



**Universidad
de La Laguna**

ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Derrames de hidrocarburos durante operaciones de *bunkering*.

Planes de Contingencia.

Trabajo Fin de Máster

Grado en Náutica y Transporte Marítimo

Julio de 2024

Autor:

Carlos Méndez Santana

Tutor/a:

Prof. Dr. Alejandro U. Gómez Correa

Escuela Politécnica Superior de Ingeniería

Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval

Universidad de La Laguna; Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado

D/D^a. Alejandro U. Gómez Correa, Profesor de la UD de Marina Civil, perteneciente al Departamento de Ingeniería Civil, Náutica y Marítima de la Universidad de La Laguna:

Expone que:

D. **Carlos Méndez Santana** con **DNI 54064628T**, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: **Derrames de hidrocarburos durante operaciones de *bunkering*. Planes de contingencia.**

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente documento.

En Santa Cruz de Tenerife a 25 de junio de 2024.

Fdo.:

Tutor/a del trabajo.

Resumen

La gran cantidad de riesgos y factores asociados a la operativa de *bunkering* “*Ship to Ship*”, entendido como el abastecimiento de combustible de una embarcación a otra, en muchas ocasiones se traduce en vertidos de hidrocarburos al mar, que si no contienen de manera rápida y efectiva haciendo uso de los procedimientos y equipos de a bordo así como de los planes de contingencia del lugar, derivarán en una enorme impacto medioambiental, social y económico.

En el presente trabajo, enmarcado bajo diversas normativas internacionales y convenios específicos como el “*Ship to Ship Transfer Guide*”, se identifican todos aquellos factores que contribuyen a la ocurrencia de estos incidentes, incluyendo el error humano, fallos en los equipos, condiciones meteorológicas adversas, y la falta de cumplimiento de las normativas por parte de las tripulaciones. Además, se analizan los procedimientos desde el buque ante un derrame de hidrocarburo en donde se destaca la importancia de los planes de emergencia a bordo, conocidos como SOPEP (Shipboard Oil Pollution Emergency Plans), a través del cual se detallan las acciones inmediatas que debe tomar la tripulación en caso de un derrame.

Por último, se estudia el conjunto de planes de contingencia de derrames de hidrocarburos recogidos en el Sistema Nacional de Respuesta ante la Contaminación Marina promulgado a través del Real Decreto 1695/2012, cuya finalidad es proporcionar un marco de actuación general en caso de contaminación del medio marino, articular planes de contingencia de varios niveles para delinear estrategias de respuesta, criterios para la activación de los planes según diferentes escenarios de emergencia, métodos de coordinación, y un protocolo de comunicación para su activación. Se examinará de forma específica el Plan Interior Marítimo del Puerto de Las Palmas de Gran Canaria por tratarse de un puerto de suma importancia en las operaciones de suministros a nivel mundial y nuestra cercanía a éste.

Palabras clave: suministro hidrocarburo, contaminación marina, factores de riesgo, estrategias de mitigación, SOPEP, impacto ambiental, impacto socioeconómico, planes de contingencia.

Abstract

The large number of risks and factors associated with ship-to-ship bunkering operations, understood as the supply of fuel from one vessel or barge to another, often results in hydrocarbon spills into the sea, which if not contained quickly and effectively making use of the procedures and equipment on board as well as the contingency plans of the place, will result in an enormous environmental, social and economic impact.

In this work, framed under various international regulations and specific agreements such as the Ship to Ship Transfer Guide, all those factors that contribute to the occurrence of these incidents are identified, including human error, equipment failures, adverse weather conditions, and the lack of compliance with regulations by the crews. In addition, the procedures from the ship in the event of a hydrocarbon spill are analyzed, highlighting the importance of the emergency plans on board, known as SOPEP (Shipboard Oil Pollution Emergency Plans), through which the immediate actions that must be taken are detailed. take the crew in case of a spill.

Finally, the set of contingency plans for hydrocarbon spills included in the “Sistema Nacional de Respuesta ante la Contaminación Marina” promulgated through the “Real Decreto 1695/2012” is studied, the purpose of which is to provide a general framework for action in the event of contamination of the marine environment, articulate multi-level contingency plans to outline response strategies, criteria for activating plans according to different emergency scenarios, coordination methods, and a communication protocol for their activation. The Interior Maritime Plan of the Port of Las Palmas de Gran Canaria will be specifically examined as it is a port of utmost importance in global bunkering operations and our proximity to it.

Keywords: *bunkering, fuel-oil supply, marine pollution, risk factors, mitigation strategies, SOPEP, environmental impact, socioeconomic impact, contingency plans.*

Índice del TFM

Resumen	5
Abstract	7
Tabla de ilustraciones	IV
1. Introducción	7
2. Marco teórico	8
2.1 Transporte marítimo y bunkering: conceptos y contexto	8
2.2 Hidrocarburos, combustibles marinos.....	10
2.3 Legislación y regulaciones aplicables a las operaciones de bunkering en instalaciones portuarias	11
2.3.1 Convenios Internacionales.....	12
2.3.2 Normativas específicas.....	13
3. Causas y Factores de Riesgo en los Derrames de Hidrocarburos	16
3.1 Identificación de riesgos durante las operaciones de bunkering.	16
3.1.1 Riesgos mecánicos y de equipamiento.....	16
3.1.2 Riesgos humanos y operativos.....	22
3.1.3 Riesgos ambientales y externos.....	24
3.1.4 Riesgos de sistemas de emergencia y contención.....	28
4. Consecuencias de los Derrames de Hidrocarburos.	32
4.1 Impacto ambiental en los ecosistemas marinos	33
4.2 Consecuencias de los derrames por hidrocarburos en los sectores de la pesca y acuicultura.....	37
4.3 Consecuencias de los derrames por hidrocarburos en las actividades sociales y económicas.....	39
5. Procedimientos desde el buque ante derrame por hidrocarburo.	42
.....	42

5.1 Detención de la operativa y aseguramiento inicial.	42
5.2 Activación del Plan de Respuesta y comunicación externa.....	43
5.3 Implementación de medidas de contención y recuperación.	49
5.3.1 Contención del derrame desde el buque.....	49
5.3.2 Recuperación del hidrocarburo a bordo.	50
5.4 Limpieza y mitigación.....	52
5.5 Documentación, informe y evaluación.	52
5.6 Revisión del Plan de Emergencia.	53
6. SHIPBOARD OIL POLLUTION EMERGENCY PLAN (SOPEP).....	54
7. Gestión nacional de incidentes en la costa de contaminación por vertidos de hidrocarburos.....	61
7.1 Planes de contingencia.....	61
7.1.1 Plan Marítimo Nacional (PMN).....	62
7.1.2 Plan Interior Marítimo (PIM)	62
7.1.3 Plan RIBERA.	63
7.1.4 Planes territoriales.	63
7.1.5 Planes locales.....	63
7.2 Actuaciones en situaciones de emergencia.	64
7.3 Recogida del hidrocarburo.	65
8. Plan Interior Marítimo del Puerto de Las Palmas.	69
8.1 Ámbito de aplicación.....	69
8.2 Circunstancias de activación del Plan.....	70
8.2 Composición y funciones de los órganos de dirección y respuesta del plan.	75
8. Conclusiones.....	77
Referencias Bibliográficas	79
Anexos	82
Anexo 1.Guía para conexión brida manguera - colector. Fuente: [2] Pag. 141.	83
Anexo 2. Certificado de calidad del producto. VLSFO. Fuente: trabajo de campo.	84

Anexo 3. Evaluación de riesgos transferencia de producto barco a barco. Fuente: [2], Pag. 143,144.85

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Bunkering Ship to Ship. Buque Petromar. Fuente: trabajo de campo.	8
Ilustración 2. Operación de bunkering desde tierra. Fuente: oryxenergies.com	9
Ilustración 3. SHIP TO SHIP. Transfer Guide	14
Ilustración 4. ISGOTT. International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals.....	15
Ilustración 5. Manguera de suministro deteriorada. Fuente: trabajo de campo.	17
Ilustración 6. Caja de reducciones para conexiones mangueras – colector. Buque Petromar. Fuente: trabajo de campo.....	18
Ilustración 7. Brida manguera de suministro 4". Buque Petromar. Fuente: trabajo de campo.	18
Ilustración 8. Sala de bombas buque Petromar. Fuente: trabajo de campo.	19
Ilustración 9. Motores bombas de suministro. Buque Petromar. Fuente: trabajo de campo.	19
Ilustración 10. Ordenador alineación válvulas buque Petromar. TKs F.O. Fuente: trabajo de campo.	20
Ilustración 11. Ordenador alineación válvulas buque Petromar. Cámara de bombas. Fuente: trabajo de campo.....	20
Ilustración 12. Ordenador alineación válvulas buque Petromar. Cubierta principal. Fuente: trabajo de campo.....	20
Ilustración 13. Ordenador alineación válvulas buque Petromar. TKs MGO y bombas. Fuente: trabajo de campo.....	20
Ilustración 14. Funcionamiento Break Away Coupling System. Fuente web: COUSIN.com	26
Ilustración 15. Break Away Coupling System en manifold buque Petromar. Fuente: trabajo de campo.	26
Ilustración 16. Situación fondeadero puerto de Las Palmas. Fuente: marine traffic.	27
Ilustración 17. Ejercicio anticontaminación del buque Petromar. Fuente: trabajo de campo.	29
Ilustración 18. Efectos directos letales. Fuente: ITPF.com.....	35
Ilustración 19. Efectos indirectos contaminación. Fuente: [5].	37
Ilustración 20. Efectos en el sector pesquero. Fuente: [5].....	38
Ilustración 21. Efectos industriales contaminación. Fuente: ITPOF.com	39
Ilustración 22. Limpieza de cascos. Efectos en los puertos. Fuente: ITPF.com	40
Ilustración 23. Esquema procedimiento de actuación. Fuente: [9]	42

Ilustración 24. Para de emergencia de bombas remoto. Fuente: trabajo de campo.....	43
Ilustración 25. Pulsador parada de emergencia de cubierta. Fuente: trabajo de campo.	43
Ilustración 26. Reporte inicial derrame de hidrocarburos. Parte1. Fuente: Procedimientos buque Petromar.....	45
Ilustración 27. Reporte inicial derrame de hidrocarburos. Parte2. Fuente: Procedimientos buque Petromar.....	46
Ilustración 28. Esquema lista de contactos ante vertido por hidrocarburos. Fuente: Procedimiento del buque Petromar.	48
Ilustración 29. Barrera de contención de a bordo. Fuente: Trabajo de campo. Buque Petromar.	49
Ilustración 30. Barrera de contención desplegada. Fuente:SORBCONTROL. https://sorbcontrol.com/productos/barreras-contencion-flotabilidad-cilindrica-rigida/	50
Ilustración 31. Pocete aspiración vertido en cubierta. Fuente: trabajo de campo. Buque Petromar.	51
Ilustración 32. Bomba antipolución. Fuente: trabajo de campo. Buque Petromar.	51
Ilustración 33. Tanque-depósito mil litros SOPEP. Fuente: marlopest.es.....	52
Ilustración 34. Wilden Pump. Fuente: wilden.com.....	52
Ilustración 35. Información general buque. SOPEP. Fuente: [11]	55
Ilustración 36. Material SOPEP. Fuente: https://www.repairmanagement.nl/distributorships/swiss-solutions/swiss-absorbents/	57
Ilustración 37. Funciones tripulación según SOPEP. Fuente: [11]	58
Ilustración 38. Diagrama de funcionamiento de un SOPEP. Fuente: [11]	60
Ilustración 39. Evolución mancha de hidrocarburo en el mar. Fuente: Ministerio de la Transición Ecológica.	66
Ilustración 40. Despliegue barrera de contención. Fuente: absorbentesdehidrocarburos.com	66
Ilustración 41. Skimmer. Recogida hidrocarburo. Fuente: SENTEC.	67
Ilustración 42. Limpieza a presión de zona rocosa. Fuente: TRAGSA.	68
Ilustración 43. Circunstancias activación nivel 0 PIM Las Palmas. Fuente: [15].....	73
Ilustración 44. Circunstancias activación nivel 1 (fase de emergencia) PIM Las Palmas. Fuente: [15].....	74
Ilustración 45. Esquema directivo y operativo del PIM de Las Palmas. Fuente: [15]......	75

1. Introducción

El transporte marítimo despliega una red vital en la economía global, facilitando el intercambio comercial a escala mundial. Dentro de esta infraestructura, las operaciones de *bunkering*, que implican el abastecimiento de combustible a embarcaciones, son esenciales para mantener el funcionamiento ininterrumpido de la industria marítima. No obstante, este proceso no está exento de riesgos, y los derrames de hidrocarburos durante las operaciones de *bunkering* representan una preocupación ambiental y socioeconómica significativa.

El presente trabajo de fin de máster se adentra en la compleja problemática de los derrames de hidrocarburos en el mar en el contexto específico de las operaciones de bunkering. Se enfoca en comprender en profundidad las causas subyacentes, las consecuencias ambientales, económicas y sociales de estos incidentes, así como las estrategias preventivas y de respuesta que podrían mitigar su impacto.

Este estudio abordará las distintas variables que intervienen en estos derrames, desde factores técnicos hasta operativos, e indagará en la efectividad de los protocolos de seguridad y las regulaciones actuales. Además, explorará tecnologías emergentes, prácticas recomendadas y marcos regulatorios, junto con análisis críticos de casos de estudio relevantes.

El objetivo principal de este trabajo es no solo analizar el estado actual de los derrames de hidrocarburos durante operaciones de bunkering, sino también proponer recomendaciones concretas para fortalecer la prevención, gestión y respuesta a dichos incidentes. En última instancia, se busca contribuir al desarrollo de estrategias efectivas que minimicen los impactos adversos en el ecosistema marino y en las comunidades costeras, asegurando la sostenibilidad de las actividades marítimas.

2. Marco teórico

2.1 Transporte marítimo y bunkering: conceptos y contexto

El bunkering "ship to ship" (STS) representa una modalidad específica dentro de las operaciones de abastecimiento de combustible en el transporte marítimo. En contraste con el bunkering convencional terrestre en los puertos, el bunkering STS implica el suministro directo de combustible entre dos buques en el mar, dentro de puerto, en aguas designadas y seguras.



Ilustración 1. Bunkering Ship to Ship. Buque Petromar. Fuente: trabajo de campo.

Este enfoque es común en áreas donde las restricciones portuarias o la conveniencia operativa hacen que el abastecimiento de combustible de barco a barco sea más práctico. El bunkering STS se lleva a cabo en zonas específicas, designadas por las autoridades portuarias competentes para minimizar los riesgos ambientales y de seguridad, y donde se implementan medidas para prevenir derrames y garantizar una transferencia segura de combustible entre los buques involucrados.

A diferencia del bunkering terrestre, las operaciones de bunkering STS tienen ciertas complejidades inherentes. La transferencia de grandes volúmenes de hidrocarburos de un barco a otro requiere una coordinación detallada, junto con estrictos protocolos de seguridad.

Las condiciones climáticas, las corrientes marinas y otros factores ambientales pueden presentar desafíos adicionales durante esta actividad, lo que requiere una planificación minuciosa y el cumplimiento de regulaciones específicas.

