

Ejercicio CLOUDMET SPILL 2022



El puerto de Cartagena ha diseñado un ejercicio de lucha contra la contaminación marina por sustancias nocivas potencialmente peligrosas (HNS - Metanol) denominado CLOUDMET SPILL 2022 (Proyecto IRA-MAR. WP4 ejercicio 2), donde se simula, analiza y reacciona contra un vertido de metanol procedente del buque Seymour Sun, que se supone que vierte 10 Tm de metanol al medio marino y aéreo, estudiando la evolución del derrame en el medio marino y de la nube tóxica que se generaría en el medio aéreo.

- **Texto: Óscar Villar Serrano, Capitán Marítimo de Cartagena**



El ejercicio Cloumet

SPILL ha tenido lugar el 15 de diciembre de 2022 en el Muelle Bastarrece del puerto de Cartagena (SP), en el atraque correspondiente al frente 18-19 de Escombreras. El supuesto del ejercicio ha consistido en afrontar la emergencia provocada por el buque Seymour Sun que se supone atracado en el frente 18 del puerto de Escombreras, y sufre un escape de 10 Tm de metanol que afecta al medio aéreo y marino, generando el consecuente derrame y nube tóxica. Se ha empleado el programa ALOHA y CHEMMAP para analizar las áreas portuarias afectadas y, la incidencia posible sobre personas e instalaciones y la columna de agua afectada por el vertido.

Acciones y reacciones

Se trata de un ejercicio de papel. El ejercicio ha sido monitorizado por responsables del Área de Contaminación Marina de la DGMM y personal de su equipo, y de acuerdo con los planes de emergencia activados, ha contado con la participación de otros responsables portuarios y autonómicos relacionados con las emergencias, así como responsables de los planes de emergencias del Valle de Escombreras. Se ensayó la evolución del contaminante en el medio aéreo y marítimo con el programa ALOHA y CHEMMAP, comprobando las áreas portuarias afectadas en función del derrame supuesto y de las condiciones meteorológicas reinantes.

Se atendió al Protocolo sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Sustancias Nocivas y Potencialmente Peligrosas, 2000, conocido por las siglas OPRC-HNS 2000, ratifica-



Frente 18 puerto Escombreras. Cartagena (SP).



Buque Seymour Sun.

Nombre:	Seymur Sun
IMO:	9911501
Bandera:	Malta
Tipo buque:	Buque tanque químico
Arqueo GT:	7726 GT
Peso Muerto:	10 800 DWT
Eslora:	120,0 metros
Manga:	16,5 metros
Calado máximo:	6,8 metros
Año de construcción:	1998
Carga actual:	metano (4000 Tm) – Vierte al medio 10 Tm

do por España el 27 de enero de 2005, con entrada en vigor el 14 de junio de 2007, en su artículo 4 establece las obligaciones para los sucesos de contaminación por sustancias nocivas y potencialmente peligrosas.

Se simuló la activación del Sistema Nacional de Respuesta (SNR) ante un suceso de contaminación marina, aprobado por el Real Decreto 1695/2012, de aplicación en todos aquellos casos de contaminación marina accidental o deliberada cualquiera que sea su origen o naturaleza que afecte o pueda afectar a las aguas marinas sobre las que España ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, como a las costas españolas.

El SNR contempla dos subsistemas, que se corresponden con sus ámbitos de actuación, el marítimo y el costero. En el ámbito marítimo se engloba el Plan Marítimo Nacional (PMN), aprobado mediante Orden FOM/1793/2014, de 22 de septiembre de 2014, junto con planes interiores marítimos de menor rango como los planes portuarios y de las terminales marítimas, y los Planes Interiores Marítimos (PIM).

Durante el ejercicio se activó el PMN, cuando el suceso de contaminación afectó a las aguas marítimas y a los planes interiores, en relación con los puertos, terminales de manipulación de mercancías, plataformas marítimas de explotación de recursos o cualquier instalación marítima situada en aguas españolas. Además, se establecieron las estructuras de respuesta, los procedimientos operativos y los medios materiales y humanos necesarios para actuar contra este tipo de contaminación marina.

Así mismo, en el ámbito costero se engloba el Plan Estatal de Protección de la Ribera del Mar contra la Contaminación, aprobado



Grupo de trabajo durante el ejercicio. Sala de juntas APC.

mediante la Orden AAA/702/2014, de 28 de abril, junto con los planes autonómicos, planes locales y otros, que no se activaron durante el ejercicio.

