

Capítulo quinto

Trasporte de productos químicos (HNS) en el ámbito marítimo: riesgos y amenazas

Pablo Pedrosa Rey

Resumen

Los riesgos en el transporte marítimo de Sustancias Nocivas y Potencialmente Peligrosas (SNPP), casi todas ellas productos químicos, se están incrementando en gran medida por la continua expansión del tráfico marítimo, por las cantidades de nuevos productos, por las dificultades de gestionar incidentes en los que estén envueltas estas sustancias, por los distintos modos de transporte y por la posibilidad de usar estas mercancías ilegalmente o para cometer actos terroristas, debido a los daños tanto humanos como medioambientales que pueden producirse como consecuencia de los mismos. Las SNPP pueden liberarse en el mar por descargas ilegales o accidentes marítimos, como embarrancamientos o abordajes; y si bien los incidentes importantes que involucran un derrame de SNPP son relativamente escasos, pueden ser muy complejos y potencialmente tener impactos severos en la salud humana, el medioambiente y los recursos socioeconómicos.

Palabras clave

SNPP, Transporte marítimo.

Maritime transportation of Hazardous Nuclear Substances (HNS): risks and threats

Abstract

The risks associated with the maritime transport of Noxious and Potentially Hazardous Substances (HNS), almost all of them chemicals, are greatly increasing due to the continuous expansion of maritime traffic, the quantities of new products, the difficulties in managing incidents involving these substances due to the different modes of transport and the possibility of illegal use of these goods or terrorist acts due to the human and environmental damage that may result. HNS can be released into the sea as a result of illegal discharges or maritime accidents, such as stranding or collisions; and while major incidents involving an HNS spills are relatively rare, they can be very complex and potentially serious impacts on human health, the environment, and socio-economic resources.

Keywords

HNS, Maritime transport.

1. Introducción

La creciente demanda de productos químicos a nivel mundial —utilizados en prácticamente todos los procesos productivos—, ha provocado que el transporte marítimo de estos productos se haya incrementado sustancialmente en los últimos años.

El transporte marítimo a menudo se describe como «la columna vertebral del comercio globalizado y la cadena de suministro de fabricación», ya que más del 80 % del comercio mundial de mercancías por volumen se transporta por mar. Algunas de las mercancías transportadas se definen como Sustancias Nocivas y Potencialmente Peligrosas (SNPP), aunque normalmente se utiliza el acrónimo Inglés (HNS) Hazardous Noxious Substances para referirse a estos productos en el sector marítimo.

La amplia variedad de productos químicos transportados, sus diferentes propiedades físicas y químicas, las diferentes formas en que se comportan en el medioambiente y los efectos potenciales sobre la salud humana hacen que la respuesta a los derrames de productos químicos sea o pueda resultar muy compleja, no siendo tan predecible como la respuesta ante un incidente como el petróleo o sus derivados. Las SNPP pueden liberarse en el mar como consecuencia de descargas ilegales o accidentes marítimos, como encalladuras o abordajes; y si bien los incidentes importantes que involucran un derrame de SNP son relativamente escasos, pueden ser muy complejos y, potencialmente, tener impactos severos en la salud humana, el medioambiente y los recursos socioeconómicos.

Aunque los accidentes importantes de SNPP no sean tan frecuentes como los derrames de hidrocarburos, también es necesario considerar una amplia gama de cargas como posibles amenazas. Anualmente suelen producirse uno o dos accidentes que involucran HNS, en los que pueden estar implicados una gran variedad



**Buque Quimiquero en
autocombustión de
nitrato amónico. Fuente:
SASEMAR**

de tipos de buques y se pueden dividir por igual entre expediciones «a granel» y «mercancías en bultos». La mayoría de los accidentes están relacionados principalmente con dos clases de HNS: líquidos inflamables y sustancias corrosivas.

Los desafíos y peligros de un suceso de SNPP se pueden dividir en las siguientes seis esferas clave: operacionales, políticos, presiones de la opinión pública, económicos, medioambientales y mediáticos.

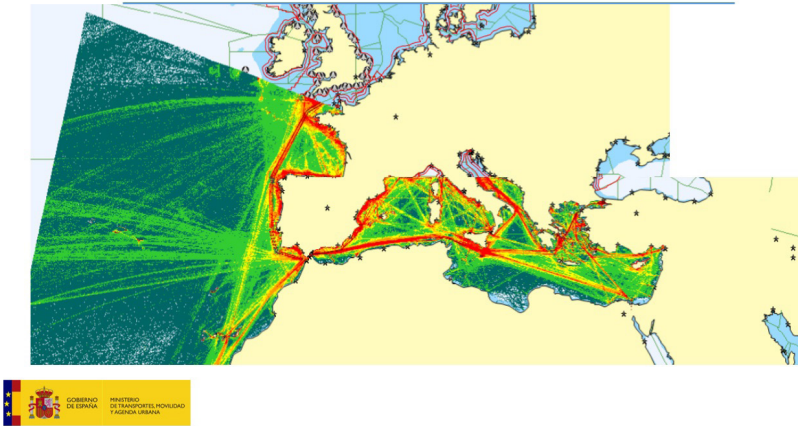
Los principales elementos operacionales incluyen: la seguridad, la organización de personas y recursos, el establecimiento de una organización de mando y de un centro de mando, las comunicaciones, la planificación, el despliegue de equipo, la logística y la limpieza, la descontaminación y la eliminación.

Entre los factores políticos se pueden incluir la presión interna de otros departamentos y la presión externa de partidos políticos, así como de otras organizaciones o de la opinión pública que puede proceder de grupos afectados, de la ciudadanía en general y de organizaciones medioambientales, cuyas preocupaciones incluyen: la necesidad de reducir al mínimo cualquier daño secundario al medioambiente en los medios de lucha, evitar y prevenir que se extiendan las HNS y evitar los efectos adversos sobre la salud de la población y sobre el medioambiente.