En el bunkering terrestre, las instalaciones portuarias tienen la ventaja de contar con infraestructuras estables, sistemas de contención de derrames y protocolos de seguridad bien establecidos. La conexión directa a través de mangueras desde los tanques de almacenamiento terrestre hasta el buque permite un control más preciso y predecible de la transferencia de combustible.



Ilustración 2. Operación de bunkering desde tierra. Fuente: oryxenergies.com

En contraste, el bunkering STS implica la coordinación precisa entre dos buques en movimiento, requiriendo sistemas avanzados de monitoreo y control. La posibilidad de colisiones o errores en la alineación de las conexiones de transferencia son factores críticos a considerar en esta modalidad.

La seguridad es un elemento primordial en las operaciones de bunkering STS. Las compañías navieras deben cumplir con normativas estrictas y asegurarse de que el personal esté capacitado adecuadamente para llevar a cabo estas maniobras de manera segura y eficiente. Los equipos de transferencia, las conexiones de mangueras, sistemas de monitoreo y control, son cruciales para prevenir derrames de hidrocarburos y minimizar los riesgos inherentes a estas operaciones. La tecnología desempeña un papel vital en la mejora de la seguridad del bunkering STS. Sistemas de control avanzados, equipos de transferencia especializados y el uso de tecnología de monitoreo en tiempo real son implementados para

reducir los riesgos operativos y garantizar un proceso de transferencia de combustible más seguro y confiable.

Comprender la dinámica, los desafíos y las medidas de seguridad asociadas con el bunkering STS es crucial para implementar estrategias efectivas que minimicen el potencial de derrames de hidrocarburos, asegurando operaciones de bunkering seguras y ambientalmente sostenibles en el entorno marítimo.

2.2 Hidrocarburos, combustibles marinos.

Los hidrocarburos, que consisten en compuestos químicos formados exclusivamente por carbono e hidrógeno, han sido la columna vertebral de la industria energética durante más de un siglo. Su papel es especialmente crucial en el sector marino, donde funcionan como la principal fuente de energía para la propulsión de buques.

Los hidrocarburos utilizados en la navegación marítima varían desde el gas natural hasta los aceites combustibles pesados. La elección del tipo de hidrocarburo depende de varios factores, incluyendo la economía del combustible y las regulaciones ambientales. En términos de composición, los combustibles marinos típicos son mezclas complejas de hidrocarburos diferentes, que pueden incluir alcanos, cíclicos y aromáticos. Estos combustibles son seleccionados y refinados específicamente para maximizar la eficiencia energética y minimizar los problemas de operación como la formación de sedimentos y la corrosión.

Las propiedades clave de los combustibles marinos incluyen el punto de inflamación, la viscosidad y el contenido de azufre. El punto de inflamación es crítico para la seguridad, indicando la temperatura más baja a la que el combustible puede formar una mezcla inflamable con el aire. La viscosidad afecta la facilidad con la que un combustible puede ser bombeado y atomizado para la combustión en motores. El contenido de azufre, por su parte, tiene implicaciones directas para las emisiones de dióxido de azufre (SO₂), un contaminante regulado globalmente. [1]

En el anexo 2, podemos observar el certificado de calidad del VLSFO (*Very Low Sulphur Fuel Oil*), hidrocarburo más común hoy en día en las operaciones de bunkering, y en el cual podemos encontrar especificado todas las características anteriormente explicadas. El certificado de calidad del producto se trata de un documento que se adjunta siempre en la documentación inicial de las operaciones de suministro.

El uso de hidrocarburos en el sector marítimo comenzó a ser significativo con la transición de la propulsión a vapor, alimentada por carbón, a la propulsión por motores de combustión interna en el siglo XX. Esta transición fue impulsada por la mayor eficiencia energética de los motores diésel y la disponibilidad creciente de petróleo. Los buques motorizados con petróleo podían recorrer mayores distancias sin reabastecerse, ofreciendo así ventajas logísticas sobre sus predecesores a vapor.

En las primeras décadas, el fuel oil pesado se convirtió en el estándar debido a su bajo costo. Sin embargo, la creciente preocupación por las emisiones de los buques llevó a un cambio gradual hacia combustibles más limpios. La introducción de regulaciones como la norma IMO 2020, que limita el contenido de azufre en los combustibles marinos al 0.50%, ha acelerado el uso de alternativas de menor emisión como los destilados y el gas natural licuado (GNL).

A pesar de su prevalencia, el uso de hidrocarburos pesados en la industria marina ha tenido un impacto ambiental considerable, contribuyendo significativamente a la contaminación atmosférica y las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto ha llevado a un interés creciente en combustibles alternativos y tecnologías de reducción de emisiones. El GNL, por ejemplo, emite hasta un 30% menos de dióxido de carbono que el petróleo crudo y casi elimina las emisiones de azufre.

Además, la investigación está en curso para el uso de biocombustibles y tecnologías de propulsión híbrida o totalmente eléctrica, que podrían ofrecer soluciones sostenibles a largo plazo para la industria marítima. Sin embargo, la transición a estas alternativas presenta desafíos significativos, incluyendo la infraestructura de suministro, el costo y las adaptaciones tecnológicas necesarias en los buques existentes.

2.3 Legislación y regulaciones aplicables a las operaciones de bunkering en instalaciones portuarias

Como es sabido, los pilares fundamentales del derecho marítimo se sustentan en los "convenios", los cuales representan modelos internacionalmente aceptados, sirviendo como punto de partida para que cada Estado elabore su propia legislación marítima. Es importante señalar que esta flexibilidad no implica una uniformidad rigurosa, ya que, si bien no todos los países adoptarán idénticas normativas, la mayoría convergerá en cuestiones esenciales.

Dicho esto, la legislación internacional y los protocolos de seguridad desempeñan un papel crucial en la regulación de las operaciones de bunkering, con el objetivo de prevenir derrames de hidrocarburos y minimizar los impactos ambientales. El marco legal abarca aspectos operativos, de seguridad y ambientales, estableciendo estándares que las empresas navieras y las instalaciones portuarias deben cumplir.

2.3.1 Convenios Internacionales

- **CONVENIO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN POR LOS BUQUES (MARPOL)**

El Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques, conocido como MARPOL (Marine Pollution), es un tratado global establecido por la Organización Marítima Internacional (OMI) con el propósito de prevenir y controlar la contaminación por hidrocarburos y otras sustancias nocivas provenientes de los buques. Adoptado en 1973 y posteriormente modificado por diversos protocolos, el MARPOL establece normas y disposiciones para proteger los océanos y mares contra la contaminación derivada de las actividades marítimas. [1]

En el contexto de las actividades de suministro o bunkering, el MARPOL aborda directamente la problemática de los derrames de hidrocarburos. El Anexo I del MARPOL se centra en la prevención de la contaminación por hidrocarburos y establece estándares para el transporte de petróleo y sustancias oleosas. Este anexo regula la descarga de aguas de sentina, la limpieza de tanques y las operaciones de bunkering, imponiendo restricciones y procedimientos específicos para minimizar los derrames.

La reglamentación del MARPOL exige que las operaciones de bunkering cumplan con estrictos estándares de seguridad y prevención de la contaminación. Establece protocolos para la segregación de aguas de sentina y aceites, el uso de sistemas de recuperación de hidrocarburos y la notificación obligatoria de derrames. Además, prohíbe la descarga de hidrocarburos en el mar y establece zonas especiales donde se aplican restricciones adicionales.

- CONVENIO SOBRE SEGURIDAD DE LA VIDA HUMANA EN LA MAR (SOLAS)

La primera conferencia organizada por la OMI¹, en 1960, adoptó el Convenio SOLAS, que entró en vigor en 1965 y que abarcaba un amplio espectro de medidas concebidas para mejorar la seguridad de la navegación. Sus disposiciones incluían el proyecto y la estabilidad de los buques de pasaje y de carga, instalaciones de maquinaria y eléctricas, protección contra incendios, dispositivos salvavidas, radiocomunicaciones, seguridad de la navegación y el transporte de mercancías peligrosas.

Este convenio establece normas para garantizar la seguridad de la vida humana en el mar. Aunque no se centra específicamente en la prevención de derrames, aborda aspectos de seguridad relacionados con las operaciones marítimas, que indirectamente contribuyen a la prevención de incidentes.

2.3.2 Normativas específicas

EL CONVENIO INTERNACIONAL DE BUNKERING SHIP TO SHIP (IBTS) es un marco regulatorio establecido por la Organización Marítima Internacional (OMI) para guiar las operaciones de transferencia de hidrocarburos entre buques. Adoptado para abordar específicamente los desafíos asociados con el bunkering ship to ship (STS), el IBTS proporciona directrices detalladas para garantizar la seguridad y la eficiencia durante estas operaciones críticas. [2]

¹ La Organización Marítima Internacional (OMI) es una agencia especializada de las Naciones Unidas responsable de regular el transporte marítimo a nivel internacional. Fundada en 1948, la OMI tiene su sede en Londres, Reino Unido, y su principal objetivo es establecer estándares y normas para la seguridad, la eficiencia y la protección ambiental en el ámbito marítimo.

El IBTS abarca aspectos esenciales, incluyendo la planificación y ejecución de las operaciones, la capacitación del personal, la gestión de riesgos, y la implementación de medidas de seguridad para prevenir derrames y garantizar la protección del medio ambiente marino. Este convenio destaca la importancia de la comunicación efectiva entre las partes involucradas, la necesidad de evaluar y mitigar riesgos, y el uso de tecnologías avanzadas para facilitar operaciones seguras de bunkering STS.

Al establecer un estándar internacional, el IBTS promueve la coherencia en las prácticas operativas y contribuye a la seguridad y sostenibilidad de las transferencias de combustible en alta mar.

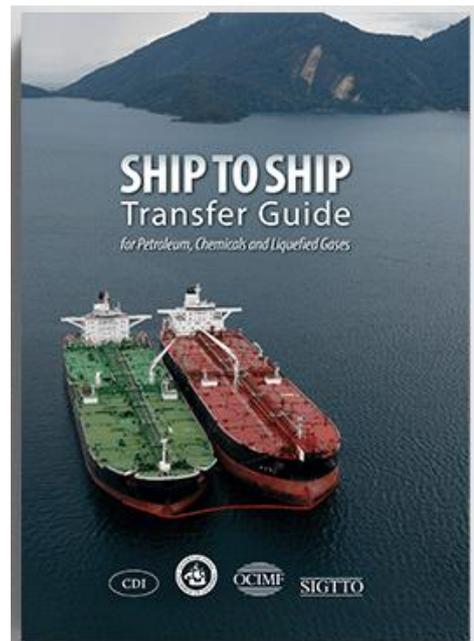


Ilustración 3. SHIP TO SHIP. Transfer Guide

Por otra parte, nos encontramos con *INTERNATIONAL SAFETY GUIDE FOR OIL TANKERS AND TERMINALS* (ISGOTT), el cual es un conjunto integral de directrices diseñadas para garantizar la seguridad y la eficiencia en las operaciones de los petroleros y terminales petroleras. El propósito principal de este convenio es proporcionar un marco de referencia para las mejores prácticas y procedimientos operativos con el fin de minimizar los riesgos asociados con el transporte y manejo de petróleo crudo y sus derivados. [3]

Una de las características clave del ISGOTT es su enfoque en la gestión de riesgos. Enfatiza la identificación y gestión proactiva de riesgos, abogando por la planificación detallada y la evaluación de riesgos antes de cualquier operación de carga o descarga.

El convenio también detalla extensivamente procedimientos operativos estándar para diversas situaciones. Estos procedimientos cubren una amplia gama de actividades, incluyendo la carga y descarga de cargamentos, el manejo de lastre, la limpieza de tanques, y las operaciones de mantenimiento rutinario. Al seguir estos procedimientos, los petroleros y terminales pueden asegurarse de que las operaciones se lleven a cabo de manera segura y eficiente.

Otro aspecto importante del ISGOTT es su foco en la protección ambiental. Dado que los derrames de petróleo tienen consecuencias devastadoras para el medio ambiente marino, el convenio incluye directrices sobre cómo prevenir y, en caso de que ocurran, gestionar los derrames de petróleo. Esto implica no solo procedimientos de respuesta rápida, sino también

medidas preventivas como la vigilancia constante durante las operaciones de carga y descarga.

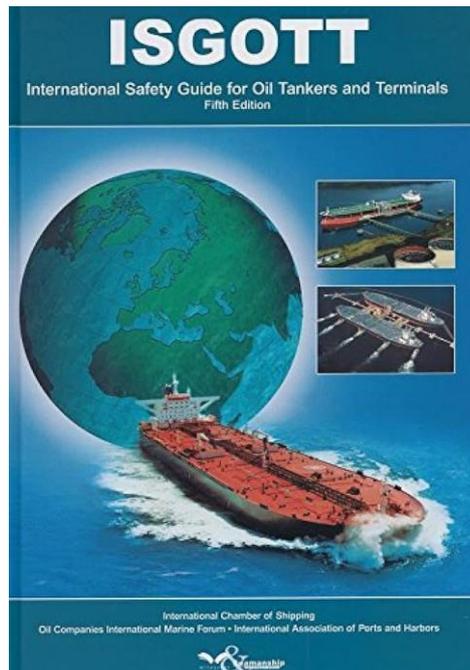


Ilustración 4. ISGOTT. *International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals*

“The primary purpose of the International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT) is to provide operational advice to assist personnel directly involved in tanker and terminal operations. It makes recommendations for tanker and terminal personnel on the safe carriage and handling of crude oil and petroleum products on tankers and at terminals. It does not, however, provide a definitive description of how tanker and terminal operations are conducted.

To achieve its purpose ISGOTT provides guidance on, and examples of, certain aspects of tanker and terminal operations and how they may be managed. Effective management of risk demands SMSs, processes and controls and procedures that can quickly adapt to change. Therefore, the guidance given is, in many cases, intentionally non-prescriptive and alternative procedures may be adopted by operators in the management of their operations. These alternative procedures may exceed the recommendations contained in this guide and are strongly encouraged where they will further enhance the safety objective.” [3]

3. Causas y Factores de Riesgo en los Derrames de Hidrocarburos

3.1 Identificación de riesgos durante las operaciones de bunkering.

En este apartado, se realiza un análisis exhaustivo de los riesgos asociados con las operaciones de bunkering ship to ship (STS). El proceso de identificación abarca riesgos mecánicos, humanos, ambientales y tecnológicos. Entre ellos, se destacan el riesgo de derrames de hidrocarburos debido a fallas en el equipo, errores de manejo, condiciones meteorológicas adversas, y la incompatibilidad entre los buques involucrados. Se examinan también los riesgos asociados con la comunicación ineficiente, la falta de coordinación entre las tripulaciones y la posibilidad de fallos en los sistemas de emergencia. La identificación de riesgos en las operaciones de bunkering ship to ship (STS) es un proceso crítico para garantizar la seguridad y la integridad ambiental. [4]

3.1.1 Riesgos mecánicos y de equipamiento.

Los riesgos mecánicos y de equipamiento en las operaciones de bunkering son aspectos críticos que requieren una atención meticulosa debido a su potencial para causar derrames de hidrocarburos.