Se activaron, en sus fases correspondientes, el Plan de Emergencia Interior (PEI) y el Plan Interior Marítimo del puerto de Cartagena (PIM).

Se consideró la activación, por parte de sus responsables, del Plan de Contingencias por Contaminación Marina Accidental de la Región de Murcia y del Plan de Emergencia Exterior del Sector Químico del Valle de Escombreras.

Se empleó el Procedimiento de Activación del Centro Español de Respuestas a las Emergencias Marítimas que involucren mercancías peligrosas y la notificación inicial de buques en sucesos en que intervengan mercancías peligrosas, sustancias perjudiciales o contaminantes en la mar.

Particularidades del ejercicio

Como se ha indicado, se trata de un ejercicio de lucha contra la contaminación química sin despliegue de medios reales para contrarrestar los efectos de un vertido/fuga de metanol proveniente de un escape de origen desconocido, en una manguera de descarga del buque Seymour Sun, con rotura debida a un fallo durante una operación de una grúa del buque.

La fuga inicial en la manguera se extiende por la cubierta, aunque es minimizada por la aspersión de agua pulverizada por los propios tripulantes para tratar de abatir la nube tóxica producida; la acción es también secundada por personal de la factoría donde se está descargando en buque.

Las condiciones meteorológicas diversas (vientos y corrientes) reinantes durante el desarrollo del ejercicio fueron simuladas, para

comprobar la afectación de las diferentes zonas y el funcionamiento de los protocolos y equipos previstos. Así mismo, en las evaluaciones con el programa ALOHA/CHEMMAP se simularon las diferentes cantidades evacuadas al medio tras la rotura.

Como se desconocía el alcance de la fuga, el Capitán ordenó parar las operaciones de descarga, y de acuerdo con la Capitanía Marítima / Autoridad Portuaria (Comité de dirección del ejercicio), se avaluó sacar el barco remolcado a la zona exterior del puerto, para poder valorar y subsanar la situación.

A resultas de la fuga de metanol en la cubierta, se desencadenan los siguientes tres sucesos que requieren de la activación de los diferentes planes de emergencia con sus equipos de operaciones, que consideran los siguientes acaecimientos:

- Debido a la fuga de metanol, se requiere la evacuación médica de dos tripulantes afectados, uno con quemaduras y otro por inhalación de gases tóxicos.
- El Capitán solicita fondear el buque en la zona 2 del puerto para evaluar la situación, al no conocer el alcance de la avería, se requiere el sondeo de los tanques de carga y de lastre laterales para ver si están afectados o comunicados y en qué medida.
- Aunque se ha controlado la fuga inicial mediante una nube de agua pulverizada, existe el riesgo de que se reproduzca una fuga de metanol de mayor dimensión, lo que pondría en riesgo las poblaciones próximas requeriría medidas coordinadas con los servicios de emergencia en tierra para la protección de la población (confinamiento, evacuación...), además, tendría que

alejarse el buque de las zonas sensibles lo antes posible.

Los planes de contingencia que se activan son los del subsistema marítimo:

- PEI (Plan de Emergencia Interior), en fase roja.
- PIM (Plan Interior Marítimo) en situación 2.
- PMN (Plan Marítimo Nacional de respuesta ante la contaminación del medio marino), en situación 2.
- PEE (Plan Exterior de Emergencias de Protección Civil) – simulado.
- Plan Emergencias sector químico del Valle de Escombreras.
- Otros planes de la ciudad y de la comunidad autónoma (Platemur / Planquies / CONMAMUR).

Objetivos que se pretenden alcanzar en un ejercicio de mesa

- Ensayar la constitución de las estructuras de respuesta y comprobar los procedimientos operativos establecidos, así como utilizar los medios materiales (simulados) y humanos disponibles, para dar la solución adecuada al supuesto de contaminación contemplado.
- Evaluar el grado de coordinación entre las diferentes administraciones, organismos, instituciones y empresas involucradas en un suceso de contaminación marina y en su respuesta, de acuerdo con lo previsto en el Sistema Nacional de Respuesta ante Contaminaciones Marinas.
- Localización de los grupos de respuesta en el manejo de los equipos y medios técnicos de LCC y riesgo químico, sus tiempos de respuesta, disponibilidad y medios humanos y materiales con los que se contaría en un caso similar.