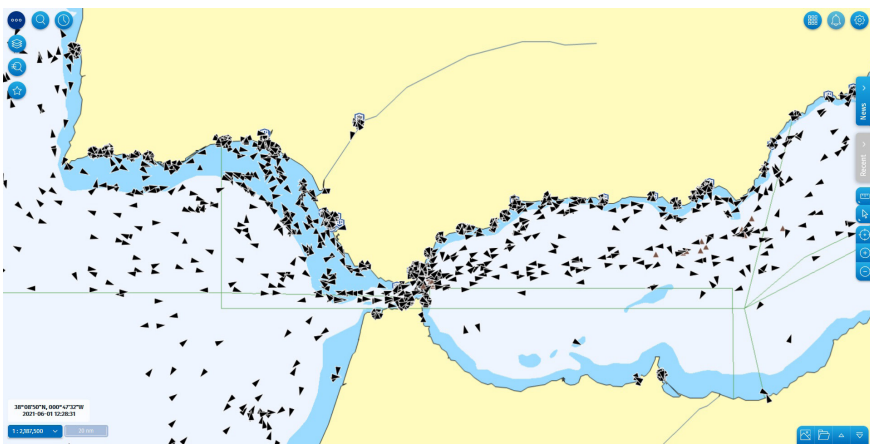
Existen asimismo preocupaciones por el impacto económico, por daños a las instalaciones de la zona del incidente, recursos turísticos y pesqueros, etc., con las consecuentes pérdidas financieras producidas como resultado del derrame.

En el caso particular de España, existen dos zonas especialmente sensibles en cuanto a la densidad de tráfico, que incluye el de mercancías HNS (fig.2): la del Estrecho de Gibraltar —por donde pasa todo el tráfico entrante y saliente del Mediterráneo y del canal de Suez—, y las inmediaciones de Finisterre. Las dos están entre las zonas que presentan una mayor densidad de movimiento de buques del mundo y en ambos casos existen dispositivos de separación de tráfico marítimo para evitar incidentes. El transporte marítimo a menudo se describe como «la columna vertebral del comercio globalizado y la cadena de suministro de fabricación «ya que más del 80 % del comercio mundial de mercancías por volumen se transporta por mar».

DENSIDAD TRAFICO MARITIMO (enero 2020)



Densidad de tráfico marítimo alrededor de la península ibérica y en Canarias, color rojo mayor intensidad. Fuente: Safeseanet, EMSA (Agencia Europea de seguridad Marítima)



Densidad de tráfico en el Estrecho de Gibraltar. Cada triángulo es un barco. Fuente: Safeseanet, EMSA (Agencia Europea de seguridad Marítima)

2. Qué son las HNS, normativa internacional aplicable

Hay dos definiciones clave diferentes de HNS: la del Protocolo OPRC-HNS de 2000 y la del Convenio HNS de 2010. Según el Protocolo OPRC-HNS de 2000 (OMI, 2002), las HNS se definen como: «[...] cualquier sustancia distinta del petróleo que, si se introduce en el medio ambiente marino, es probable que cree peligros para la salud humana, dañe los recursos vivos y la vida marina, dañen los alicientes recreativos o interfiera en otros usos legítimos del mar».

No todos los productos químicos transportados por mar son peligrosos, solamente los que se han definido como tales en el párrafo anterior. El peligro asociado a un producto químico que se defina como HNS viene especificado por sus características inherentes y, como tal, presenta una o varias de las siguientes propiedades: inflamable, explosivo, *tóxico*, corrosivo, reactivo.

Los dos principales convenios de la OMI (Organización Marítima Internacional) relativos a la seguridad de los buques mercantes y la prevención de la contaminación del medio marino por los buques son: el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS 74) y el Convenio internacional para la prevención de Contaminación por Buques (MARPOL 73/78) respectivamente, SOLAS (IMO, 2020b) y MARPOL (IMO, 2017).

El que es relevante para el transporte de HNS es el Código IMDG (Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas). Este código establece disposiciones para el transporte seguro de sustancias, materiales y artículos peligrosos, peligrosos y nocivos en bultos por mar (IMO, 2020a). También proporciona un marco de reglas para el transporte seguro de mercancías peligrosas por todos los modos de transporte (aire, carretera, ferrocarril y mar).

Los códigos que se utilizan para el transporte seguro por mar de los diversos tipos de productos HNS son los indicados en la tabla 4. Además de listar los productos que se incluyen en cada convenio o código, prescriben normas de proyecto y construcción para los diferentes tipos de buques relacionados con el transporte de HNS, normativas sobre rotulación, embalaje, envasado y estiba de estos productos.

El protocolo OPRC-HNS incluye cargas como carbón, cemento, diversos minerales metálicos y cereales, que pueden producir daños medioambientales o liberar gases tóxicos. Las sustancias radioactivas e infecciosas no entran dentro del alcance de este capítulo.

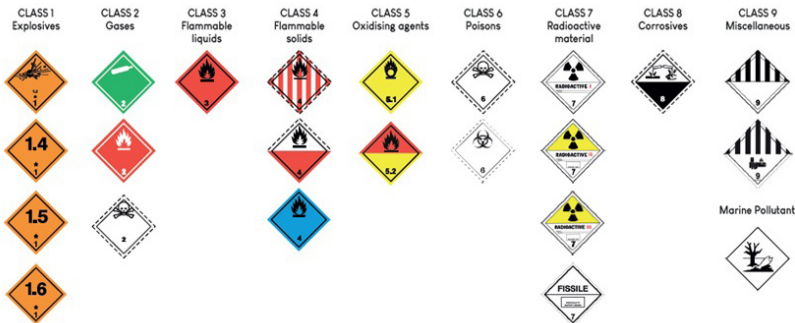
A todos los productos listados en el Código IMDG se les asigna una de nueve «clases» (excluyendo subdivisiones), según el peligro principal que presenten.