Estos incluyen fallos en las mangueras de transferencia, problemas en los sistemas de acoplamiento, y deficiencias en los equipos de bombeo. La fatiga del material, el desgaste inadecuado y el mantenimiento deficiente son factores clave que contribuyen a estos riesgos. Se examina cómo la selección de equipos inapropiados o en mal estado puede conducir a derrames catastróficos.

Esta sección se enfoca en profundizar en estos riesgos, examinando sus causas, consecuencias y posibles medidas preventivas:

- **Fallos en las mangueras de transferencia:**

Causas: Los fallos en las mangueras pueden ser debidos al desgaste normal, a una manipulación incorrecta o a condiciones climáticas extremas. El envejecimiento del material, la corrosión, y la exposición a productos químicos agresivos pueden debilitar las mangueras.



Ilustración 5. Manguera de suministro deteriorada. Fuente: trabajo de campo.

En la imagen anterior se puede observar una gran grieta en el recubrimiento externo de una manguera de suministro, seguramente debido a una manipulación incorrecta en algún momento de la operativa. Se trata de un peligro inminente si la manguera llegase a coger una presión considerable.

Consecuencias: Un fallo en una manguera puede resultar en un derrame masivo, especialmente si ocurre durante la transferencia de grandes volúmenes de hidrocarburos.

Medidas Preventivas: La implementación de inspecciones regulares y el reemplazo programado de las mangueras, junto con la capacitación del personal en su correcta manipulación, pueden reducir significativamente este riesgo.

- **Problemas en los sistemas de acoplamiento:**

Causas: Los sistemas de acoplamiento pueden fallar debido a la incompatibilidad entre los buques, el uso de acoplamientos dañados o inadecuados, y errores en el proceso de conexión.



Ilustración 7. Breda manguera de suministro 4". Buque Petromar. Fuente: trabajo de campo.



Ilustración 6. Caja de reducciones para conexiones mangueras – colector. Buque Petromar. Fuente: trabajo de campo.

Consecuencias: Un acoplamiento defectuoso puede desengancharse, causando derrames y posiblemente daños físicos a los buques y al personal.

Medidas Preventivas: Verificar la compatibilidad y el estado de los acoplamientos antes de cada operación y asegurar una formación adecuada en técnicas de acoplamiento puede mitigar estos riesgos.

En las *ilustraciones 6 y 7* podemos observar tanto la breda de la manguera de suministro como gran variedad de reducciones para hacer que el acoplamiento en el buque receptor del suministro sea exacta e idónea para realizar el trasvase de forma segura.

Además, como podemos contemplar en el *Anexo 1*, el *SHIP TO SHIP Transfer Guide*, nos proporciona un esquema completo sobre el procedimiento exacto a seguir en la conexión de la breda de la manguera y el *manifold*, teniendo en cuenta los preparativos, el orden, y el par de apriete de los tornillos.

- **Deficiencias en los equipos de bombeo:**

Causas: Los fallos en los equipos de bombeo pueden ser ocasionados por el mantenimiento deficiente, el desgaste de piezas críticas o el uso de equipos obsoletos. Además, los fallos se pueden deber a un uso incorrecto y con potencias excesivas de los equipos.



Ilustración 8. Sala de bombas buque Petromar. Fuente: trabajo de campo.



Ilustración 9. Motores bombas de suministro. Buque Petromar. Fuente: trabajo de campo.

Consecuencias: Los fallos de bombeo pueden provocar un flujo descontrolado de hidrocarburos, aumentando el riesgo de derrames y la presión en las mangueras de transferencia.

Medidas Preventivas: Realizar mantenimiento preventivo regular y reemplazar los equipos obsoletos con tecnología más avanzada y segura. No sobrepasar los valores recomendados de trabajo son prácticas clave para prevenir estos incidentes.

- **Errores en la selección y alineación del sistema y líneas:**

Causas: La selección de equipos inadecuados para un tipo específico de operación, así como la alineación incorrecta del sistema de válvulas y líneas de descarga, puede deberse a la falta de conocimientos técnicos o a la negligencia.



Ilustración 12. Ordenador alineación válvulas buque Petromar. Cubierta principal. Fuente: trabajo de campo



Ilustración 11. Ordenador alineación válvulas buque Petromar. Cámara de bombas. Fuente: trabajo de campo

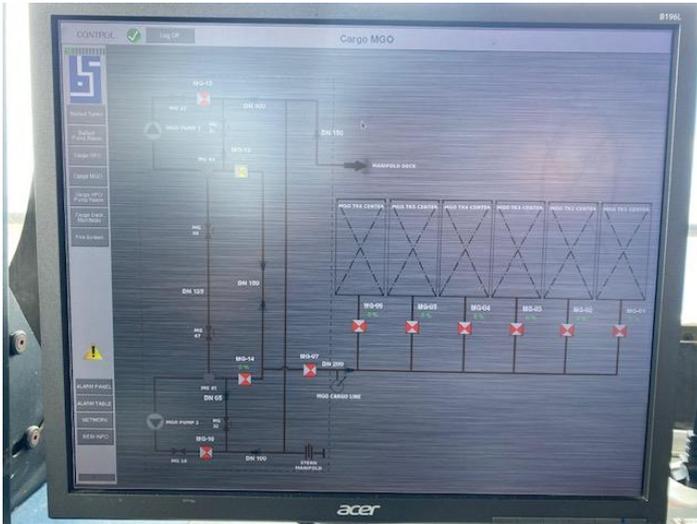


Ilustración 13. Ordenador alineación válvulas buque Petromar. TKs MGO y bombas. Fuente: trabajo de campo.

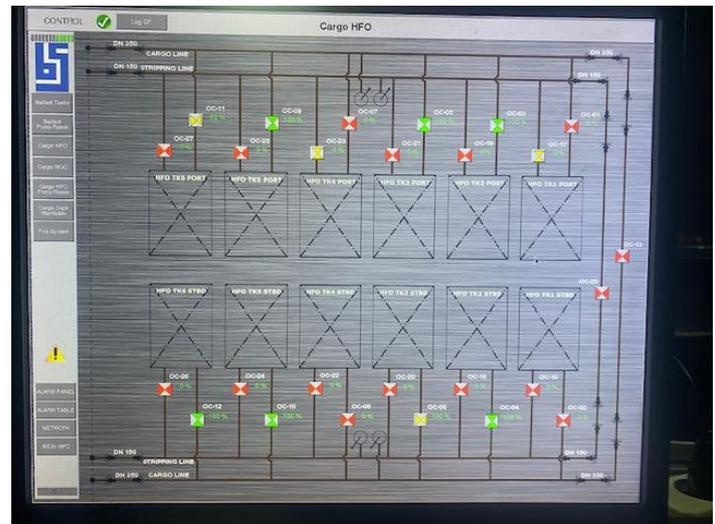


Ilustración 10. Ordenador alineación válvulas buque Petromar. TKs F.O. Fuente: trabajo de campo.

Consecuencias: Utilizar equipos no adecuados para las condiciones específicas o las características de los buques involucrados puede resultar en ineficiencias operativas o accidentes provocados por sobrepresiones en el sistema.

Medidas Preventivas: Una evaluación cuidadosa de las necesidades específicas de cada operación y la selección de equipos adecuados como la revisión y “*doube-check*” antes de empezar con el bombeo, son esenciales. La formación técnica y la consulta con otros miembros de la tripulación, pueden garantizar una mejor selección y configuración del equipo.

Como podemos observar en las ilustraciones 10, 11,12 y 13 son muchas las válvulas que componen el sistema de bombeo de un buque tanque destinado al bunkering, las cuales hacen del sistema de alineación una parte de la operación de suministro que no puede dar lugar a errores.

- **Vigilancia y mantenimiento insuficientes:**

Causas: La falta de un mantenimiento regular y de inspecciones detalladas puede pasar por alto el deterioro o las averías inminentes en el equipamiento.

Consecuencias: Equipos sin un mantenimiento adecuado son más propensos a fallar, lo que aumenta el riesgo de incidentes durante las operaciones de bunkering.

Medidas Preventivas: Implementar un programa riguroso de mantenimiento y vigilancia, con inspecciones frecuentes y mantenimiento preventivo, es crucial para garantizar la funcionalidad y seguridad del equipo.

- **Respuesta a emergencias y equipos de contención de derrames:**

Causas: La falta de equipos adecuados, así como la falta de mantenimiento y pruebas de equipos para responder a emergencias o contener derrames puede ser resultado de la falta de inversión o desconocimiento de las necesidades específicas.

Consecuencias: En caso de un derrame, la ausencia de equipos de respuesta adecuados o el mal funcionamiento de éstos, puede resultar en una escalada del incidente y un mayor impacto ambiental.

Medidas Preventivas: Tener a bordo equipos especializados para la contención y respuesta a derrames, así como entrenar al personal en su uso, es fundamental para una respuesta efectiva en caso de emergencia.

Este análisis detallado de los riesgos mecánicos y de equipamiento en operaciones de bunkering STS subraya la importancia de una gestión de riesgos integral, que incluye la evaluación constante de equipos, la capacitación del personal y la preparación para emergencias. Estas medidas no solo previenen incidentes, sino que también aseguran una respuesta rápida y efectiva en caso de que ocurran.

3.1.2 Riesgos humanos y operativos.

Aquí se abordan los errores humanos, como la falta de experiencia o capacitación del personal, la mala comunicación entre las tripulaciones de los buques y los operadores en tierra, y los errores en el cálculo de cantidades a suministrar. Se analiza cómo la fatiga de la tripulación, la toma de decisiones bajo presión y el incumplimiento de los procedimientos establecidos pueden aumentar significativamente la probabilidad de un incidente.

Los riesgos humanos y operativos en las operaciones de bunkering ship to ship (STS) representan una preocupación significativa debido a su impacto potencial en la seguridad y el medio ambiente. Este apartado profundiza en estos riesgos, analizando sus causas, consecuencias y estrategias de mitigación.

- **Errores de la tripulación y falta de capacitación:**

Causas: La falta de capacitación adecuada y la experiencia insuficiente de la tripulación pueden llevar a errores en la manipulación del equipo, la evaluación de las condiciones ambientales y la ejecución de los procedimientos operativos.

Consecuencias: Errores humanos pueden resultar en operaciones incorrectas, como la mala alineación de las líneas de descarga o el cálculo erróneo de los volúmenes de transferencia, aumentando el riesgo de derrames por rebose de los tanques a cargar. Además, por parte de la tripulación del buque receptor, un error en la medición de los tanques, fallo en el monitoreo así como equivocación en la manipulación de las válvulas puede acabar en un vertido o accidente.

Medidas Preventivas: Programas de capacitación exhaustivos, simulacros regulares y la certificación de competencias actualizadas son esenciales para asegurar que la tripulación esté adecuadamente preparada para manejar las operaciones STS.

- **Comunicación ineficaz:**

Causas: Una comunicación deficiente entre las tripulaciones de los buques involucrados puede surgir debido a barreras idiomáticas, fallos técnicos o falta de protocolos claros de comunicación.

Consecuencias: La falta de una comunicación clara y efectiva puede llevar a malentendidos y errores en la ejecución de las operaciones, resultando en incidentes de derrame.

Medidas Preventivas: Establecer protocolos de comunicación claros, utilizar tecnología de comunicación confiable y proporcionar formación en habilidades comunicativas son cruciales para mejorar la comunicación. Además, se deben establecer sistemas secundarios de comunicación ante emergencias de paradas, como puede ser señales corporales.

- **Presión operativa y fatiga de la tripulación:**

Causas: Horarios de trabajo exigentes, presión para cumplir con plazos ajustados y la naturaleza repetitiva de algunas tareas pueden causar fatiga en la tripulación.

Consecuencias: La fatiga puede afectar el juicio y la toma de decisiones, aumentando la probabilidad de errores operativos y accidentes.

Medidas Preventivas: Implementar horarios de trabajo razonables, asegurar períodos adecuados de descanso y promover un entorno de trabajo saludable son esenciales para reducir la fatiga.

- **Procedimientos operativos inadecuados o desactualizados:**

Causas: El uso de procedimientos operativos que no reflejan las mejores prácticas actuales o que son inadecuados para las condiciones específicas de una operación puede ser un factor de riesgo importante.

Consecuencias: Seguir procedimientos inapropiados puede llevar a la realización de operaciones de forma insegura, incrementando el riesgo de incidentes.

Medidas Preventivas: La revisión y actualización regular de los procedimientos operativos, asegurando que estén en línea con las normativas y mejores prácticas actuales, es fundamental.

- **Toma de decisiones bajo presión:**

Causas: Situaciones de emergencia o condiciones operativas difíciles pueden obligar a la tripulación a tomar decisiones rápidas bajo presión.

Consecuencias: La toma de decisiones bajo presión puede resultar en elecciones precipitadas o mal informadas, aumentando el riesgo de errores.

Medidas Preventivas: La formación en toma de decisiones y gestión del estrés, junto con ejercicios de situaciones de emergencia, puede mejorar la capacidad de la tripulación para manejar situaciones de alta presión.

- **Cumplimiento inconsistente de normas de seguridad:**

Causas: La complacencia, la falta de conciencia sobre la importancia de las normas de seguridad o la presión para acelerar las operaciones pueden llevar a un cumplimiento inconsistente de las normas.

Consecuencias: La negligencia en el cumplimiento de las normas de seguridad puede aumentar significativamente el riesgo de derrames y accidentes.

Medidas Preventivas: Fomentar una cultura de seguridad a bordo, realizar auditorías regulares de seguridad y aplicar sanciones por incumplimiento pueden mejorar el cumplimiento de las normas de seguridad.

La identificación y el análisis exhaustivos de estos riesgos humanos y operativos son fundamentales para desarrollar estrategias de mitigación efectivas y para garantizar operaciones de bunkering STS seguras y responsables

3.1.3 Riesgos ambientales y externos.

Se evalúan los factores ambientales como el clima adverso, las mareas y las corrientes marinas, que pueden afectar las operaciones STS. Se identifican cómo las condiciones meteorológicas extremas, como fuertes vientos o mares agitados, pueden provocar el desacoplamiento de las mangueras o la pérdida de control de los buques, llevando a derrames.

Los riesgos ambientales y externos en las operaciones de bunkering ship to ship (STS) son elementos críticos que pueden influir significativamente en la seguridad y eficacia de estas operaciones. Este apartado profundiza en estos riesgos, explorando sus causas, impactos potenciales y estrategias de mitigación.

- **Condiciones meteorológicas adversas:**

Causas: Factores como vientos fuertes, olas altas, corrientes marinas intensas, y visibilidad reducida debido a la niebla pueden complicar las operaciones STS.

Consecuencias: Las malas condiciones meteorológicas pueden provocar movimientos imprevistos de los buques, dificultar el manejo de las mangueras y otros equipos, y aumentar el riesgo de colisiones y derrames.

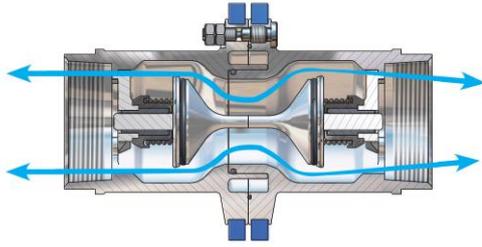
Medidas Preventivas: La implementación de sistemas de monitoreo meteorológico, la programación flexible de las operaciones para evitar condiciones adversas, y la preparación para una desconexión de emergencia son esenciales para mitigar estos riesgos.