- Propuesta de la revisión del PMN, con posibles enmiendas atendiendo a las conclusiones derivadas del ejercicio.
- Evaluar la capacidad de la Administración española en la dirección, coordinación y respuesta ante un suceso de contaminación química en sucesos en que estén involucrados sustancias nocivas líquidas volátiles.
- Determinar el correcto seguimiento de los procedimientos operacionales establecidos, así como los tiempos de respuesta y actuación con los diferentes medios, y su posible optimización.
- Reforzar la cooperación y entendimiento entre los distintos grupos operacionales.
- Comprobar los estándares de seguridad que se deberían lograr en la respuesta.
- Comprobar el estado y adecuación de los equipos simulados de LCC y riesgo químico que se desplieguen en el ejercicio, y la potencial combinación de equipos de distintas agencias u organismos, así como su coordinación.

Coordinación

- Establecer las fases y situaciones de la emergencia y el empleo de los medios de respuesta ante el suceso de contaminación marina química, teniendo en cuenta los posibles riesgos y las áreas vulnerables.
- Evaluación de los posibles daños que el suceso puede ocasionar a las personas, bienes y medio ambiente marino.
- **Evaluar a través del programa ALOHA / CHEMMAP las posibles trayectorias de la nube tóxica en distintos escenarios.**
- Mejorar la coordinación entre los distintos planes activados.

- Reforzar y promover la cooperación entre la Dirección General de la Marina Mercante, Protección Civil autonómica, SASE-MAR, la Autoridad Portuaria, Unidad Militar de Emergencias, entidades, organismos y empresas relacionadas con la respuesta y lucha contra la contaminación.
- Mejorar los mecanismos de coordinación de respuesta ante un evento de contaminación química entre las entidades y empresas marítimas (sector privado) y la Administración marítima y portuaria.
- Mejorar la capacitación del personal involucrado en la respuesta, clarificar sus roles y responsabilidades ante un suceso de contaminación marina.
- Evaluar las carencias a la hora de enfrentarse a un accidente con HNS. Ver la disparidad de la Dirección de la Emergencia, según el plan activado.

Acciones y respuestas a consensuar por la Dirección de la Emergencia

Ante esta situación, se considera necesario llevar a cabo diversas acciones correctoras encaminadas en un primer lugar a valorar el alcance y los riesgos asociados, proteger a la población de un posible incremento de la fuga y atender a los heridos, y finalmente revertir el estado del buque a una situación de seguridad.

Tras una valoración conjunta de la nube tóxica, su extensión y peligrosidad, así como las condiciones meteorológicas, se procedió a:

- Establecer una zona de riesgo y exclusión mediante el corte de carreteras, traslado de población, confinamiento, propuesta

de actuación (se ensaya en el ejercicio de mesa).

- Evacuación de instalaciones y edificios públicos, establecimiento de rutas de evacuación y (no se ensaya en el ejercicio de mesa).

Secuencia de acaecimientos en el ejercicio CLOUDMET SPILL 2022

09:40	Buque, en la maniobra de descarga sufre una fuga en cubierta.	-	-
	Oficial en cubierta confirma dos tripulantes heridos	-	-
	Contacto con la instalación de descarga	-	-
10:00	Comunicación incidente desde el buque a Cartagena Port Control (CPC).	Aviso fuga, contacto con el fondo y heridos	Capitán buque
10:10	Comunicación incidente a autoridades competentes	-	Cartagena Port Control - CCS
10:15	Activación del PEI/PIM del Puerto de Cartagena	-	Director AP
	Declaración en alerta del PMN-Situación 2	-	Capitán Marítimo
	Decisión enviar buque a fondeadero	Se discute durante el ejercicio la conveniencia	Director del Puerto/Capitán Marítimo/ Practico
13:48	Fin de la Emergencia		

Sistema de coordinación ante una emergencia

Ante cualquier incidencia acaecida en las instalaciones concesionarias del puerto de Cartagena, la Autoridad portuaria pondrá en fase de alerta el Plan Interior Marítimo del puerto. La activación del mismo tendrá lugar cuando se dé alguna de las siguientes circunstancias:

- Cuando los medios de la instalación concesionaria se vean desbordados y precisen del apoyo externo.
- Cuando se trate de un suceso de contaminación marina ajeno

a las instalaciones concesionarias afectando a la Zona I y II del puerto de Cartagena. A partir de ese momento, la Dirección del Plan recaerá sobre el director general de la Autoridad portuaria y el centro de operaciones será el Centro de Control del Puerto (CCP).