Material HNS	Convenios y códigos de aplicación
Hidrocarburos transportados a granel	Apéndice I del Anexo del Convenio internacional para prevenir la contaminación de buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78)

Material HNS	Convenios y códigos de aplicación
Líquidos a granel	Capítulo 17 del Código internacional para la construcción y el equipo de buques que transporten productos químicos peligrosos a granel (Código CIQ) y también Apéndice II del Anexo II del MARPOL 73/78
Gases	Capítulo 19 del Código internacional para la construcción y el equipo de buques que transporten gases licuados a granel (Código CIG)
Sólidos a granel	Sección 9 del Código marítimo internacional para cargas sólidas a granel (Código IMSBC) y cubiertos también por el Código (IMDG) si se transportan envasados
Mercancías envasadas	Código marítimo de mercancías peligrosas (Código IMDG)

Convenios y códigos de la OMI. Se aplican para transporte de sustancias HNS por vía marítima. Fuente: OMI (Organización Marítima Internacional). Disponible en: www.imo.org

A cada sustancia se le asigna un número de identificación llamado número ONU, que es un número de cuatro dígitos que identifica y agrupa todas las sustancias, materiales y artículos peligrosos y nocivos, según su perfil de peligrosidad y composición con respecto a su transporte internacional.



Clasificación de productos según Código IMDG. Fuente: Código IMDG OMI

3. Métodos de transporte de HNS por mar

Los tipos de barco utilizados para transportar cargas HNS difieren en sus características, construcción y en su operación, carga y descarga. Asimismo, según el transporte de las sustancias, pueden ser envasadas y a granel, difiriendo los volúmenes y tipos,

tantos como los productos clasificados por los distintos convenios y códigos. Solamente en el convenio IMDG existen más de doce mil productos susceptibles de ser transportados por vía marítima en contenedores. Los principales tipos de barcos dedicados al transporte de HNS son los siguientes:

Graneleros: transportan carga a granel y tienen una o varias bodegas grandes con escotillas para transporte de cargas sólidas manufacturadas a granel, como cereales, harina de pescado, minerales y productos semimanufacturados.



Buque transporte grano.
Fuente: Wikipedia

OBOs (Ore Bulk Oils): los petroleros graneleros o petroleros o buques combinados son buques polivalentes para cargas a granel. La carga se puede transportar en forma líquida o sólida y están diseñados para evitar tener que hacer el viaje de regreso en lastre.



Buque OBO.
Fuente: Wikipedia

Por la forma y naturaleza diferente de las HNS transportadas, los métodos de carga/descarga tipos de barcos también pueden ser diferentes dependiendo de la naturaleza y forma de los productos transportados y cómo las cargas se transportan en contenedores, en forma gaseosa, sólida o líquida.

Portacontenedores: los contenedores se transportan en barcos especiales especializados que transportan productos envasados.

Están diseñados principalmente para mercancía convencional, sólida o líquida en tanques portátiles (ISO). Los contenedores estándar son de veinte o cuarenta pies.

Los barcos portacontenedores pueden ser de dos tipos, los que hacen viajes intercontinentales y los que los hacen en pequeñas y medias distancias, estos últimos son los denominados Feeder, que pueden transportar hasta 1.500 contenedores, y los grandes barcos, que hasta este momento llevan hasta 25.000 o más.



Buques portacontenedores Feeder y convencional. Fuente: SASEMAR

Buques de carga general: un tipo de buque que generalmente transporta carga en envíos relativamente pequeños (es decir, cajones, cajas, tambores o sacos) en las distintas bodegas o entrepuentes.



**Buque de carga general.
Fuente: Wikipedia**

Ro-Ro: los buques Rol On-Roll Off están diseñados con instalaciones para carga rodada rápida y descarga con cargas que se mueven dentro y fuera, utilizando remolques de carretera o vagones cisterna de ferrocarril.



**Buque Ro-Ro.
Fuente: Wikipedia**

Para el transporte en forma líquida o gaseosa de productos HNS, existen los siguientes tipos de buques:

- Buques Tanques para productos químicos/Tanques de productos del petróleo clasificados como HNS.
- Pueden ser para el transporte de un solo tipo de carga o bien tener distintos tanques para varias cargas diferentes. En caso de accidentes, es complejo gestionar la emergencia debido al número de productos que se pueden ver envueltos en la misma.



Buque tanque Quimiquero.
Fuente: SASEMAR

Gaseros: barcos construidos para el transporte de gas LPG (Liquid Petroleum Gas) o LNG (Liquid Natural Gas) en un sistema presurizado o forma refrigerada.



Buque tanque gasero.
Fuente: Puerto de Tenerife

4. El comportamiento y los riesgos de los productos químicos en el medio marino

4.1. Comportamiento de las HNS cuando se derraman en el mar

El sistema de clasificación de comportamiento europeo de productos NHS (SEBC, Standard European Behaviour classification), divide los mismos en doce categorías. Las características de cada

una de ellas, en caso de derrame al agua, difiere grandemente y se debe tener en consideración a la hora de evaluar los riesgos en la respuesta a un derrame de producto.

Básicamente, el comportamiento de los productos se dividen en función de cinco propiedades físico/químicas: pueden estar en estado gaseoso, evaporarse, flotar, disolverse o hundirse.

G	gas	Se evapora inmediatamente
GD	gas/disolvente	Se evapora inmediatamente, se disuelve
E	evaporador	Se evapora rápidamente
ED	evaporador/disolvente	Se evapora rápidamente, Se disuelve
FE	Flotante/evaporador	Flota, se evapora
FED	Flotante/evaporador/disolvente	Flota, se evapora, se disuelve
F	flotante	flota
FD	Flotante/disolvente	Flota, se disuelve
DE	Disolvente/evaporador	Se disuelve rápidamente, Se evapora
D	disolvente	Se disuelve rápidamente
SD	No flotante/disolvente	Se hunde, se disuelve
S	No flotante	Se hunde

Propiedades de las HNS al ser derramadas a el mar

Este sistema simplifica la toma de decisiones a la hora de evaluar riesgos, pero debe tenerse en consideración que es una indicación de las características predominantes y que un producto químico puede tener otras características que lo hacen peligroso y deben tenerse en consideración al evaluar la respuesta.

Para tener criterios de actuación a la hora de actuar contra una contaminación por HNS, es necesario contar con información acerca del producto derramado. Para esto se utilizan las denominadas SDS (Safety Data Sheets), o Ficha de Datos de Seguridad, que es un documento que proporciona información sobre productos químicos y que ayuda a los usuarios en su evaluación de la situación. Es obligatorio para que todos los proveedores de productos químicos emitan SDS y deben estar disponibles en línea. El documento incluye información sobre las propiedades de un

producto químico, sus peligros, y proporciona información sobre manejo, almacenamiento y medidas de emergencia en caso de accidente.