En los últimos años, algunos puertos y autoridades portuarias, como es el caso del puerto de Las Palmas, han impuesto algunos elementos de seguridad a los buques que realizan operaciones de bunkering en sus instalaciones portuarias, como es el caso del *BREAK AWAY COUPLING SYSTEM*. Se trata de un dispositivo de seguridad crítico diseñado para prevenir derrames. Este sistema de acoplamiento de desconexión automática se incorpora en la manguera y en el colector de combustible para garantizar una operación segura al minimizar las consecuencias de un posible exceso de tensión o el movimiento abrupto de uno de los buques.

El sistema funciona desconectándose automáticamente si se excede una fuerza de tracción específica, como podría suceder si un buque se aleja demasiado del otro durante la operación de suministro. Al activarse, el sistema de acoplamiento se separa de manera que ambas partes del acoplamiento (tanto del lado del buque de suministro como del buque receptor) se sellan automáticamente, deteniendo el flujo de combustible y evitando así un derrame potencialmente peligroso y costoso en el medio marino.

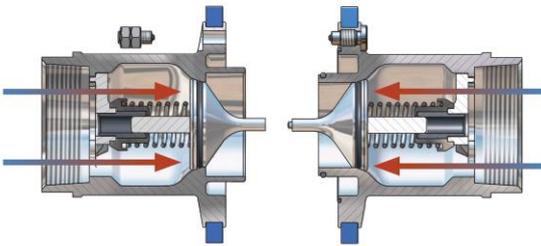
En la siguiente imagen podemos observar de forma más detallada el funcionamiento y los elementos de dicho sistema de seguridad y prevención.

How it works - before and after emergency disconnect



SBCoupling before emergency disconnect

The safety break-away valve consists of two halves, each with a valve that has a o-ring seal.



SBCoupling after emergency disconnect

When the SBCouplings separate, it allows the valves to close. The two valves close rapidly, minimizing exposure to personnel and the environment.

The SBCouplings, Safety break-away couplings has three external break bolts. In the case of axial tension all of the bolts take up the force corresponding to the break force on the hose with a safety margin.

Non-axial forces concentrate the tension forces more strongly on one bolt, so that the safety break-away coupling reacts in a natural way to the reduction of the hose break forces.



Ilustración 14. Funcionamiento Break Away Coupling System. Fuente web: COUSIN.com



Ilustración 15. Break Away Coupling System en manifold buque Petromar. Fuente: trabajo de campo.

- **Riesgos asociados con el tráfico marítimo:**

Causas: Las operaciones STS a menudo se llevan a cabo en áreas, como fondeaderos o fondeaderos interiores en puertos con tráfico marítimo denso, lo que aumenta el riesgo de colisiones y accidentes. Además, el mismo paso de grandes buques mercantes generan olas y movimientos en los barcos involucrados en el bunkering pudiendo causar problemas y accidentes. En la siguiente ilustración, proporcionada por la aplicación electrónica *MarineTraffic*, se puede observar la situación de gran congestión que sufre el fondeadero del puerto de Las Palmas de Gran Canaria.

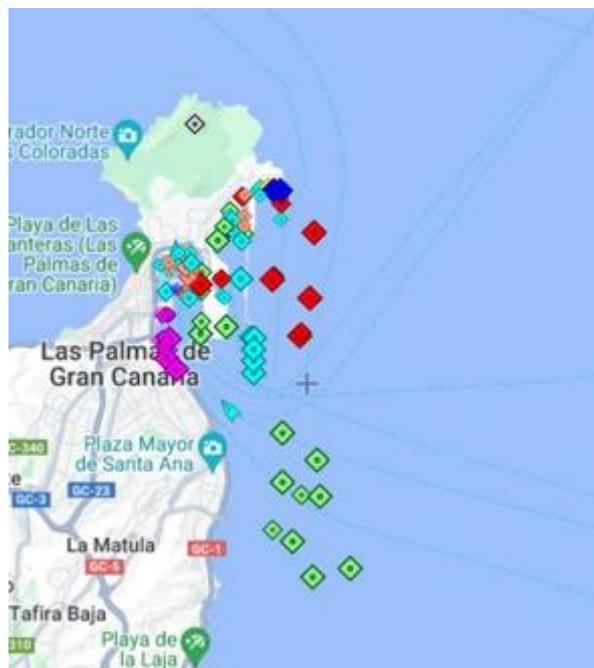


Ilustración 16. Situación fondeadero puerto de Las Palmas. Fuente: marine traffic.

Consecuencias: Las colisiones o interacciones cercanas con otros buques pueden provocar daños en los equipos y derrames de hidrocarburos.

Medidas Preventivas: La planificación cuidadosa de las rutas, el uso de sistemas de seguimiento y alerta de tráfico, y el mantenimiento de una comunicación clara con otros buques y autoridades portuarias son fundamentales.

- **Riesgos relacionados con el fondeo y amarre:**

Causas: El fondeo inadecuado o ineficaz y la ruptura de cabos de amarre durante las operaciones STS pueden ser causados por errores humanos o condiciones ambientales desfavorables.

Consecuencias: El garreo del ancla o la ruptura de los cabos de amarre puede llevar a la deriva de los buques y aumentar el riesgo de colisiones o derrames.

Medidas Preventivas: Asegurar procedimientos de fondeo y amarre en buenas condiciones, así como el monitoreo del fondeo como inspección de cabos con frecuencia durante la operación de bunkering pueden prevenir estos incidentes.

El análisis detallado de estos riesgos ambientales y externos resalta la importancia de una planificación cuidadosa, la adaptación a las condiciones cambiantes y la implementación de prácticas sostenibles para minimizar el impacto ambiental y garantizar operaciones seguras de bunkering STS.

3.1.4 Riesgos de sistemas de emergencia y contención

En las operaciones de bunkering ship to ship (STS), los riesgos asociados con los sistemas de emergencia y contención son críticos, ya que estos sistemas son la última línea de defensa contra los incidentes graves, incluyendo los derrames de hidrocarburos. En este apartado se examina la eficacia y la disponibilidad de los sistemas de emergencia y de contención de derrames. Esto incluye la revisión de los planes de respuesta a emergencias, la disponibilidad y el estado de los equipos de contención de derrames, y la capacitación del personal en respuesta a emergencias. Se destaca la importancia de tener sistemas robustos y bien mantenidos para minimizar los impactos en caso de un derrame.

- **Fallos en los equipos de contención de derrames:**

Causas: Los equipos de contención de derrames puede fallar debido a un mantenimiento inadecuado, el uso de equipos obsoletos o incompatibles, o la falta de disponibilidad de equipos adecuados en el momento de la operación.

Consecuencias: La ineficacia o falta de los equipos de contención puede resultar en la propagación rápida del derrame, causando daños ambientales significativos y aumentando los costos y la duración de las operaciones de limpieza.

Medidas Preventivas: Mantener un inventario adecuado de equipos de contención de derrames, garantizar su mantenimiento regular y asegurar la compatibilidad con los tipos de hidrocarburos manejados son esenciales para una respuesta efectiva.

- **Inadecuada preparación y respuesta a emergencias:**

Causas: La falta de preparación para afrontar emergencias puede deberse a la formación insuficiente del personal, la ausencia de planes de emergencia detallados o la falta de simulacros o ejercicios de emergencia regulares.

Consecuencias: Una respuesta inadecuada a un incidente puede empeorar la situación, llevando a derrames mayores, riesgos para la seguridad del personal y daños a los buques.

Medidas Preventivas: Desarrollar y practicar regularmente planes de emergencia, realizar ejercicios y asegurar que todo el personal esté adecuadamente capacitado y familiarizado con los procedimientos de emergencia son fundamentales. A continuación podemos ver un ejercicio anticontaminación real desarrollado en el buque Petromar.

Evaluación	
Posición de la nave	DUQUE DE ALBA
Escenario y Procedimiento	As per drill schedule, Oil pollution drill was carried out. Vessel was port side aloside. Simulation drill conducted. Discharging operation in progress. At 1300H, The watchman inform the duty officer that there was a leakage in the cargo pipeline, immediately the cargo pump was shut down by Chief Officer. General alarm was sounded followed by announcement in public address system oil pollution drill. All parties are well informed of the scenario. Simultaneously the crew collect all oil spills on deck using shovels, scopes. Sawdust and empty drums. The watchman ensure all scupper plugs are in place and no oil will be discharge to the sea. Oil booms was ready to deployed as prevention in case some oil will drop overboard. Firefighters are on standby just in case there is an ignition of fire. The leaked flange was check, replace with new gasket and fully tightened. Oil spill pump checked and tested including the standby welder pump. At 1315H, simulation of oil pollution is under control. De-briefing and familiarization of emergency stop location and SOPEP equipment for new on signer crew carried out. Identification of dedicated cargo tanks for containment of oil in case there is a large quantity of spill. Rooms for improvements was discussed including the crew specific duties and responsibilities Pollution drill was carried out satisfactorily. At 1330H, drill was completed.
Equipo utilizado durante el ejercicio	OIL BOOMS, SAW DUST, SHOVEL, BROOMS, WELDEN PUMP, EMPTY DRUMS...
Medios de comunicación o números de emergencia que fueron probados	VHF radio
Cualquier deficiencia de seguridad identificada y propuesta, acciones correctivas implementadas	SAFETY ROUND HAVE BEEN GIVEN TO NEW CREW MEMBERS, SHOWING CARGO PUMP EMERGENCY STOP LOCATIONS, SOPEP EQUIPMENT AND WELDEN PUMP OPERATION INCLUDING MANUAL AND REMOTE START OF OIL SPILL PUMP.
Sugerencias de mejora de seguridad / protección si es necesario	More improvements expected for next drill

Ilustración 17. Ejercicio anticontaminación del buque Petromar. Fuente: trabajo de campo.

- **Deficiencias en los sistemas de detección de derrames:**

Causas: Los sistemas de detección de derrames pueden ser ineficaces debido a la tecnología obsoleta, la mala configuración o la falta de sensibilidad para detectar derrames menores. En este apartado se puede incorporar la falta de una guardia segura y eficaz por parte de la tripulación.

Consecuencias: La incapacidad para detectar rápidamente un derrame puede retrasar la respuesta y permitir que el derrame se extienda, aumentando el impacto ambiental y los costos de limpieza.

Medidas Preventivas: Implementar sistemas de detección de derrames de última generación y realizar pruebas y mantenimiento regulares pueden mejorar la capacidad de respuesta temprana.

- **Comunicación ineficiente durante emergencias:**

Causas: La falta de un sistema de comunicación eficaz puede resultar en una respuesta descoordinada durante una emergencia.

Consecuencias: La comunicación ineficaz puede llevar a la confusión, retrasar la respuesta de emergencia y aumentar el riesgo de daños medioambientales.

Medidas Preventivas: Establecer protocolos de comunicaciones claras y eficientes y asegurar que todos los equipos de comunicación estén en buen estado y sean fácilmente accesibles es crucial

- **Limitaciones en la capacidad de respuesta:**

Causas: La limitación en la capacidad de respuesta puede deberse a la falta de recursos, como personal insuficiente o equipos de respuesta inadecuados para manejar grandes derrames.

Consecuencias: La incapacidad para manejar eficazmente un derrame puede llevar a un impacto ambiental mayor y a responsabilidades legales y financieras significativas.

Medidas Preventivas: Asegurar la disponibilidad de recursos adecuados, incluyendo equipos de respuesta a derrames y personal entrenado, y establecer acuerdos con servicios de respuesta externos puede mejorar significativamente la capacidad de respuesta.

En conclusión, la efectividad de los sistemas de emergencia y contención es fundamental para mitigar los riesgos asociados con las operaciones de bunkering STS. Una planificación cuidadosa, el mantenimiento regular de los equipos, la capacitación continua del personal y una coordinación efectiva son esenciales para garantizar una respuesta rápida y eficiente en caso de emergencia.

En el Anexo 3 del presente trabajo, se incorpora una guía recogida en el manual "*Ship to Ship Transfer Guide for Petroleum, Chemicals and Liquefied Gases*" de un proceso de evaluación de riesgos, altos y causales de las operaciones de transferencia entre dos buques.

[2]

4. Consecuencias de los Derrames de Hidrocarburos.

Como hemos visto, durante las operaciones de bunkering, la posibilidad de derrames de hidrocarburos se incrementa debido al traspaso directo entre dos buques en el mar.

El impacto de los derrames de hidrocarburos en el entorno marino es un tema de gran preocupación debido a las graves consecuencias que puede tener sobre los ecosistemas acuáticos, la biodiversidad marina y las comunidades costeras, especialmente las operaciones portuarias. La magnitud de los efectos depende de factores como la cantidad y tipo de hidrocarburos derramados, las condiciones ambientales y la eficacia de las medidas de respuesta. [5]

Los hidrocarburos, al entrar en contacto con el agua, generan una serie de efectos perjudiciales. La formación de películas en la superficie del agua impide la entrada de oxígeno y la liberación de gases, afectando la fotosíntesis y la respiración de organismos acuáticos.

La fauna marina es particularmente vulnerable a los derrames de hidrocarburos. Las aves marinas, mamíferos marinos y peces pueden resultar afectados por el contacto directo con la sustancia, lo que compromete su capacidad para nadar, volar o alimentarse. Los hidrocarburos también pueden afectar los hábitats de reproducción y alimentación, disminuyendo la supervivencia de las especies. Por otro lado, la flora marina, como algas y pastos marinos, pueden sufrir daños por la presencia de hidrocarburos. Esto interrumpe la fotosíntesis y afecta la cadena alimentaria, ya que muchos organismos marinos dependen directa o indirectamente de estas plantas para su alimentación y hábitat.

Las comunidades costeras dependen de los recursos marinos para su sustento. Los derrames de hidrocarburos pueden tener un impacto económico significativo al afectar la pesca y el turismo. La contaminación de las playas y la pérdida de biodiversidad marina pueden reducir las oportunidades de empleo y los ingresos de las comunidades locales.

Además, la presencia de hidrocarburos en zonas portuarias es una preocupación adicional. Por una parte, la actividad continua en los puertos puede agitar y redistribuir los contaminantes así como dificultar los trabajos de limpieza, prolongando la presencia de estos en el medio ambiente. Por otra parte, desde un punto de vista operativo, los derrames en aguas portuarias o próximas a éstas, pueden comprometer las actividades comerciales y operativas del puerto, influyendo de forma directa en la cadena de transporte local y global.

Los hidrocarburos pueden persistir en el medio ambiente durante largos periodos, incluso después de las operaciones de limpieza. Esto puede tener efectos a largo plazo en los ecosistemas, con consecuencias que perduran mucho después del incidente inicial.

En resumen, el impacto de los derrames de hidrocarburos en el entorno marino es multifacético y abarca desde la alteración inmediata de la biodiversidad hasta consecuencias económicas a largo plazo para las comunidades costeras. La comprensión profunda de estos impactos es crucial para desarrollar estrategias de respuesta efectivas y para abogar por prácticas más seguras y sostenibles en las operaciones marítimas y de bunkering.