Tras la activación del Plan Interior Marítimo (PIM) del puerto, se informó de la evolución del suceso al Capitán Marítimo para poner en fase de alerta el Plan Marítimo Nacional (PMN). Cabe destacar que, en caso de que la contaminación tenga su origen o implique a un buque, las medidas a tomar deberán

ser consensuadas entre el director general de la Autoridad portuaria y el Capitán Marítimo.

La activación del Plan Marítimo Nacional tendrá lugar cuando los medios del PIM del puerto se vean desbordados. En ese momento, el Centro de Coordinación de Salvamento (CCS) de Sasemar pasará a ser el centro de control y la dirección corresponderá al director general de la Marina Mercante de Mitma, o por delegación al subdirector general de Tráfico, Seguridad y Contaminación Marítima (Situaciones de emergencia 1, 2).

En este caso, el director general de la Autoridad portuaria se puso a disposición de la Dirección del Plan Marítimo Nacional, colaborando con el mismo en las actuaciones encaminadas a minimizar el impacto y poniendo a disposición recursos materiales y humanos que permitieran dar respuesta al suceso ocasionado.

Reacciones ante derrames de metanol. EPI's necesarios

Las fugas de metanol pueden variar, desde grandes volúmenes en embarcaciones de doble casco, camiones cisterna y vagones de ferrocarril; grandes derrames de tanques de almacenamiento y roturas en tuberías; derrames medianos durante las operaciones de transferencia; hasta fugas pequeñas procedentes de rotura de mangueras.

El plan de respuesta ante derrames debe tener en cuenta la ubicación y las posibles condiciones de la fuga. La mayoría de las veces, los derrames de metanol son consecuencia de accidentes relacionados con mangueras de transferencia. Siempre que sea posible, debe evitarse que el metanol derramado penetre en alcantarillas,



Otro momento crítico, sacar el buque de puerto o no.

desagües o tanques, que son espacios sujetos a explosiones, y donde el líquido podría llegar a arroyos, ríos, lagos o mares.

Los equipos de protección personal necesarios para afrontar una fuga de metanol para los bomberos externos deben incluir, como mínimo, lo siguiente:

1. Gafas y máscaras contra salpicaduras de productos químicos.
2. Guantes de butilo o nitrilo.
3. Botas de caucho.
4. Uniformes resistentes a los productos químicos (A – B).
5. Múltiples extintores de incendios.
6. Botiquines industriales de primeros auxilios.
7. Se deben colocar en las proximidades estaciones de duchas de cuerpo completo y lavaojos que suministren 15 minutos de agua para descontaminar al personal expuesto.
8. Suministro amplio de agua potable para lavarse y beber.
9. Vehículos adecuados para transporte de emergencia.

10. Nunca se deben usar mascarillas antigás para purificar el aire con cartuchos de vapor orgánico como protección contra vapores de metanol.

De ser posible, las fugas se deben exponer al aire libre o en algún área aislada y bien ventilada, donde el derrame pueda contenerse y el líquido pueda transferirse sin peligro a un recipiente apropiado. El líquido libre debe acumularse o transferirse únicamente con bombas a prueba de explosiones, recipientes conectados a tierra y herramientas resistentes a chispas.

Pasos a seguir si se produce un derrame

Los primeros pasos en caso de un derrame son:

1. Detener o reducir la velocidad de desprendimiento de metanol en el punto de fuga, si se puede hacer con seguridad. Aplicar los procedimientos adecuados de contención de fugas (cierre de válvulas o acoplamientos).
2. Si hay vapores nocivos, evacuar, hacer sonar la alarma de



Evolución de la nube de metanol tras la fuga y áreas críticas - Programa ALOHA.

desprendimiento de vapor, y notificar al supervisor o al coordinador de emergencias.

3. Eliminar todas las fuentes de inflamación a una distancia segura del punto de desprendimiento y acumulación cercana de metanol.
4. Evacuar a todas las personas que no lleven puestos equipos protectores (EPI's) del área del derrame o de fugas, hasta que la limpieza se haya completado.
5. No caminar ni tener contacto corporal con el producto derramado. Evitar el contacto con la piel y la inhalación.
6. Ponerse en sentido contrario al viento y no acercarse a áreas bajas donde se pueda acumular vapor.
7. Para derrames e incendios grandes, llamar inmediatamente al CCS para la rápida activación del PEI, PIM y planes autonómicos concordantes.