Las cuatro propiedades físicas/químicas relevantes para predecir el comportamiento de una sustancia son: solubilidad, densidad, presión de vapor y viscosidad. Estos suelen estar documentados para una temperatura estándar, típicamente 20 °C. Sin embargo, la temperatura atmosférica afectará los valores de estas propiedades, por lo que deben ser ajustados.

La solubilidad (S) es la capacidad de una determinada sustancia (el soluto) para disolver en un líquido (el solvente).

Una sustancia es soluble si $S > 5\%$.

La densidad relativa (d) (o masa específica) de una sustancia se define como su masa por unidad de volumen o su «compacidad».

Un líquido flota si su $d < d$ agua de mar, (1.025 kg/m³ a 20 °C).

La presión de vapor (Vp) es un indicador que describe la tendencia de un líquido a cambiar al estado gaseoso. La presión de vapor se mide en Pascal (Pa) y la presión atmosférica estándar es 101,3 kPa.

Una sustancia se evapora. Si su $Vp > 3$ kPa.

La viscosidad es la medida de la resistencia al flujo, medida en cSt (centistokes) (mm²/s). La viscosidad varía con la temperatura.

Si una sustancia se transporta en bultos, la relación peso, peso/volumen (p/v) de la unidad dará una indicación de si un paquete flotará, se sumergirá o se hundirá.

Estas clasificaciones se basan en experimentos de laboratorio realizados en un ambiente controlado. Por lo tanto, el comportamiento de una sustancia observado durante un incidente puede diferir significativamente de las predicciones.

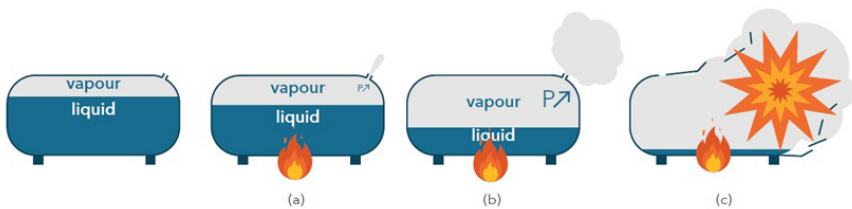
5. Riesgos asociados a las HNS

Las propiedades químicas y físicas de una sustancia no solo determinan su comportamiento, sino también sus peligros. En términos generales, un *peligro* se define como algo que puede causar daños a las personas y al medioambiente, mientras que un *riesgo* es la probabilidad de resultar dañado si se expone al peligro.

La inflamabilidad, la explosividad y la toxicidad son algunos de los peligros que son cruciales para evaluar y para comprender los posibles efectos y los riesgos de un derrame de HNS en la salud humana, el medioambiente y otros recursos.

Entre los principales riesgos de las sustancias HNS están:

- Explosividad: una explosión es una reacción que produce gas a una velocidad muy acelerada, en un breve periodo de tiempo. La explosión puede ser una detonación o una deflagración. La energía producida durante la liberación se disipa en forma de onda de choque, que puede causar daño significativo, en casos extremos un líquido a presión puede producir el fenómeno denominado BLEVE (*Boiling liquid expanding vapour* explosión), en que por incremento de presión en un tanque presurizado al calentarse puede producir una explosión catastrófica.



Proceso de BLEVE. Fuente: Cedre -Brest, Francia

- La inflamabilidad de una sustancia se define como la facilidad con que una sustancia combustible puede encenderse, provocando un incendio o una explosión. Para que se encienda un fuego son necesarios tres elementos: una fuente de combustión, una fuente de ignición y una fuente inflamable. Esto se llama el triángulo del fuego o combustión. Un incendio puede ser combatido o prevenido eliminando uno de los tres componentes.
- Existen otros riesgos relativos a las HNS, estos son:
 1. La oxidación: los materiales oxidantes tienen la capacidad de descomponerse y liberar oxígeno o una sustancia oxidante. En caso de incendio, puede hacer que el fuego se expanda proporcionando oxígeno.
 2. La corrosión: un material corrosivo se define como un material altamente reactivo que causa daño o destruye otro material por medios químicos.

3. Reactividad: se debe tomar en consideración la reactividad con agua, aire, otros productos, o en sí mismo (por ejemplo, polimerización). Puede producir potencialmente calor o gases inflamables/explosivos.
4. Riesgos derivados para el medioambiente: la toxicidad, la bioacumulación, la degradabilidad y la persistencia del producto.

Un factor primordial a la hora de hacer frente a sucesos de derrames de HNS para predecir la gravedad de la exposición química en humanos, planificadores de respuesta a emergencias y los integrantes de los equipos de respuesta es la utilización de Criterios de Protección para Químicos (*PAC-Protective Action Criteria*). Entre los PAC más utilizados está la Directriz de exposición aguda por niveles (*AEGL-Acute Exposure Guideline Levels*). Los AEGL se expresan como concentraciones de sustancias químicas en el aire y los efectos que en la salud pueden ocurrir después de una exposición «rara/única en la vida». Se calculan para cinco periodos de exposición (diez minutos, treinta minutos, una hora, cuatro horas y ocho horas) y se dan las concentraciones en tres «niveles»:

- AEGL nivel 1: la concentración prevista para que la población experimente incomodidad notable. Los efectos no son incapacitantes y son transitorios al cesar la exposición.
- AEGL nivel 2: la concentración predicha para que la población experimente irreversible, grave, duraderos efectos sobre la salud o una capacidad disminuida para escapar.
- AEGL nivel 3: la concentración predicha para que la población experimente efectos potencialmente mortales.

6. La planificación de la emergencia

Debido a la variedad de comportamientos, a las propiedades de las sustancias químicas, es probable que los derrames de productos químicos requieran experiencia no solo de organismos civiles y gubernamentales, sino también de entidades privadas e industrias.