4.1 Impacto ambiental en los ecosistemas marinos

De acuerdo con la definición de las Naciones Unidas, la contaminación marina se define como la introducción en el océano, de manera directa o indirecta, de sustancias y/o energía que resultan en daños a la calidad del agua, a la salud humana y a los recursos biológicos.[6]

Los derrames de hidrocarburos son eventos localizados pero severos de contaminación. Producen consecuencias inmediatas que son visibles y a veces dramáticas, así como impactos a mediano y largo plazo que, aunque menos obvios, pueden tener un efecto ecológico y económico más profundo.

Los impactos ecológicos de los derrames de hidrocarburos son extremadamente diversos, incluso entre incidentes similares. Estas diferencias están influenciadas por varios factores, como la composición química del hidrocarburo derramado, el tipo de sedimentos afectados, la temporada del año y cómo se alinea con los ciclos reproductivos y migratorios de las especies involucradas. Además, es crucial considerar que los ecosistemas, incluidos los humanos como componentes de estos, son sistemas complejos con numerosas interacciones, lo que genera comportamientos impredecibles y no lineales.

Un elemento crítico que determinará el nivel de impacto en los organismos y comunidades es la presencia, persistencia y biodisponibilidad del combustible y sus derivados en sus hábitats. La concentración de contaminantes muestra una gran variabilidad espacial, desde la estratificación vertical dentro del ecosistema marino, con niveles bajos de hidrocarburos en la columna de agua y más altos en los fondos, hasta variaciones horizontales, con concentraciones más altas cerca de las costas. Así, los organismos pelágicos, como el plancton y el necton, podrían verse menos afectados directamente. Sin embargo, es esencial no ignorar que el movimiento de las manchas de petróleo puede alterar

el comportamiento de los organismos móviles (nectónicos)² en su trayectoria, causando cambios en los patrones de distribución de las especies.

Los efectos más extensos derivados de las propiedades físico-químicas del combustible en el entorno marino ocurren principalmente en las comunidades de especies bentónicas³, que residen en contacto directo con el fondo marino, y las especies demersales, que están vinculadas a estos fondos pero pueden moverse verticalmente hacia la zona pelágica. Estos impactos son especialmente notorios en las áreas costeras, afectando también significativamente a las especies que habitan entre las zonas de marea y bajo la superficie del mar.

En los lechos marinos de la plataforma continental (profundidades aproximadas de 50 m a 200 m) y del talud continental (profundidades mayores a 200 m), con el tiempo, es probable que se encuentren concentraciones de combustible menores que en las zonas costeras. Por lo tanto, se espera que el impacto global en estas áreas sea medio o bajo, afectando principalmente a las especies que interactúan directamente con el sedimento.

En las zonas costeras, donde podemos encuadrar las instalaciones portuarias, los impactos potenciales de un vertido son considerablemente mayores debido tanto a la cantidad de combustible que típicamente alcanza estas áreas como a la amplitud del área afectada, incluyendo segmentos de la costa y las zonas intermareal e infralitoral. El grado de impacto variará según el tipo de hábitat y la movilidad de las especies involucradas; así, los organismos móviles pueden experimentar un impacto moderado, mientras que las especies sésiles⁴ y sedentarias enfrentarán los mayores daños.

Los derrames de hidrocarburos inducen una variedad de problemas fisiológicos y bioquímicos en los organismos afectados. Estos impactos tienen efectos significativos en su supervivencia y éxito reproductivo, incluyendo la posibilidad de causar alteraciones genéticas. Todos estos efectos resultan en cambios en la eficacia biológica de los organismos, lo que a su vez provoca respuestas demográficas como variaciones en el tamaño y crecimiento de las poblaciones de las especies afectadas. Estos cambios poblacionales, junto con las

² Organismos nectónicos: son los que viven en las aguas libres sin relación alguna con el fondo del océano. Hay peces, ballena, calamares, tiburones que se desplazan por su propio medio en el agua.

³ Formalmente se conoce como bentos al conjunto de organismos que viven en o estrechamente asociados al fondo de un cuerpo de agua, en al menos alguna etapa de su ciclo de vida.

⁴ Se refiere a las especies de organismos, que no poseen algún medio de auto-locomoción y son normalmente inmóviles o sedentarios. Los seres vivos sésiles sólo se pueden mover, con la intervención de fuentes exteriores, como las corrientes de agua. Esponjas de mar.

alteraciones en los hábitats, provocan modificaciones en las interacciones entre los distintos componentes de los ecosistemas.

Finalmente, los hidrocarburos aromáticos como el tolueno, naftaleno, benzopireno y fenantreno, son particularmente tóxicos. Tienen la tendencia a acumularse en las grasas corporales, lo que los hace difíciles de eliminar por los organismos.

Para entender la magnitud de los derrames contaminantes, los efectos se pueden dividir en tres categorías principales:

Efectos directos letales: Estos ocurren cuando la contaminación causa la muerte de organismos al interferir con su respiración o al alterar su resistencia térmica, como sucede con las aves marinas que se ven afectadas físicamente por la impregnación o sofocación al entrar en contacto con el petróleo. En muchos casos, esto ocurre sin que los organismos ingieran los contaminantes.



Ilustración 18. Efectos directos letales. Fuente: ITPF.com

Efectos directos subletales: Estos se deben al contacto directo con los hidrocarburos, principalmente a nivel de los tejidos después de que el organismo ha ingerido los contaminantes. Aunque estos efectos no son inmediatamente fatales, pueden causar alteraciones genéticas, bioquímicas o fisiológicas que disminuyen la viabilidad y eficiencia biológica del organismo. Los efectos tóxicos de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) son un ejemplo, que aunque menos notorios al principio, se vuelven más significativos con el tiempo. La bioacumulación de estos contaminantes puede tener efectos subletales importantes, incluso en organismos que no han estado en contacto directo con el petróleo derramado.

Efectos indirectos: Estos son perturbaciones en los ecosistemas que resultan en cambios en la estructura de las comunidades ecológicas y, por lo tanto, en la red de interacciones existentes. Entre los procesos más afectados se encuentran:

1. Alteraciones del hábitat.
2. Cambios en las relaciones entre depredadores y presas.
3. Cambios en las interacciones entre competidores.
4. Alteraciones en los niveles de productividad.
5. Cambios en las redes tróficas, que son cruciales para entender los impactos a medio y largo plazo en el ecosistema.

En las áreas costeras, los impactos potenciales son considerablemente mayores que en zonas oceánicas, especialmente en ecosistemas costeros donde el riesgo es mayor para especies con poblaciones pequeñas o hábitats limitados. Los factores que influyen en la magnitud del impacto sobre las comunidades costeras incluyen:

- Grandes derrames de petróleo pueden abarcar gran parte del área de distribución de ciertas especies o poblaciones, causando un extenso daño espacial.
- Si los derrames coinciden con periodos de reproducción, afectan principalmente a los procesos reproductivos y las fases vitales iniciales (como embriones y larvas), que son más sensibles a estos contaminantes.
- La afectación de hábitats clave y limitados como rías, marismas, bahías o estuarios, que son cruciales para la invernada, reproducción o crianza de muchas especies.

Estos impactos también repercuten en especies de valor comercial, con consecuentes efectos ecológicos, económicos y sociales.

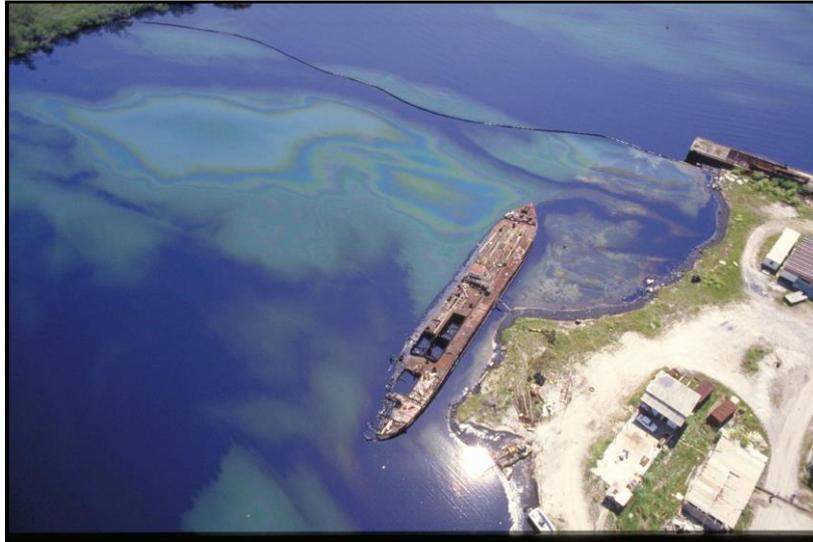


Ilustración 19. Efectos indirectos contaminación. Fuente: [5].

4.2 Consecuencias de los derrames por hidrocarburos en los sectores de la pesca y acuicultura.

Los vertidos de petróleo pueden causar daños significativos a los recursos de la pesca y la acuicultura debido a la contaminación física, los efectos nocivos en las poblaciones de peces y mariscos, y la interrupción de las operaciones comerciales. La severidad y el alcance de los daños en la producción pesquera y marisquera dependen de las propiedades de los hidrocarburos vertidos, las circunstancias del incidente y el tipo de actividades pesqueras o negocios implicados. En ciertos casos, la implementación de medidas de protección adecuadas y las operaciones de limpieza pueden prevenir o reducir los daños. [7]

El sector pesquero, que abarca tanto la captura de especies silvestres como la acuicultura (el cultivo de especies en entornos controlados), comprende industrias significativas que pueden verse seriamente perjudicadas de varias maneras por derrames de petróleo. Los organismos comerciales, tanto animales como vegetales, podrían resultar dañados debido a la toxicidad de los hidrocarburos o por asfixia. Además, el pescado y los mariscos pueden contaminarse físicamente o absorber sabores desagradables a causa de los hidrocarburos. Los utensilios de pesca y los equipos de acuicultura también pueden contaminarse con hidrocarburos, lo que representa un riesgo de contaminar las capturas o cultivos, o causar interrupciones en las actividades hasta que se completen las labores de limpieza o reemplazo de estos equipos. Más allá de las pérdidas inmediatas para los operadores, la paralización de la pesca de subsistencia, recreativa y comercial, así como la

interrupción de los ciclos productivos en la acuicultura, también podrían tener efectos económicos significativos. Los consumidores pueden dudar en comprar productos pesqueros y marinos de áreas afectadas, y la pérdida de confianza en el mercado podría generar impactos económicos duraderos, incluso en ausencia de una contaminación real de los productos.



Ilustración 20. Efectos en el sector pesquero. Fuente: [5]

La paralización de las operaciones en la industria pesquera y acuícola, junto con el riesgo de sufrir significativas pérdidas financieras, son a menudo los impactos más severos de un vertido de hidrocarburo. Los problemas de salud pública y la presencia de contaminantes en los alimentos pueden llevar a que estos sean retirados del mercado. Adicionalmente, puede haber una merma en la confianza del mercado que resulte en la disminución de precios o en el rechazo total de los productos pesqueros y marinos por parte de compradores comerciales y consumidores. La difusión de noticias sobre la contaminación a través de los medios de comunicación o el boca a boca puede afectar negativamente la venta de pescados y mariscos. Sin embargo, determinar el impacto económico causado por la falta de confianza del mercado es complicado, pues depende de la disponibilidad de datos concretos que vinculen directamente las pérdidas de ventas y caídas de precios con el derrame.

Debemos tener en cuenta que cuando no se puede evitar que los equipos de pesca y las instalaciones acuícolas se contaminen con hidrocarburos, generalmente se incurre en pérdidas económicas hasta que estas estructuras son limpiadas y restauradas a su funcionamiento normal.

4.3 Consecuencias de los derrames por hidrocarburos en las actividades sociales y económicas.

En ocasiones, los sectores económicos que dependen de la limpieza del agua marina y las zonas costeras enfrentan pérdidas económicas significativas, adicionales a los costos de limpieza tras derrames de hidrocarburos. Las afectaciones económicas más notables suelen darse en la pesca comercial y el turismo, aunque también se impactan otros sectores como las plantas de energía, el transporte marítimo, la producción de sal o la desalinización del agua de mar.



Ilustración 21. Efectos industriales contaminación. Fuente: ITPOF.com

El turismo, vital para la economía de muchas zonas costeras pobladas del mundo, puede sufrir impactos negativos si se detectan hidrocarburos en el agua o en las playas, especialmente si esto ocurre justo antes o durante la temporada turística alta. Es posible que los turistas cancelen sus reservas y busquen otros destinos vacacionales. Las consecuencias de esta reducción o anulación de visitas podrían extenderse más allá de los negocios comerciales, afectando también los ingresos de estacionamientos operados por autoridades locales y parques nacionales. Las playas contaminadas podrían cerrarse durante la limpieza, y en aquellas que permanezcan abiertas, la presencia de trabajadores y maquinaria podría resultar molesta. El movimiento de camiones y maquinaria pesada hacia y desde las costas afectadas puede causar más perturbaciones a los locales y potencialmente generar contaminación secundaria. [8]

Por lo general, y sobre todo dependiendo de la magnitud del accidente mediambiental, los trastornos físicos causados por un derrame de petróleo son relativamente breves. Una vez completada la limpieza, se espera que las actividades comerciales y recreativas se reanuden, aunque la cobertura mediática podría exagerar el daño a la imagen del sector turístico local, exacerbando las pérdidas económicas al perpetuar una imagen de contaminación extensa y duradera.

Los puertos pueden enfrentar problemas similares a los de los puertos deportivos y muelles, pero en una escala mucho mayor. Muchas autoridades portuarias exigen la limpieza de los cascos de las embarcaciones comerciales antes de permitirles navegar, lo que podría implicar la contratación de servicios de limpieza especializados y el enfrentamiento a costos adicionales por demoras durante la limpieza. De manera similar, las embarcaciones que transiten por zonas contaminadas en el mar podrían necesitar realizar limpiezas antes de obtener permiso para entrar al puerto. Las operaciones habituales del puerto pueden verse significativamente interrumpidas tanto por la limpieza de las embarcaciones como por la necesidad de restringir su movimiento. Además, los puertos a menudo tienen amplias entradas que limitan la efectividad de las barreras de contención.



Ilustración 22. Limpieza de cascos. Efectos en los puertos. Fuente: ITPF.com

Los datos estadísticos indican que los siniestros marítimos suelen ocurrir cerca de la costa y alrededor de los puertos. Estos naufragios pueden representar un riesgo para la navegación y alterar el tráfico de entrada y salida en puertos muy activos. La interrupción de las operaciones portuarias y posiblemente de las empresas que operan dentro del puerto podría forzar el uso de rutas alternativas para el tráfico de bienes y materiales. Para minimizar

la interrupción en las actividades portuarias, los trabajos de limpieza de escolleras y diques deben planificarse en torno a las operaciones normales del puerto. Las embarcaciones de gran tamaño deben navegar a baja velocidad al entrar o salir del puerto para minimizar el arrastre que podría mover las barreras y dispersar más el petróleo en el agua.