Contención de fugas

- Los derrames en terrenos pavimentados deben contenerse

rodeando el líquido con barreras mecánicas o químicas como arena, vermiculita, zeolita o diques absorbentes.

- En el caso de derrames pequeños, la superficie que ocupa el derrame debe cubrirse con los materiales absorbentes o con carbón activado para capturar el metanol derramado. Los materiales absorbentes, ya saturados, o la tierra que contenga metanol deben ser eliminados y empacados para recuperarlos, reciclarlos o desecharlos.
- El vapor de metanol es ligeramente más denso que el aire, y debe evitarse que fluya a espacios estrechos como: sumideros o pozos de bombas, registros o bocas de inspección, túneles o zonas de paso de servicios públicos, donde los vapores podrían asentarse y alcanzar concentraciones inflamables. Antes de volver a entrar en estos espacios, es necesario verificar que ya no contengan una atmósfera explosiva.
- El rociado con agua puede suprimir o rebajar los vapores de

metanol, pero es posible que no evite la inflamación en espacios cerrados. Se puede aplicar espuma formadora de película acuosa resistente al alcohol (AR-AFFF) y al derrame, para suprimir el vapor y disminuir el peligro de incendio.

- Para prevenir incendios o explosiones, las fugas de vapor dentro de edificios o en espacios estrechos deben ser ventiladas para alcanzar menos del 10% del límite inferior de explosividad del metanol, que es equivalente a 0,6% o 6000 ppm, para evitar incendios o explosiones. Sin embargo, a dicho nivel los vapores de metanol siguen siendo considerados "inmediatamente peligrosos para la vida y la salud". El buque debe evacuarse hasta que el personal de respuesta determine que no existe peligro para volver a entrar en espacios cerrados, y que las concentraciones de metanol en el aire son inferiores a 200 ppm.
- Todas las fuentes de inflamación del área inmediata, como cigarrillos, llamaradas, chispas o llamas deben apagarse o eliminarse en un radio de 100 a 200 metros del área del derrame. Es probable que las fugas de vapores de metanol se dispersen con relativa rapidez. Las medidas de respuesta apropiadas son aislar el área de 100 a 200 metros a partir de la fuente del derrame en todos los sentidos y mantenerse contra el sentido del viento de la columna de vapor de la fuga.
- Si el incidente comprende un camión cisterna o un vagón cisterna, será necesario ampliar el área de aislamiento a 800 metros a partir del origen de la fuga. La finalidad de ampliar el radio del límite de exclusión es

proteger al personal contra el exceso de presión, el flujo radiante térmico y la metralla en el caso de BLEVE.

- Los derrames de tuberías pueden requerir la preparación de canales o vías de desvío para dirigir el metanol hacia recipientes de recogida naturales o diseñados lejos de áreas ecológicas o extensiones de agua. Esto puede ser necesario incluso después de cerrar las válvulas, o derivar el caudal hasta que se drene el contenido residual. No es práctico recuperar el metanol de derrames que hayan ocurrido en extensiones de aguas naturales como ríos, lagos y mares.
- Para controlar la propagación de la contaminación y la exposición de las tripulaciones y operarios a los peligros químicos y físicos, el área de derrame debe dividirse en tres círculos concéntricos centrados en la zona de exclusión, también conocida como zona caliente, donde se contiene el derrame. Ésta está rodeada por una zona de reducción de contaminantes y debe incluir un solo punto de entrada y salida del personal y del equipo de respuesta, así como el corredor de descontaminación para la limpieza del personal y del equipo

que sale de la zona de exclusión o caliente.

- La zona de apoyo se ubica en el perímetro exterior y se usa para preparar el equipo de respuesta y para ubicar el puesto de mando y el centro de comunicaciones. Solo se permite la entrada de personal autorizado a las zonas de exclusión y de reducción de contaminantes. El director de la emergencia y el coordinador de respuestas deben identificar áreas de trabajo en las que el personal esté autorizado a entrar usando los EPI's necesarios y debe hacer respetar las medidas de control establecidas.

Conclusiones y consideraciones de la manipulación y derrame de metanol aplicables al ejercicio

Como sugiere el análisis de incidentes históricos, los peligros inherentes en el uso, almacenamiento y transporte de metanol pueden provocar accidentes graves y catastróficos. Se pueden producir pérdidas de vidas, lesiones graves y pérdidas materiales significativas cuando no se manipula debidamente este producto químico con las protecciones adecuadas.