Ciertos componentes de la preparación de las emergencias son más críticos. Cuando intervienen derrames de HNS, en particular los relacionados con aspectos relativos a salud y a la seguridad. Por lo tanto, los aspectos relacionados con los equipos de protec-

ción personal (EPP), la descontaminación y elementos de control de atmósferas deben ser minuciosamente planeados.

El Protocolo OPRC-HNS de 2000 hace referencia a la importancia de la preparación, a través de la planificación de las contingencias y a la necesidad de establecer un sistema nacional de respuesta.

¿Cuál es la necesidad de tener un plan de contingencia? En primer lugar, cumplir con los marcos legales, proporcionar un marco de respuesta, establecer procedimientos de alerta y comunicación y acciones inmediatas, definir roles y responsabilidades, especificar estrategias y técnicas de respuesta y, por último, identificar y asignar los recursos a movilizar.

Estos planes, denominados en España PIMs (Planes Interiores Marítimos), son obligatorios en instalaciones que manejan HNS, en puertos, instalaciones *offshore* de plataformas y, a escala nacional, nos obligan a disponer de un Plan Nacional de Contingencias.

Estos planes están destinados a proporcionar la capacidad de escalar una respuesta a un incidente, a través de una serie de planes compatibles y por niveles, en función de la gravedad del incidente.

El plan de contingencia estará de acuerdo con la normativa, tanto nacional como internacional, y considerará las mejores prácticas del sector, haciendo hincapié en la necesidad de la coordinación con otros planes de contingencias.

En España, las pautas de actuación en un caso de incidente de contaminación de hidrocarburos o HNS son definidas por el R/D 1695/2012 del Sistema Nacional de Respuesta ante un suceso de contaminación marina, que tiene por objeto establecer un marco general de actuación, integrado por planes de contingencias de distinto rango y con el fin de:

- Definir las líneas generales de actuación, de acuerdo con los requerimientos del Convenio (OPRC 90) y su Protocolo sobre sustancias nocivas y potencialmente peligrosas (OPRC-HNS 2000).
- Definir las pautas de activación de los planes, en función de unas situaciones de emergencia establecidas según la gravedad del suceso.
- Establecer fórmulas de coordinación para los supuestos en que se encuentren activados varios planes de forma simultánea.
- Establecer un protocolo de comunicación de la activación de los planes.

- Definir las actuaciones de las diversas administraciones públicas competentes, así como de otras instituciones públicas y privadas.
- Adecuar la coordinación y colaboración entre todas las administraciones públicas competentes y entidades públicas y privadas, que dispongan de medios de lucha contra la contaminación.

El Sistema Nacional de Respuesta contempla dos subsistemas, en las aguas marítimas y la costa, respectivamente.

El *subsistema marítimo* está integrado por los siguientes planes de contingencias:

- *Plan Marítimo Nacional, PMN*: plan de contingencias ante un suceso de contaminación marina que afecte o pueda afectar a las aguas en las que España ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicción.
- *Plan interior marítimo PIM*: plan de contingencias ante un suceso de contaminación marina que se produzca dentro de su ámbito de aplicación, en un puerto, un terminal marítimo de manipulación de mercancías, una plataforma marina de exploración o explotación de recursos naturales en el mar.

El *subsistema costero* está compuesto por los siguientes planes de contingencias:

- *Plan Estatal de Protección de la Ribera del Mar contra la Contaminación*: plan de contingencias ante un suceso de contaminación marina que afecte o pueda afectar a la costa.
- Planes territoriales de comunidades autónomas y de ciudades de Ceuta y Melilla y Planes locales de protección de la ribera del mar contra la contaminación.

El contenido de dichos planes debe contemplar como mínimo:

- Ámbito de aplicación del plan.
- Análisis de riesgos y áreas vulnerables.
- Determinación de las circunstancias de activación del plan, en función de la gravedad del suceso.
- Composición y funciones de los órganos de dirección y respuesta del plan.
- Procedimiento de notificación de incidencias, el sistema de comunicación a las autoridades competentes, su contenido,

así como la persona o departamento responsable de tal notificación.

- Sistema de coordinación con otros planes.
- Procedimiento de actuación, que definirá los protocolos que deberán ponerse en práctica.
- Circunstancias en las que se declarará el fin de la contingencia.
- Programas de mantenimiento de medios, de adiestramiento y de cómo debe revisarse el Plan.

También se fijan los órganos de dirección y respuesta de un plan de contingencias, que constan de los siguientes:

- Un director de la emergencia, que activa el plan, establece las líneas de actuación y las directrices a seguir por los grupos de respuesta.
- Un comité técnico asesor, formado por expertos.
- Un coordinador de operaciones, a cuyo cargo está la dirección de los grupos de respuesta.
- Unos grupos de respuesta, encargados de la respuesta inmediata ante el riesgo químico.
- Un gabinete de relaciones públicas y un grupo de apoyo logístico.
- Las fases y situaciones de emergencia se establecen de acuerdo con la magnitud del suceso de contaminación, su peligrosidad y la situación del suceso:

Fase de alerta: ante un suceso de contaminación marina, implicará la puesta en disposición de actuar de los medios y recursos movilizables del plan y en el grado de respuesta que corresponda a las características del posible suceso.

- *Fase de emergencia:* cuando exige la movilización de medios y recursos de uno o más planes del Sistema Nacional de Respuesta. Dentro de esta fase existen *situaciones* en función de la menor a mayor entidad del suceso.
 - a) Situación 0: se producirá cuando tenga lugar un episodio de contaminación marina de pequeña magnitud y peligrosidad.
 - b) Situación 1: se producirá cuando tenga lugar un episodio de contaminación marina de magnitud o peligrosidad media.