La estructura protegida de los puertos y la disponibilidad inmediata de equipos de respuesta a derrames en muchos de ellos facilitan una reacción rápida y efectiva ante un derrame, especialmente con un plan de contingencia portuario bien diseñado y practicado.

5. Procedimientos desde el buque ante derrame por hidrocarburo.

La gestión de un derrame de hidrocarburos durante una operación de bunkering es un escenario que requiere respuestas inmediatas y efectivas para minimizar el impacto ambiental y garantizar la seguridad. La gestión eficaz de un derrame de hidrocarburos requiere un enfoque sistemático y estructurado para asegurar que la respuesta sea coordinada y efectiva. El siguiente esquema refleja la secuencia de actuación para manejar estas situaciones críticas.



Ilustración 23. Esquema procedimiento de actuación. Fuente: [9]

5.1 Detención de la operativa y aseguramiento inicial.

El primer paso ante el reconocimiento de un derrame durante el bunkering es detener inmediatamente la transferencia de combustible. Este proceso comienza con la parada de todas las bombas de suministro y para ello, desde el barco suministrador se disponen de varios pulsadores de paradas de emergencia repartidas en cubierta así como en el control de carga, que una vez pulsadas, detendrán de golpe todas las bombas de descarga del buque. El buque suministrado, dispondrá de un mando de parada de emergencia remota que se le habrá entregado antes de comenzar el bombeo, y con el cual, de forma remota podrá pulsar y parar todas las bombas del buque suministrador, con el objetivo de si es en el buque que

está recibiendo el bunkering en donde se produce un derrame de algún tipo, se pueda actuar de inmediato.



Ilustración 25. Pulsador parada de emergencia de cubierta. Fuente: trabajo de campo.



Ilustración 24. Para de emergencia de bombas remoto. Fuente: trabajo de campo.

Una vez detenido el bombeo, se procederá al cierre de todas las válvulas de transferencia de combustible tanto en el buque suministrador como en el receptor. La rápida interrupción del flujo de combustible es crucial para evitar que el volumen del derrame aumente. Paralelamente, es esencial informar de inmediato al oficial a cargo en el puente del buque y asegurar que el puente está al tanto del incidente, ya que desde allí se coordinarán las siguientes acciones y se mantendrá la comunicación con la embarcación de suministro y las autoridades portuarias.

5.2 Activación del Plan de Respuesta y comunicación externa.

Una vez detenido el bombeo y asegurada la situación inmediata, se debe activar el plan de respuesta a derrames del buque o **SHIPBOARD OIL POLLUTION EMERGENCY PLAN (SOPEP)**, el cual veremos de forma más detallada en el punto 6 de este trabajo.

El plan de respuesta de derrames contiene los procedimientos específicos que deben seguirse, incluyendo la notificación a las autoridades pertinentes y contactos específicos de la empresa ante un incidente de derrame de hidrocarburos. La comunicación con las autoridades marítimas locales y el puerto es obligatoria y debe incluir detalles del incidente,

tales como la cantidad estimada de combustible derramado y las medidas ya tomadas. Este paso es vital para cumplir con las regulaciones y para asegurar una respuesta coordinada si es necesario el apoyo externo.

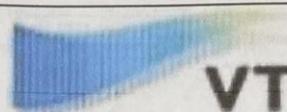
Como lo exige el artículo 8 y el protocolo I del Convenio MARPOL 73/78, el capitán u otras personas a cargo del buque deberán informar los detalles de un incidente de contaminación por hidrocarburos. En este contexto, la Organización Marítima Internacional (OMI), en 1989, adoptó la Resolución A.851 (20) enmendada por el MEPC 138(53) "Principios generales para los sistemas de notificación de buques y requisitos de notificación de buques, incluidas directrices para notificar incidentes relacionados con mercancías peligrosas, Sustancias Nocivas y/o Contaminantes Marinos".

La finalidad de la Resolución antes mencionada es permitir que los Estados ribereños y otras partes interesadas sean informados, sin demora, de cualquier incidente que dé lugar a contaminación por hidrocarburos, del medio marino, así como de las medidas de asistencia y salvamento, de modo que se puedan adoptar las medidas adecuadas.

En este capítulo nada exige al Capitán de utilizar su buen juicio para asegurarse de que cualquier incidente o posible descarga de hidrocarburos se informe lo más rápido posible en la situación imperante.

Al retransmitir informes iniciales a las autoridades del Estado ribereño más cercano, el capitán u otras personas que se ocupen de dicha transmisión deberán tomar nota de la Resolución A.851 (20) enmendada por el MEPC 138(53).

En particular, el formato del informe inicial, así como de los informes complementarios o de seguimiento, debe ajustarse a las orientaciones contenidas en la Res. A.851 (20) modificado por MEPC 138(53). Todos los informes, ya sean iniciales o de seguimiento, deberían seguir el formato de informes de la OMI como se describe a continuación y deberían contener la siguiente información:



Initial Notification Form

AA (ship name, call sign, flag)																					
BB (date and time of event, UTC)																					
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">M</td><td style="text-align: center;">M</td><td style="text-align: center;">Y</td><td style="text-align: center;">Y</td></tr> </table>					M	M	Y	Y	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">D</td><td style="text-align: center;">D</td><td style="text-align: center;">h</td><td style="text-align: center;">h</td><td style="text-align: center;">m</td><td style="text-align: center;">m</td></tr> </table>							D	D	h	h	m	m
M	M	Y	Y																		
D	D	h	h	m	m																
CC (position, latitude, longitude)	DD (bearing, distance from landmark)																				
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">d</td><td style="text-align: center;">d</td><td style="text-align: center;">m</td><td style="text-align: center;">m</td><td style="text-align: center;">N</td><td style="text-align: center;">S</td></tr> </table>							d	d	m	m	N	S	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">d</td><td style="text-align: center;">d</td><td style="text-align: center;">d</td><td style="text-align: center;">N miles</td></tr> </table>					d	d	d	N miles
d	d	m	m	N	S																
d	d	d	N miles																		
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">d</td><td style="text-align: center;">d</td><td style="text-align: center;">d</td><td style="text-align: center;">m</td><td style="text-align: center;">m</td><td style="text-align: center;">E W</td></tr> </table>							d	d	d	m	m	E W	EE (course)								
d	d	d	m	m	E W																
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">d</td><td style="text-align: center;">d</td><td style="text-align: center;">d</td></tr> </table>				d	d	d	FF (speed, knots)														
d	d	d																			
LL (intended track)	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">D</td><td style="text-align: center;">D</td><td style="text-align: center;">h</td><td style="text-align: center;">h</td><td style="text-align: center;">m</td><td style="text-align: center;">m</td></tr> </table>							D	D	h	h	m	m								
D	D	h	h	m	m																
MM (radio station(s) guarded)																					
NN (date and time of next report, UTC)																					
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">D</td><td style="text-align: center;">D</td><td style="text-align: center;">h</td><td style="text-align: center;">h</td><td style="text-align: center;">m</td><td style="text-align: center;">m</td></tr> </table>								D	D	h	h	m	m								
D	D	h	h	m	m																
PP (type and quantity [tons] of cargo/bunkers on board)																					
QQ (brief details of defects/deficiencies/damages; ability to transfer cargo/ballast/fuel)																					
RR (brief details of pollution, including estimate [tons] of quantity lost, extent and movement of the pollution, whether the oil floated or sank)																					

Approved by RINA

Ilustración 26. Reporte inicial derrame de hidrocarburos. Parte1. Fuente: Procedimientos buque Petromar.

SHIPBOARD OIL POLLUTION EMERGENCY PLAN
PETROMAR



SS (brief detail of weather and sea conditions)

WIND	DIRECTION			
	SPEED	Beaufort		

RAIN (Y/N)	
------------	--

AIR TEMPERATURE (degrees)		
---------------------------	--	--

VISIBILITY (m)		
----------------	--	--

SWELL	DIRECTION	
	HEIGHT	(m)

CLOUD (Y/N)	
-------------	--

CURRENT (knots)			
-----------------	--	--	--

TT (contact details of ship's owner/operator/agent)

UU (ship size and type)

LENGTH (m)		BREADTH (m)		TYPE (m)	
------------	--	-------------	--	----------	--

XX (additional information)

Brief details of incidents:

Assistance: requested or provided

Actions being taken

Number of crew and details of any injuries:

Details of P&I Club and local correspondent:

Other:

YY (Request to really report to another system e.g. AMVER, AUSREP, JASREP, MAREP etc., if any)

ZZ (End of report)

Approved by RINA

The alphabetical reference letters in the above format are from "General principles for ship reporting systems and ship reporting requirements, including guidelines for reporting incidents involving dangerous goods, harmful substances and/or marine pollutants" adopted by the International Maritime Organization by resolution A.851(20).

The letters do not follow the complete alphabetical sequence as certain letters are used to designate information required for other standard reporting formats, e.g., those used to transmit route information.

Ilustración 27. Reporte inicial derrame de hidrocarburos. Parte2. Fuente: Procedimientos buque Petromar.

Por otra parte, las empresas navieras suelen incluir en el sistema de gestión del buque así como en el Plan de Respuesta de Emergencias un formato de fácil acceso y esquematizado en el que se reflejan todos los contactos de la empresa (*DPA*⁵, *Deputy DPA*, *Operation Director*) de uso obligatorio ante cualquier tipo de emergencia, incluyendo el vertido por hidrocarburo y el cual se suele poner en un lugar visible en el puente de navegación del buque. A continuación podemos observar este tipo de formato.

⁵ El DPA (Designated Person Ashore) de un buque, traducido al español como "Persona Designada en Tierra", juega un papel crucial en la gestión de la seguridad y la prevención de la contaminación en el ámbito marítimo. Este rol es requerido por el Código Internacional de Gestión de la Seguridad Operacional de los Buques y la Prevención de la Contaminación (Código ISM). La función principal del DPA es proporcionar un vínculo directo entre la tripulación a bordo del buque y la alta gerencia de la compañía naviera. La persona designada tiene la responsabilidad de supervisar la operación segura de cada buque y garantizar que se apliquen las políticas y procedimientos adecuados para la seguridad operacional y la prevención de la contaminación

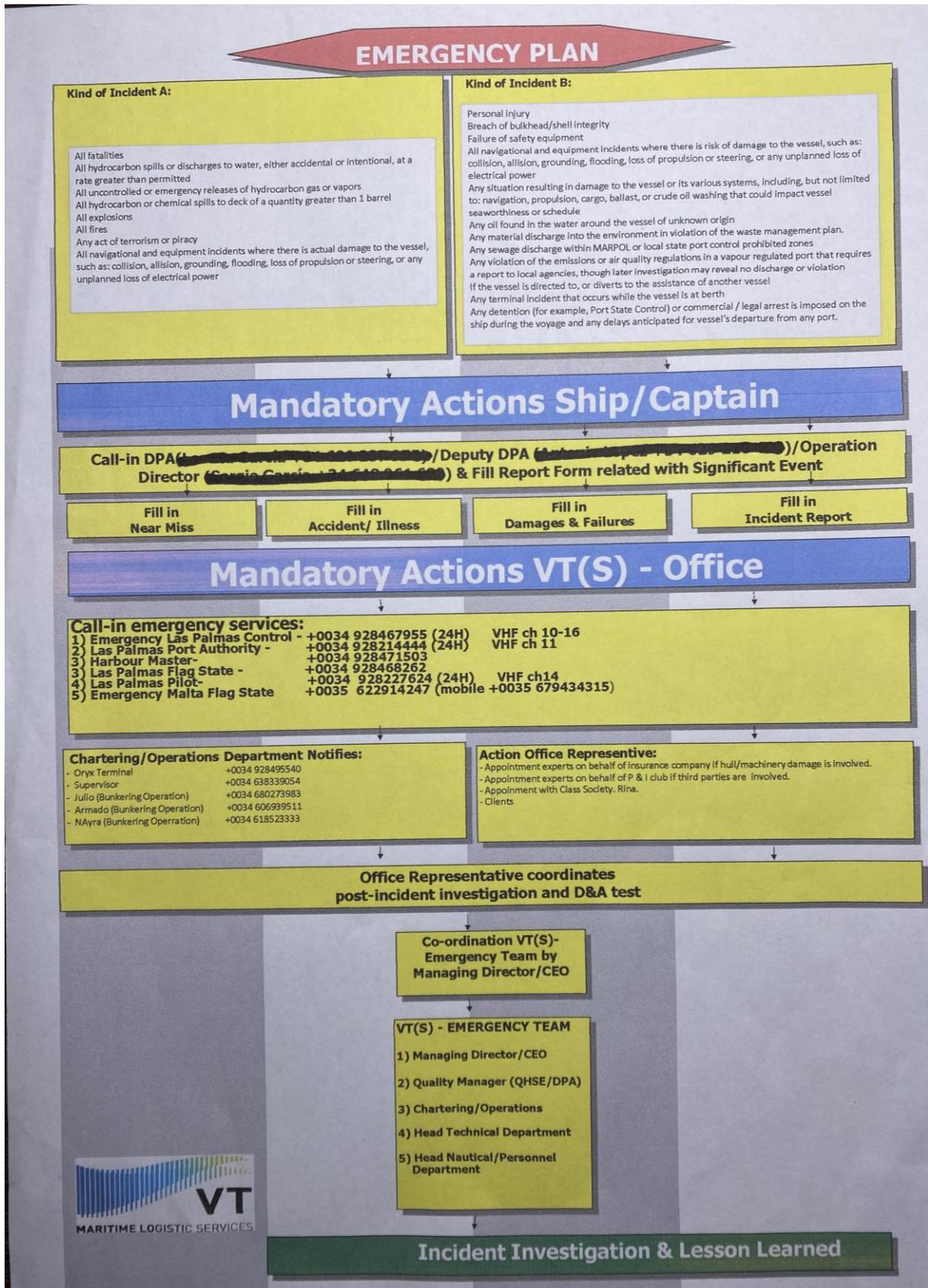


Ilustración 28. Esquema lista de contactos ante vertido por hidrocarburos. Fuente: Procedimiento del buque Petromar.

5.3 Implementación de medidas de contención y recuperación.

El siguiente paso es la contención física del derrame para evitar que se extienda. Esto se realiza mediante el despliegue de barreras de contención alrededor del combustible derramado en el agua. Paralelamente, se deben emplear materiales absorbentes y bombas neumáticas para recuperar el máximo de combustible posible. La tripulación entrenada en respuesta a derrames deberá equiparse con el material necesario y seguir los protocolos de seguridad adecuados para manejar los materiales peligrosos, minimizando la exposición al hidrocarburo y asegurando que se manipulan adecuadamente los residuos recuperados. [10]

A continuación, se detallan los pasos y consideraciones clave para una efectiva implementación de estas medidas:

5.3.1 Contención del derrame desde el buque.

El primer paso para gestionar un derrame de hidrocarburos implica la contención, que busca evitar que el petróleo se disperse más allá del área inicialmente afectada. Este proceso es vital para facilitar las fases posteriores de limpieza y recuperación.

- **Barreras de contención:** Utilizar barreras físicas, como barreras flotantes o booms, que se colocan alrededor del perímetro del derrame. Estas barreras están diseñadas para contener y a veces para absorber el hidrocarburo.