Las conclusiones siguientes se basan en información reunida de

estos incidentes y en la experiencia que se extrajo del propio ejercicio:

1. Las condiciones que provocan a accidentes catastróficos existen en todas las fases de la cadena de valor del metanol, incluida la fabricación, el transporte, la distribución, el almacenamiento y los sectores de procesamiento, así como durante el transporte marítimo y las operaciones de carga/descarga.
2. Se pueden producir, y se producen, incidentes graves debidos al uso, transporte o almacenamiento del metanol en operaciones grandes y pequeñas con amplios niveles de variación en función de la cantidad de producto.
3. Las capacidades de actuación, el adiestramiento y los equipos de respuestas de emergencia y prevención de derrames son elementos básicos de manipulación segura del metanol, ya que muchos derrames son consecuencia de incendios y explosiones, que se deberían de evitar a toda costa.
4. La mayoría de los incidentes y muchas muertes se podrían haber prevenido implementando procedimientos apropiados de coordinación ante la activación de los diferentes planes que

- son necesarios en este tipo de emergencias.
5. La integridad mecánica y el mantenimiento preventivo apropiado de los equipos para el servicio de metanol es de importancia clave para todos los usuarios de metanol. Faltan EPI's en el puerto de Cartagena, tanto en las instalaciones como en los servicios portuarios.
 6. Es básico entender la importancia de las causas y de la prevención de la corrosión en los sistemas de transporte, tuberías y tanques de almacenamiento de servicio de metanol. Esto es importante en terminales marítimas, buques, zonas de tanques, plantas químicas, estantes de carga y para todos los usuarios industriales.
 7. Se debe hacer hincapié en el reconocimiento, la identificación y el control de las fuentes de inflamación potenciales en todas las situaciones en que esté presente el metanol y se puedan producir fugas. Esto debe incluir fuentes de calor, incendios, fricción, formación de arcos eléctricos, electricidad estática, chispas, reacciones químicas y condiciones físicas del proceso, entre otras cosas.

8. Los usuarios industriales de metanol y la industria de fabricación de biodiesel en particular se beneficiarán al implementar prácticas y procedimientos de gestión de seguridad del proceso para operaciones rutinarias y especiales, así como de condiciones de emergencia.
9. El adiestramiento de operadores acerca de las propiedades físicas, químicas y de inflamabilidad del metanol es un elemento básico en la manipulación segura, en particular para trabajadores industriales y de transporte.

Bibliografía

- AA.VV. – 2006.- *El metanol y la seguridad química*. (Texto científico.com)
- AA.VV. – 2013.- *Manual de manipulación segura del metanol*. Methanol Institute (www.methanol.org).
- AA.VV. Malmgren, E., Brynolf, S., Fridell, E., Grahn, M., Andersson, K. - 2019.- *The environmental performance of a fossil-free ship propulsion system with on board carbon capture*.
- AA.VV. Zelenka, J., Wermuth, N., Lackner, M., Wimmer, A., Andersson, K., Veelken, H., Moeyaert, P., Jäger, B., Url, M., Lang, M., Huschenbett, M., Devalapalli, R., Sahren, D., Grützner, J., Mair, C., Ellis, J. – 2019.- *The Hymethship project: Innovate emission free propulsion for ships*.
- AA:VV. Wermuth, N., Lackner, M., Barnstedt, K. D., Zelenka, J., Wimmer, A. - 2019.- *Hymetship: On the way to zero emission shipping*.
- Abigail Martin (Traducido por ECODES). – 2021.- *MefCO2: Un paso Adelante para el metanol verde*.
- AA.VV. Iberdrola. – 2022.- *Metanol verde: El combustible que puede acelerar la transición energética del transporte marítimo*. (www.iberdrola.com/conocenos/nuestra-actividad/hidrogeno).
- EU. Cordis. – 2019.- *Synthesis of methanol from capture carbon dioxide*.
- i-deals-everisgroup. – 2019.- *El Proyecto H2020. MefCO2*
- AA.VV. – 2022.- *Plan de Emergencia Interior (PEI) y Plan Interior Marítimo (PIM) del puerto de Cartagena*. Última versión corregida
- Wertmuth, N. 2020.- *Hynetship: On the way to zero emission shipping*. ■