspecto técnico ayuden a comprender mejor el transporte de estos materiales por mar. Las voces de los expertos panameños independientes es importante, así como también las de los que aún permanecen en las unidades operacionales de la ACP, y de la Autoridad Marítima de Panamá.

### **Referencias**

- R1** International Convention for the Safety of Life at Sea (**SOLAS 1974**). Consolidated edition. As amended (2001)
- R2** International Maritime Dangerous Goods Code (**IMDG Code**). Amendment 31-02. Volume IV and Supplement for **INF Code**.
- R3** <http://www.imo.org>
- R4** International Atomic Energy Agency Safety Series and bulletins.
- R5** An assessment of the Safety of Spent Fuel Transport in Urban Areas. J.P. Weber et. al. Sandia Laboratories. SAND82-2365. TIC 0398
- R6** Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (BC Code) as amended (2002).
- R7** Medical First Aid Guide for use in Accidents involving Dangerous Goods. (**MFAG**)/amendment 31-02.
- R8** Managing Safety and Quality in Shipping. A-M Chauvet. The Nautical institute. 1997.
- R9** <http://www.pancanal.com>
- R10** The Panama Canal Pilot by Captain George A. Markham. Former Chief, Maritime Training Unit. Panama Canal Comisión.