Por lo general, los buques destinados a las operativas de *bunkering*, disponen en la cubierta principal y estibados correctamente, barreras de contención tanto a proa como en popa, suficientemente largas como para en caso de tener que ser utilizadas puedan contener un vertido al mar en primera instancia y haciendo uso de sus propios equipos y tripulación.



Ilustración 29. Barrera de contención de a bordo. Fuente: Trabajo de campo. Buque Petromar.



Ilustración 30. Barrera de contención desplegada.
Fuente:SORBCONTROL.<https://sorbcontrol.com/productos/barreras-contencion-flotabilidad-cilindrica-rigida/>

- Uso de absorbentes: En áreas donde las barreras flotantes son menos efectivas o en complemento a estas, se pueden emplear materiales absorbentes, también pudiéndose utilizar para la posterior limpieza del buque. Estos materiales están diseñados para absorber hidrocarburos mientras repelen el agua.

5.3.2 Recuperación del hidrocarburo a bordo.

Una vez que el derrame está contenido, el siguiente paso es la recuperación del hidrocarburo desde los buques, para así evitar que éste se siga vertiendo al mar, utilizando diversos equipos de a bordo.

Para ello, se hará uso de bombas de vacío y succión, tanto fijas como móviles. A continuación describiremos estos equipos más en profundidad.

- Oil Spill Pumps o bomba de recogida de vertidos: se trata de una bomba eléctrica fija situada normalmente en la cámara de bomba y la cual tiene diversas entradas o aspiraciones situadas en cubierta, como pueden ser pocetes en las bandas (y apopa) o las mismas bandejas de los colectores o *manifold*, todas ellas pensadas en las zonas en donde se acumularía el hidrocarburo en caso de vertido. Éste tipo de bombas

suelen descargar a tanques específicos para ellos o tanques multipropósitos como los *Slop Tanks*.⁶



Ilustración 32. Bomba antipolución.
Fuente: trabajo de campo. Buque Petromar.



Ilustración 31. Pocete aspiración vertido en cubierta.
Fuente: trabajo de campo. Buque Petromar.

- Bomba pulmón o Wilden Pump: Las bombas Wilden son un tipo de bomba de diafragma doble accionado por aire, ampliamente utilizado para la recolección de derrames y el manejo de líquidos viscosos o peligrosos. La ventaja de éstas es la facilidad con la que se pueden mover hasta el lugar del siniestro así como por cubierta, además del gran caudal de aspiración. Las bombas pulmón, debido a su facilidad de manejo pueden descargar el hidrocarburo recogido, tanto a los diversos tanques del buque, como a tanques portátiles de mil litros destinados para ésta función e incorporados en el material SOPEP.

⁶ Un slop tank es un tanque especial a bordo de un buque, diseñado específicamente para almacenar residuos oleosos y mezclas de agua y aceite que se generan durante las operaciones normales del barco, incluyendo el proceso de limpieza de los tanques de carga y el sistema de lastre. Este tanque es esencial para la gestión adecuada de los residuos en los barcos, especialmente aquellos que transportan petróleo o productos químicos, y juega un papel crucial en la prevención de la contaminación marina.



Ilustración 34. Wilden Pump. Fuente: wilden.com



Ilustración 33. Tanque-depósito mil litros SOPEP. Fuente: marloplest.es

Bombas de Vacío y Succión: Estas herramientas se utilizan para extraer petróleo del agua o de entre las barreras de contención. Son especialmente útiles para derrames grandes donde los skimmers solos no serían eficientes.

5.4 Limpieza y mitigación.

Una vez contenida la expansión del derrame, comienza la fase de limpieza. Esto incluye la eliminación de los hidrocarburos de todas las superficies afectadas, tanto en el buque como en el agua circundante. Las operaciones de limpieza deben ser meticulosas y pueden requerir varios ciclos de limpieza y evaluación para asegurar que todas las trazas de contaminación sean eliminadas. Durante este proceso, se debe hacer una evaluación constante del progreso y ajustar las técnicas de limpieza según sea necesario.

5.5 Documentación, informe y evaluación.

Es fundamental documentar todos los aspectos del incidente y las respuestas dadas. Esta documentación debe incluir registros detallados del evento, medidas tomadas, recursos utilizados y resultados de las operaciones de limpieza. Además, se debe preparar un informe final para las autoridades que detalle el manejo del incidente, la evaluación de la efectividad

de la respuesta y cualquier recomendación para futuras mejoras. Este informe es crucial para la revisión posterior del incidente y para el desarrollo de estrategias más efectivas en la gestión de futuros derrames.

5.6 Revisión del Plan de Emergencia.

Finalmente, tras la resolución del incidente, se debe llevar a cabo una revisión exhaustiva del plan de emergencia basada en la experiencia adquirida. Esto incluye identificar las fortalezas y debilidades en la respuesta al derrame, ajustar los procedimientos según lo aprendido y mejorar la formación y los recursos disponibles a bordo para responder de manera más efectiva en el futuro.

6. SHIPBOARD OIL POLLUTION EMERGENCY PLAN (SOPEP).

El Plan de Emergencia para la Contaminación (SOPEP) es un documento esencial que detalla los procedimientos y recursos necesarios para cumplir con las regulaciones en caso de un derrame de hidrocarburos.

La Regla 37 del Anexo I del Convenio MARPOL exige que todos los buques petroleros con un tonelaje bruto de 150 GT o más, y cualquier otro buque con un tonelaje bruto de 400 GT o más, lleven a bordo un plan de emergencia para manejar derrames de hidrocarburos. Similarmente, el Artículo 3 del Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos de 1990, dicta lo mismo para estos buques. Para buques de 150 GT o más que transporten sustancias nocivas líquidas a granel, la Regla 17 del Convenio MARPOL también requiere un plan de emergencia específico para estas sustancias. [11]

Para asistir a las autoridades y a los operadores de buques, la Organización Marítima Internacional (OMI) ha desarrollado directrices para la elaboración de estos planes de emergencia, detalladas en las resoluciones MEPC.54(32), modificada por la resolución MEPC.86(44), y la resolución MEPC.85(44), enmendada por la resolución MEPC.137(53).

Estas directrices indican que los planes de emergencia deben incluir, en un apéndice, una lista de contactos de los funcionarios relevantes a los cuales se debe notificar en caso de un incidente de contaminación por hidrocarburos o sustancias nocivas.

A continuación, desarrollaremos de forma detallada los componentes clave que debe incluir un SOPEP para un buque de suministro de combustible.

1. Información general del buque: Nombre, bandera, calado, tonelaje bruto, y otros detalles específicos del buque.

GL-Register-Number	
Name of Ship	
Distinctive Number or Letters (Call Sign)	
IMO-Number	
Type of Ship	
Port of Registry	
Gross Tonnage	
Flag	

Ilustración 35. Información general buque. SOPEP. Fuente: [11]

2. Lista de contactos de emergencia: Incluyendo el punto de contacto a bordo del buque (el capitán), las autoridades portuarias locales, los agentes del buque, las organizaciones de respuesta a emergencias y las autoridades de protección ambiental.

3. Procedimientos de acción de emergencia: Detalles sobre los pasos a seguir inmediatamente después de la detección de un derrame de petróleo, incluyendo la notificación a las autoridades, la activación del equipo de respuesta a emergencias y la comunicación interna y externa.

Aunque en el plan de emergencia (apartado 3.1, *Operational Spill*) se detallen prácticamente todos los casos posibles de emergencias por derrames, a continuación explicaremos únicamente los que están intrínsecamente más relacionados con lo que nos concierne, las operaciones de *bunkering*.

– PREVENCIÓN OPERATIVA DE DERRAMES (*OPERATIONAL PREVENTION*).

Los miembros de la tripulación mantendrán una vigilancia eficaz para detectar escapes o derrames de hidrocarburos durante las operaciones de abastecimiento de combustible.

Antes de la transferencia del combustible, los miembros de la tripulación deberán movilizar el equipo contra derrames de hidrocarburos, y colocarlos cerca de la operación planificada.

Antes de comenzar la manipulación del combustible, se deben tapar eficazmente todos los imbornales de la cubierta y los desagües abiertos. Las acumulaciones de agua deben drenarse periódicamente y los tapones de los imbornales deben ponerse en su sitio de nuevo inmediatamente después de

que el agua se haya escurrido. Cualquier aceite que flote libremente o gotas de aceite debe eliminarse antes del drenaje.

Los tanques de combustible que se hayan llenado deben revisarse con frecuencia durante las restantes operaciones de combustible para evitar que se desborden.

A menos que existan medios permanentes para retener cualquier fuga leve en las conexiones, es esencial que exista una bandeja de goteo para recoger cualquier fuga del producto suministrado.

El combustible extraído y el material de limpieza usado deberían conservarse a bordo en unidades de contención adecuadas hasta que puedan descargarse en una instalación de recepción.

– FUGA POR LÍNEA (*PIPELINE LEAKAGE*).

Si se produce una fuga en una tubería, válvula, manguera o brazo, las operaciones a través de esa conexión deben detenerse inmediatamente hasta que se haya determinado la causa y se haya solucionado el defecto.

Se deben aislar las secciones de tubería defectuosas. Las secciones afectadas deben drenarse hasta un tanque vacío o inactivo disponible.

Si se produce una fuga en una tubería hidráulica, las operaciones deben detenerse inmediatamente.

Iniciar procedimientos de limpieza.

El combustible extraído y el material de limpieza usado deberían conservarse a bordo en unidades de contención adecuadas hasta que puedan descargarse en una instalación de recepción.

Informar de a todas las partes interesadas sobre el suceso y las acciones tomadas hasta el momento.

– REBOSE DE TANQUE (*TANK OVERFLOW*).

Si hay un desbordamiento o rebose de algún tanque, todas las operaciones de combustible deben detenerse inmediatamente y no deben reiniciarse hasta que se haya rectificado la falla y se hayan eliminado todos los peligros derivados del hidrocarburo liberado.

Si existe alguna posibilidad de que el aceite o los vapores de aceite liberados entren en la entrada de la sala de máquinas, se deben tomar rápidamente las medidas preventivas adecuadas.

Transfiera rápidamente el combustible del tanque que se desbordó a un tanque vacío disponible o prepare la(s) bomba(s) o transfiera el exceso, si es posible, a tierra.

Iniciar procedimientos de limpieza.

4. Equipos de contención y limpieza a bordo: Descripción de los recursos disponibles en el buque para contener y recuperar el petróleo derramado. Los materiales más habituales que podemos encontrar a bordo son los que se presentan en la siguiente lista:

- Barreras de contención grandes, medianas y pequeñas
- Almohadas absorbentes
- Alfombrillas absorbentes
- Rollo de cinta absorbente
- Sepiolita
- Guantes de protección
- Gafas de protección
- Mascarilla desechable
- Buzo desechable
- Pala
- Recogedor
- Bolsas de basura



Ilustración 36. Material SOPEP. Fuente: <https://www.repairmanagement.nl/distributorships/swiss-solutions/swiss-absorbents/>

Todos y cada uno de ellos deberán estar guardados en zonas adecuadas para ello además de estar inventariados. Los objetos deben estar a la vista conjunto su respectiva señal identificativa.

5. Procedimientos de coordinación con otros recursos: Información sobre cómo integrar las operaciones del buque con las autoridades locales y otros equipos de respuesta que podrían involucrarse en la limpieza y mitigación del derrame.

6. Diagramas del buque: Incluyendo la ubicación de los tanques de combustible, las rutas de evacuación, las estaciones de combate de incendios y otros sistemas relevantes para la respuesta a derrames.
7. Entrenamiento y ejercicios de simulación: Detalles sobre la capacitación regular y los simulacros que se deben realizar para asegurar que la tripulación esté preparada para actuar eficientemente en caso de un derrame.
8. Auditorías y mantenimiento del equipo: Procedimientos para la revisión periódica y el mantenimiento de los equipos de prevención y respuesta a derrames para garantizar su operatividad en todo momento.
9. Funciones de la tripulación: Se establecen las responsabilidades de la tripulación ante un caso de un derrame de hidrocarburo con el propósito de controlar el accidente, limitar las salidas, organizar los procedimientos de limpieza a bordo y determinar la mano de obra adicional necesaria.

Ranking	Duties
Master	Overall in charge of operation on board dealing with an oil spill; responsible for all steps to be taken especially for the two main categories – reporting and action. Keeps log off all events and progress of actions.
Chief Officer	In charge of deck operation; Should keep the Master informed and updated on the situation and the results from action taken to stop or minimize an oil outflow.
Chief Engineer	In charge of bunker operation; Should keep the Master informed and updated on the situation and the results from action taken to limit oil outflow.
Deck Duty Officer	<u>Tank overflow (bunkering):</u> Alert and inform Chief Officer/ Chief Engineer on situation; Mobilize off duty crew as necessary
Duty Engineer	Assist Chief Engineer; Prepare for fire fighting; Ensure sufficient power and water to deck; Organize on board clean-up equipment
Duty Rating(s)	If an oil leakage is detected alert immediately by all possible means; Inform Officers(s) on Duty immediately; Position sorbent material/ clean-up material to prevent any escaped oil from reaching the railing; Commence clean-up by using, as far as available on board, the clean up equipment

Ilustración 37. Funciones tripulación según SOPEP. Fuente: [11]

Cuando ocurre un derrame de hidrocarburos, los responsables de gestionar la emergencia en el buque incluyen al Capitán, el Jefe de Máquinas, el Primer Oficial de Cubierta, el Primer Oficial de Máquinas, el Oficial de Guardia de Cubierta y otros miembros del equipo de soporte.

El Capitán toma el mando de las operaciones durante la gestión del derrame y es responsable de informar sobre todas las medidas adoptadas. El Primer Oficial de Cubierta supervisa las actividades en el puente y mantiene al Capitán al tanto de los desarrollos y progresos.

Por su parte, el Jefe de Máquinas actualiza al Capitán sobre la eficacia de las intervenciones implementadas para detener el flujo del derrame. El Oficial de Guardia de Cubierta tiene la tarea de comunicar cualquier novedad al Primer Oficial de Cubierta o al Jefe de Máquinas y de organizar al personal necesario para manejar la situación. El Oficial de Máquinas de Guardia asiste al Jefe de Máquinas, colabora en la elaboración del plan de respuesta y se encarga de preparar todo el equipo necesario para la limpieza.

El Plan de Emergencia para la Contaminación (SOPEP) debe ser aprobado por la autoridad marítima del país bajo cuya bandera está registrado el buque y debe ser revisado y actualizado regularmente para asegurar que sigue siendo efectivo y conforme a las regulaciones internacionales y locales vigentes. Además, es importante que todo el personal a bordo esté familiarizado con el SOPEP y capacitado en su implementación.

A continuación podemos observar un diagrama de funcionamiento esquematizado del Plan de Emergencia para la Contaminación (SOPEP).