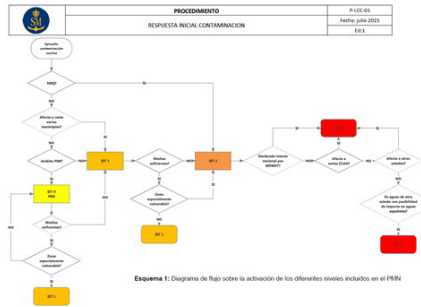
- c) Situación 2: se producirá cuando los medios disponibles en los planes activados en la situación 1 resulten insuficientes para combatir la contaminación o la zona afectada o amenazada sea especialmente vulnerable. En caso de incidente con HNS se actúa siempre desde situación 2 del PMN.
- d) Situación 3: se producirá cuando tenga lugar un episodio de contaminación marina de gran magnitud o peligrosidad, caracterizado por alguna de las siguientes circunstancias:
 - i. Que la contaminación afecte o pueda afectar a la costa de varias comunidades autónomas.
 - ii. Que la contaminación pueda afectar a las aguas o a la costa de Estados limítrofes.
 - iii. Que la contaminación se produzca en aguas bajo soberanía de los Estados limítrofes, pero que pueda poner en peligro, por su peligrosidad, extensión y proximidad geográfica, las aguas marítimas sobre las que España ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, o las costas españolas.
 - iv. Que, estando en peligro la seguridad de personas y bienes, la emergencia sea declarada de interés nacional por el ministro del Interior.

En esta situación de emergencia se activarán el Plan Marítimo Nacional y el Plan Estatal de Protección de la Ribera del Mar.

La activación de los Planes Interiores marítimos (PIM) se llevará a cabo por la autoridad o empresa a cargo de los mismos. El PMN será activado por la autoridad marítima cuando resulte necesario para la prevención o mitigación de los daños; en lo que hace referencia al Plan Estatal de Protección de la Ribera del Mar contra la Contaminación, será activado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

En España, la respuesta inicial a incidentes de contaminación marina por HNS recae en la Dirección General de la Marina Mercante DGMM y SASEMAR, una de cuyas funciones principales es la lucha contra la contaminación marina, bien sea por Hidrocarburos o por HNS.

A la hora de planificar la respuesta a la emergencia deben de tenerse en consideración los siguientes aspectos:



De toma decisiones. Fuente: Salvamento marítimo

- Trabajar con los *grupos u organizaciones con interés o preocupación legítima* por la respuesta. Entre los principales, están: la Dirección General de la Marina Mercante, SASEMAR, Protección Civil Nacional y autonómica, las autoridades portuarias, expertos químicos de la industria, P&I Clubs (aseguradoras), armador del barco, autoridad sanitaria, compañías de salvamento y otras organizaciones de apoyo.
- El proceso de *evaluación de riesgos* implica la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas para identificar, analizar, evaluar y buscar el método de reducción o eliminación del riesgo presentado.
- Algunos desafíos están específicamente relacionados con el lugar de un incidente (en el mar o en puerto) y pueden ser muy diversos. Por lo tanto, es esencial adaptar las evaluaciones de riesgo para cada lugar o cada situación.
- Una vez que los planificadores han definido qué incidentes podrían ocurrir, dónde podría ir el contaminante y cómo podría comportarse, y las condiciones ambientales y los recursos que podrían verse afectados, habría que definir el grado de sensibilidad de esos recursos a los derrames de HNS (Mapas de Sensibilidad).

En términos generales, como resumen del capítulo, la planificación de contingencias con HNS debe abordar los siguientes puntos:

- Identificación de riesgos relacionados con las sustancias manipuladas o transportadas.
- Identificación de posibles organismos y entidades interesadas en el incidente y sus responsabilidades en el mismo.

- Inventario y preparación de equipo (equipo de protección y respuesta).
- Acciones a tomar en caso de un derrame.
- Formación de las personas que puedan estar implicadas en la respuesta.

7. La respuesta ante incidentes HNS

No existen técnicas universales de respuesta e intervención en caso de incidentes que involucren incidentes de contaminación por HNS en el mar: cada respuesta para hacer frente a un derrame y mitigar los impactos potenciales es único y depende de numerosas variables:

- La lista de HNS que pueden verse involucradas en un derrame es muy larga y su comportamiento es difícil de predecir.
- La complejidad se incrementa con la especificidades del lugar del incidente, condiciones ambientales, posible mezcla de productos químicos, reactividad, etc.
- El nivel de preparación, así como la disponibilidad de equipos adecuados y el nivel de formación son factores clave en la eficacia de la respuesta.

Las fases de respuesta no son necesariamente secuenciales, pueden llevarse a cabo simultáneamente, siempre teniendo en cuenta que el objetivo prioritario debe ser salvar vidas en peligro y preservar la salud del personal de respuesta al incidente.

Cronológicamente, una vez que se poseen planes y recursos para hacer frente a la emergencia, deben contemplarse las siguientes fases:

- Notificación de un incidente relacionado con HNS:
 1. La notificación de un incidente a bordo se puede recibir a través del capitán del barco involucrado o buque en sus cercanías.
 2. Informe de Contaminación (POLREP) recibido o enviado por un centro de coordinación de salvamento (MRCC- Marine Response and Coordination Centre).
 3. Informe/detección de observación de contaminación por elementos aéreos de SASEMAR o de la Agencia Europea de Seguridad Marítima (EMSA).

4. Notificaciones automáticas de respuesta a derrames (vigilancia por satélite).
5. Informes escritos/verbales no oficiales de ciudadanos (informe de la contaminación observada visualmente en el puerto, por ejemplo).

El nivel de detalle de cualquier informe inicial dependerá de si existe un vínculo directo entre la contaminación observada y el contaminador; si no existe origen conocido de la contaminación observada, la información sobre el tipo de carga derramada no estará disponible de inmediato. En su lugar, los datos del mismo deben ser reunidos por los primeros elementos de respuesta en el sitio a través de monitoreo y muestreo.

- Recopilación de información: una vez que la notificación inicial del incidente se ha recibido, es crucial la recopilación de información sobre el caso para poder apoyar las acciones de primera respuesta.
 1. Inicialmente, los datos pueden ser escasos y difíciles de verificar. Con el tiempo y el acceso a diversas fuentes de información, la comprensión general de la situación mejora, pero se debe priorizar y filtrar.
 2. Toda la información debe canalizarse y retransmitirse al Centro de Mando, que se encarga de analizarlo y diseminarlo.
 3. Los tipos de datos que deben ser recogidos o solicitados son:
 1. Información específica del incidente que no podría haber sido conocido antes de tiempo.
 2. Información sobre la ubicación del incidente y el estado del buque, combustible a bordo y tipo de carga por medio de la compañía del barco, consignatarios, etc., así como meteorología *in situ*.
 3. El capitán del barco debe activar el Plan de contingencias contra la contaminación marina que debe llevar a bordo (SOPEP).
 4. Documentos de embarque, tales como Certificado de Carga/ Declaración del remitente/documentos de carga HAZMAT (mercancías peligrosas).
 5. Las fichas de seguridad de los productos a bordo SDS (Safety data sheet).
 6. Otras informaciones adicionales.

7. Para ayudar a predecir el destino/comportamiento y trayectoria de un derrame, los modelos de *software* pueden ser útiles para dar información sobre la toma de decisiones y medidas de respuesta de emergencia. En los mismos se indican las zonas de seguridad, sin embargo, los resultados del modelado necesita ser verificado *in situ* con analizadores.

Se debe establecer un Plan de Acción de Incidentes (IAP) para convertir la estrategia, metas y objetivos en tácticas. El IAP representa una hoja de ruta para orientar la ejecución de las acciones. Así como la situación debe ser regularmente reevaluado, el IAP también debe actualizar periódicamente el proceso de toma de decisiones

No debe improvisarse; la estructura, organización, medios (humanos y materiales) y procedimientos deberán ser elaborados e incluirse en los planes de contingencia como documento de referencia.

Los ejercicios organizados con anterioridad debieron servir para evaluar la capacidad de respuesta ante escenarios realistas de derrame de HNS. Sin embargo, cada incidente es único y la dirección del incidente tendrá que tomar decisiones importantes en un contexto de presión potencialmente alta. Será necesario tomar decisiones cruciales rápidamente, a veces, con una imagen incompleta de la situación. La dirección del incidente debe ser capaz de tomar decisiones razonables, adaptadas a la situación y al alcance de la contaminación (nivel 1, 2 o 3).

Los incidentes de esta naturaleza, en gran medida, tienden a escalar, por lo que la información obtenida a través de la notificación y la recopilación de datos de incidentes puede ser crucial para respaldar la evaluación de la situación.

Durante los primeros momentos del incidente, la evaluación de la situación puede ser limitada, por lo que se deben tomar acciones de contención y mitigación para reducir el impacto del derrame de HNS.

Se deben poner en práctica ciertas medidas basadas en riesgos reales o en el posible empeoramiento de la situación, especialmente cuando han sido identificados previamente en el plan de contingencia.

Los riesgos pueden ser generados por los HNS transportados y por los hidrocarburos. Es importante señalar que los combustibles de propulsión actualmente en uso pueden ser de diferentes

naturalezas y se deben tener en cuenta los riesgos y el comportamiento de estos productos, *así como las posibles mezclas o reacciones con una carga de HNS*.

Las primeras actuaciones se orientan a la protección de la población, el medioambiente o instalaciones. En paralelo, las acciones para responder al HNS son detener la fuga si fuera posible o mitigar el alcance o el impacto del derrame.

– Primeras acciones de respuesta contra derrames HNS

En un incidente con HNS, el proceso de toma de decisiones debe integrar una evaluación continua de los riesgos y el comportamiento de los productos involucrados.

Cada cambio relevante de la situación en sí, cambios meteorológicos o de acciones como la detención de fugas, puede proporcionar datos complementarios.

La evaluación de la situación debe ser llevada a cabo con un intervalo regular o desencadenado por un evento particular *in situ* y puede conducir a una nueva toma de decisiones.

El conocimiento de los peligros químicos y su comportamiento representa una información decisiva para responder del modo adecuado. Las tácticas de respuesta se basan principalmente en el comportamiento del químico y los peligros físicos para los intervinientes deben ser considerados con la mayor atención para llevar a cabo la respuesta en condiciones seguras.

Existen en los manuales de respuesta diagramas de flujo que han sido establecidos para ayudar a la dirección a seleccionar posibles técnicas de respuesta en el buque o con el contaminante.

Todos los esfuerzos desplegados durante la respuesta deben aspirar a devolver la escena, en última instancia, a la situación de preemergencia normal o a unas aceptables condiciones. La respuesta, las tácticas y técnicas utilizadas no deben ser más perjudiciales para el medioambiente que el contaminante mismo.

Las directrices definidas por el Plan de Acción del Incidente deben cumplir con las expectativas de las partes interesadas y tomadas de mutuo acuerdo, pero sin retrasos en la toma de decisiones. El director de la emergencia es responsable de decidir la estrategia a seguir y la mejor manera de gestionar la crisis.

El director de la respuesta sobre el terreno OSC (*On Scene Commander*) es responsable de la gestión de las operaciones táct-

ticas, incluyendo la supervisión de las operaciones, gestión de recursos, división de roles entre entidades y coordinación de operaciones simultáneas.

Los objetivos deben seguir con los criterios definidos SMART:

Específicos (S)	Las instrucciones deben ser claras, al igual que la descripción de las actividades desarrolladas y operaciones logísticas. Deben cubrir un periodo de tiempo llamado <i>periodo operativo</i> (horas, día, etc.) y ser actualizada periódicamente durante la respuesta y su evolución.
Medibles (M)	
Orientados a la acción (A)	
Realistas (R)	
En tiempo (T)	

8. Primeras acciones de respuesta en el lugar del incidente

8.1. Protección

Las primeras acciones cubren la forma de proceder después de la notificación de un incidente con HNS, tan pronto como se consideren necesarias y puedan ser implementadas en condiciones seguras. El objetivo es desplegar un equipo de respuesta sobre el terreno inmediatamente, para mitigar el potencial impacto en la vida humana, el medioambiente y los bienes.

La toma de decisiones debe considerar qué equipo es adecuado para ser utilizado como respuesta a un derrame de HNS. Es necesario prestar atención a la elección de los equipos de protección personal adecuado (EPI) para proteger los elementos de respuesta, teniendo en cuenta los peligros de las sustancias presentes y la compatibilidad química con la sustancia o sustancias involucradas.

Los planes de contingencia deben prever cómo localizar los PPE apropiados y las capacidades y capacitación para su uso, con atención al mantenimiento, ya que es un equipo delicado que en caso necesario deberá estar siempre listo para su uso.

Se nombrará en el plan de contingencia a un responsable de la gestión de los EPI y a otro de la salud y la seguridad. Para garantizar el correcto uso de los equipos, los intervinientes deben tener cualificación y entrenamiento en su empleo.

Tanto el personal como el equipo deben ser descontaminados para eliminar o neutralizar los contaminantes, reduciendo los riesgos inherentes a la presencia de sustancias tóxicas en el equipo de protección personal de los intervinientes.

La estrategia de gestión de residuos debe establecerse al comienzo de la respuesta. Los residuos pueden generarse durante las operaciones de dragado y descontaminación o recuperación. El derrame de HNS en sí mismo puede matar o contaminar la flora y la fauna y generar, a veces, grandes volúmenes de residuos de todo tipo: biológicos contaminados, animales muertos, algas en descomposición, etc.

Al finalizar las labores de respuesta del incidente, es necesario mantener durante un tiempo labores de monitorización de las zonas ambientales impactadas.

9. Métodos de respuesta y riesgos futuros

Cuando la intervención es posible se pueden utilizar técnicas de respuesta, dependiendo de los comportamientos y los peligros de las sustancias liberadas. El rango de medidas de lucha contra la contaminación que se aplicarán depende del tipo y características del contaminante, la forma en que se transporta, así como la situación general (estado de la embarcación, condiciones meteorológicas, sensibilidad del área). Sin embargo, en todos los casos, los objetivos principales son minimizar los riesgos asociados al incidente para proteger las personas, el medioambiente y las actividades humanas, y restaurar la zona afectada al estado más parecido a las condiciones de preemergencia.

Cuando la estrategia de monitoreo ha sido decidida, el muestreo debe realizarse rápidamente, preservando las muestras y determinando el parámetro para medir y comparar en una etapa posterior.

Si el riesgo para los operadores es alto, es válida la opción de dejar el contaminante donde esté, esperando a que se degrade y desaparezca o bien disminuyan sus efectos nocivos a niveles razonables.

Si la intervención se considera factible, las técnicas de respuesta se pueden dividir en dos categorías.

9.1. Acciones orientadas al buque, a saber, intervenciones en el buque siniestrado

Se pueden aplicar técnicas independientemente del comportamiento de las sustancias involucradas. El estado del buque, los peligros de las sustancias, el medioambiente, las condiciones meteorológicas y la disponibilidad de los medios y los equipos necesarios son consideraciones clave en esta vía de enfrentar el incidente.

1. Embarque de equipos de intervención por helicóptero o lancha: esta opción entraña riesgos y debe ser tomada de acuerdo con la tripulación y con expertos.
2. Remolque de emergencia para alejar el barco de zonas sensibles o habitadas, ordenada por la autoridad marítima.
3. Buscar una zona de refugio para poder trabajar en el incidente en condiciones de seguridad, ligada a la medida anterior.
4. Trasferir la carga o parte de ella, para eliminar elementos de riesgo y aligerar el barco.
5. Sellado y bloqueo de la zona del escape: en algunos casos, es la más recomendable si el incidente está localizado en tubería, válvula o similar.

9.2. Acciones orientadas a los contaminantes, control de la dispersión

Las técnicas de control del contaminante, su dispersión, extensión y difusión dependerán del lugar del incidente, bien sea en mar abierto, puerto o zona costera. La liberación controlada del producto derramado tiende a ser aplicable en mar abierto, lejos de zonas pobladas o sensibles, y puede aplicarse independientemente del comportamiento de la sustancia involucrada.

Se pueden aplicar técnicas para la reducción y control de nubes tóxicas (cortinas de agua por *spray* y uso de espumas).

Uso de cortina de agua:

- Para proteger a personas o equipos de una nube de vapor tóxico o radiación en caso de incendio, creando una cortina de agua/niebla con el objetivo de limitar el movimiento de la nube diluyéndola en la atmósfera o derribándola contra el suelo.

- Esta técnica de respuesta es adecuada para sustancias que se evaporan o gaseosas. El contacto de la sustancia con agua no debe crear riesgos adicionales.
- Uso de espuma. Se puede utilizar en dos situaciones principales:
 - Para evitar en la cubierta la ignición o evaporación de un producto químico. Una capa de espuma detendrá o limitará el riesgo de una atmósfera explosiva, inflamable o tóxica.
 - Sobre una mancha ardiendo, el manto de espuma actuará principalmente sofocando el fuego, enfriándolo y limitando las emisiones de vapores inflamables.
- La liberación de carga en el medioambiente:
 - Puede ocurrir en una amplia gama de situaciones. Las sustancias HNS pueden ser liberadas de forma involuntaria parcial o totalmente, justo después de un incidente, una colisión, naufragio, etc. En otras circunstancias, la HNS puede ser voluntariamente descargada.
 - Resumiendo, las acciones de respuesta para contener y recuperar contaminantes vertidos en el medio marino dependen del comportamiento y los peligros de las sustancias involucradas.

En términos generales, la contención y la recuperación son posibles, sobre todo en el caso de sustancias cuyo comportamiento tiende a flotar o hundirse. *Básicamente, la contención y la recuperación pueden ser efectivas si la sustancia permanece en el mar durante más de unos días, de lo contrario es inútil planificar tales operaciones, teniendo en cuenta el tiempo necesario para llegar a la zona con los medios y equipos apropiados.*

Bibliografía

Decisions Trees. MIDSIS TROCS 4.0 REMPEC. Disponible en: midsis.rempec.org.

EMSA. Disponible en: www.emsa.europa.eu.

HNS Convention Secretariat. Disponible en: www.hnsconvention.org

IMO OPRC-HNS Manuals. Disponible en: www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/List-of-IMO-OPRC-HNS-related-guidance-and-manuals.aspx

ITOPF HNS Response TIPS, n.º 17. Disponible en: www.itopf.org

Marine HNS Responsmanual. Disponible en: www.westmopoco.rempec.org

Cursos de entrenamiento

www.cedre.fr

www.nhlstenden.com/en/miwb/about-maritime-institute-willem-barentsz

www.centrojovellanos.es

www.msb.se/en/training--exercises