SHIPBOARD OIL POLLUTION EMERGENCY PLAN – SUMMARY FLOWCHART

This flow diagram is an outline of the course of action that shipboard personnel should follow in responding to an oil pollution emergency based on the guidelines published by the Organization. This diagram is not exhaustive and should not be used as a sole reference in response. Consideration should be given for inclusion of specific reference to the Plan. The steps are designed to assist ship personnel in action to stop or minimize the discharge of oil and mitigate its effects. These steps fall into two main categories – reporting and action

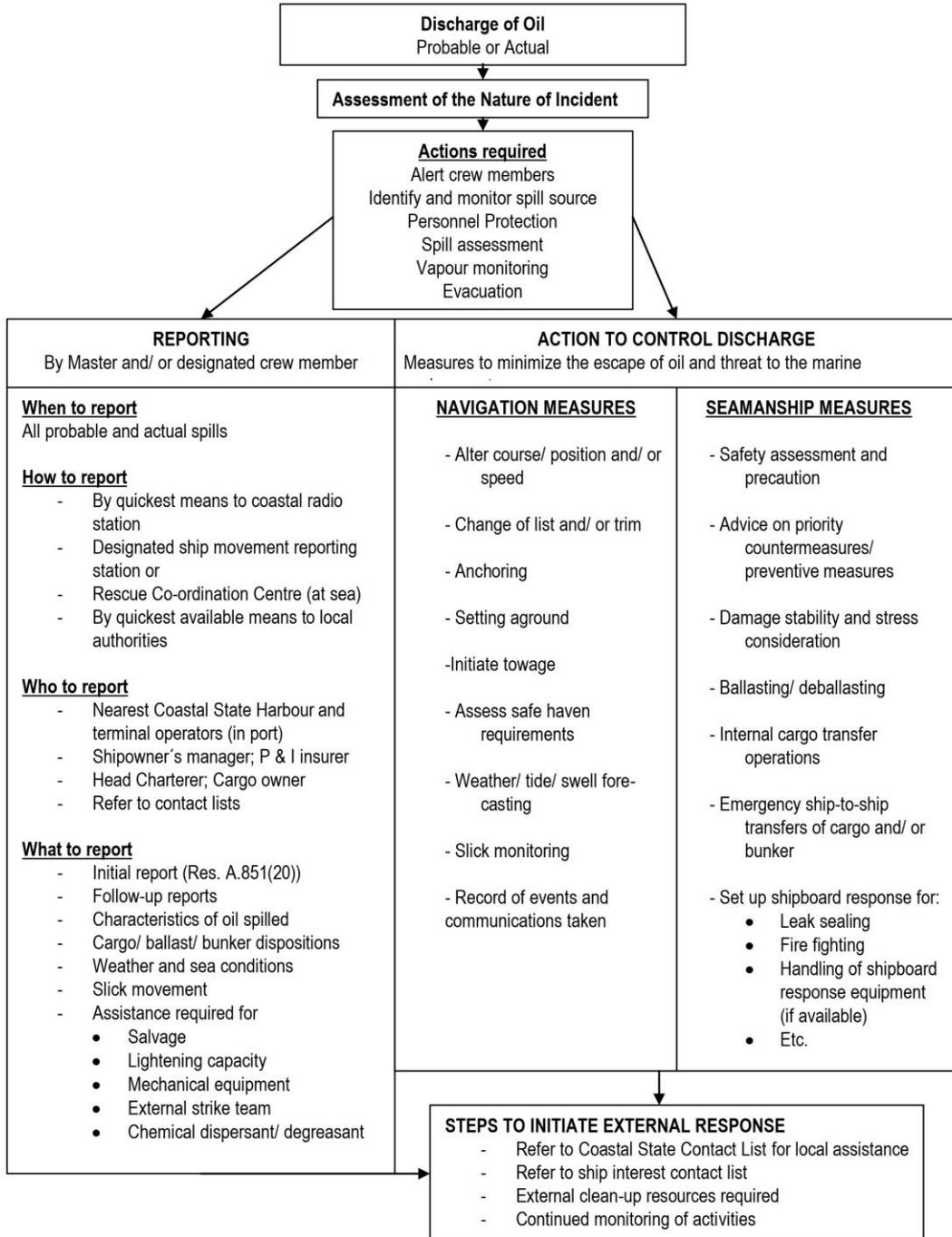


Ilustración 38. Diagrama de funcionamiento de un SOPEP. Fuente: [11]

7. Gestión nacional de incidentes en la costa de contaminación por vertidos de hidrocarburos.

Los convenios OPRC 90 (Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos de 1990) y OPRC-HNS 2000 (Protocolo sobre Sustancias Nocivas y Potencialmente Peligrosas) establecen la necesidad de crear un "**Sistema Nacional**" destinado a responder de manera rápida y efectiva a incidentes de contaminación por hidrocarburos y otras sustancias peligrosas. Como resultado de este mandato, se promulgó el Real Decreto 1695/2012, el 21 de diciembre, que formaliza el Sistema Nacional de Respuesta ante la Contaminación Marina. [12]

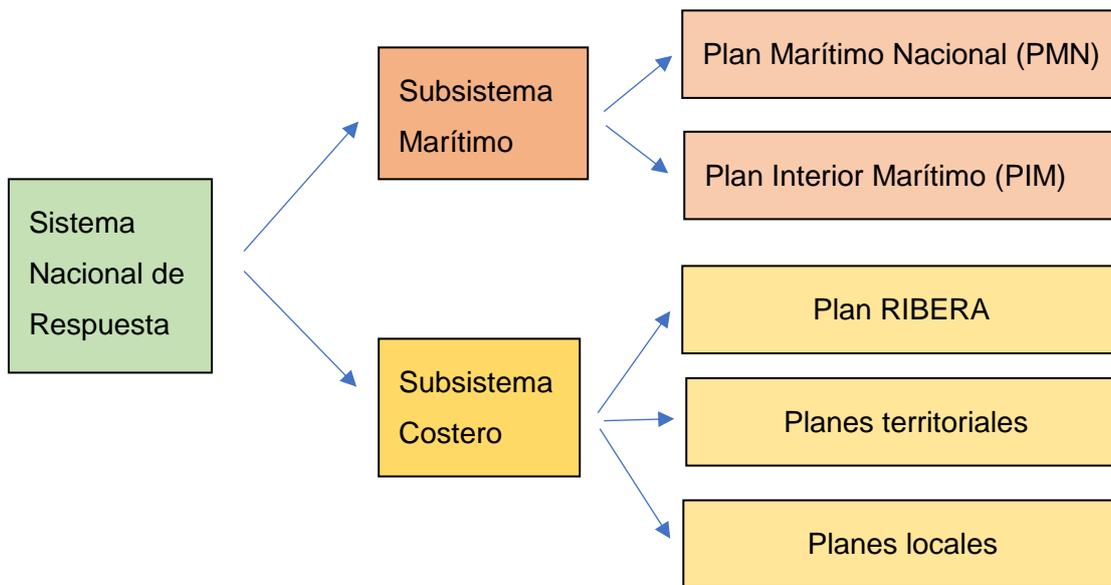
La finalidad de este sistema es proporcionar un marco de actuación general en caso de contaminación marina, articulando planes de contingencia de varios niveles para delinear estrategias de respuesta, criterios para la activación de los planes según diferentes escenarios de emergencia, métodos de coordinación, y un protocolo de comunicación para su activación. También se encarga de especificar las responsabilidades de las administraciones implicadas y de fomentar la cooperación y coordinación entre ellas.

Este real decreto se aplica a todos los incidentes de contaminación marina, ya sean accidentales o intencionados, independientemente de su origen o tipo, que conciernen o puedan afectar las aguas y costas marítimas españolas.

7.1 Planes de contingencia.

El Sistema Nacional de Respuesta (SNR) está compuesto por dos subsistemas específicos, cada uno dedicado a un área de actuación distinta: las aguas marítimas y la costa. Estos subsistemas incluyen diversos planes de contingencia, que están detalladamente organizados y podemos observar en la siguiente figura:

PLANES DE CONTINGENCIA



A continuación analizaremos cada uno de los planes de contingencia, todos ellos tienen un específico ámbito de aplicación.

7.1.1 Plan Marítimo Nacional (PMN).

- El suceso afecta a aguas en las que España ejerce la soberanía.
- **Situación de emergencia 2 o 3.** En situación 2, se activa el Plan RIBERA en fase de alerta.
- Elaborado por el Ministerio de Fomento (Fomento), con el apoyo técnico del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO).

7.1.2 Plan Interior Marítimo (PIM)

- El suceso afecta a instalaciones marítimas (puerto, terminal marítimo de manipulación de mercancías...).
- **Situación de emergencia 0 o 1.**

- EL PIM que sea relativo a instalaciones mar adentro en aguas españolas, a puertos e instalaciones marítimas de la costa no estatales y a instalaciones portuarias estatales, es elaborado por la empresa oportuna. En el caso de puertos estatales sería confeccionado por la autoridad competente.

7.1.3 Plan RIBERA.

- El suceso afecta a la costa y requiere la intervención de la Administración General del Estado (AGE) a través del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO).
- **Situación de emergencia 3.** Puede movilizar medios a petición de las comunidades autónomas en situación de emergencia 2. Se activa en situación de alerta en caso de que el PMN o el plan territorial se encuentre en situación 2.
- Elaborado por el Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO), con el apoyo técnico del Ministerio de Fomento y del Ministerio del Interior.

7.1.4 Planes territoriales.

- El suceso afecta a la costa de una comunidad autónoma.
- **Situación de emergencia 2.** Se activa el Plan RIBERA en fase de alerta.
- Confeccionados por su correspondiente comunidad autónoma del litoral.

7.1.5 Planes locales.

- El suceso afecta al ámbito de una entidad local costera.
- **Situación de emergencia 0 ó 1.**
- Elaborados por la administración local competente

7.2 Actuaciones en situaciones de emergencia.

Podemos diferenciar dos fases para cada una de las situaciones que a continuación se exponen: **fase de alerta**, en donde solo se movilizan los medios y la **fase de emergencia**, en donde si que intervienen todos los recursos de los planes que se activen. [13]

Además, podemos considerar que la situación 0 representa una peligrosidad baja, 1, 2, peligrosidad media y 3, peligrosidad alta.

	ZONA AFECTADA	PLANES ACTIVADOS	ÓRGANOS DE DIRECCIÓN Y RESPUESTA
0	Puerto y/o entidad local	PIM y/o plan local	Autoridades portuarias y empresa implicada
1	Un municipio único, municipios limítrofes y/o puertos	Anteriores y/o plan territorial y PMN (si procede)	Autoridades portuarias y/o capitán marítimo.
2	Más de un municipio, un municipio con zona vulnerable o un medio marino fuera del puerto.	Anteriores y Plan RIBERA en fase de alerta.	Director General de la DGMM o Subdirector general de seguridad, contaminación e inspección marítima.
3	Varias comunidades autónomas, estados limítrofes, vertidos de estados limítrofes que afecten a las costas españolas o cuando la emergencia sea declarada de interés nacional por el ministro del interior.	Anteriores y Plan RIBERA	Director General de DGMM.

Como podemos deducir del cuadro anterior (actuaciones en situaciones de emergencia), y trasladándolo a lo que el trabajo en cuestión le concierne, *vertidos de hidrocarburos durante operaciones de bunkering*, todos aquellos sucesos o accidentes que se puedan llegar a producir durante la operativa de suministro ya sea barco a barco (*Ship to Ship*) o terminal - barco, el cual tenga una respuesta rápida y eficaz, tanto de avistamiento, parada, contingencia y limpieza, no deberían superar la situación de peligrosidad 0 o 1, y por lo tanto se actuará de acuerdo al Plan Interior Marítimo del lugar y plan territorial, respecto al Sistema Nacional de Respuesta (SNP).

7.3 Recogida del hidrocarburo.

Cuando ocurre un derrame de hidrocarburos en el océano, se inicia un proceso continuo de envejecimiento donde la composición del producto se altera con el tiempo. Esto sucede a medida que sus componentes volátiles se evaporan y los hidrocarburos restantes se descomponen y se mezclan con el agua marina, algas y otros elementos. Esto provoca un cambio en las propiedades físico-químicas de los hidrocarburos involucrados, alterando su comportamiento y características. Como resultado, se requieren diferentes intervenciones en la costa para gestionar el incidente. La evolución de este proceso, la podemos observar en la siguiente ilustración y muestra los principales fenómenos que ocurren: fotooxidación, evaporación, dispersión, emulsificación, biodegradación, disolución, dispersión y sedimentación. [14]

Las estrategias clave para responder a este tipo de emergencias marinas incluyen la **contención, recuperación y almacenamiento temporal del hidrocarburo**. Estas acciones buscan minimizar el impacto ambiental y proteger los recursos naturales.

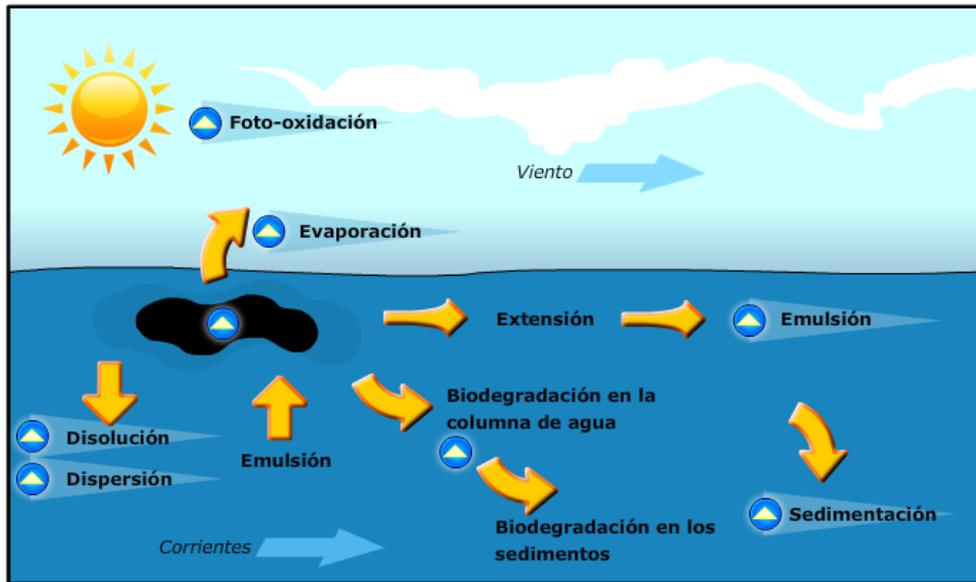


Ilustración 39. Evolución mancha de hidrocarburo en el mar. Fuente: Ministerio de la Transición Ecológica.

Inicialmente, la **contención** busca controlar el derrame confinándolo en un punto específico para prevenir su dispersión a áreas vulnerables, concentrándolo en una zona previamente designada para sacrificio. La primera respuesta mecánica en este sentido involucra el uso de barreras flotantes que sirven como obstáculos físicos para restringir el movimiento del petróleo.



Ilustración 40. Despliegue barrera de contención. Fuente: absorbentesdehidrocarburos.com

La **recolección o recuperación** tiene como objetivo recuperar la máxima cantidad de hidrocarburo contenido, para reducir su impacto ambiental y facilitar los procesos de limpieza

en la costa. Las principales técnicas de recolección incluyen el uso de materiales absorbentes, skimmers y bombas.



*Ilustración 41. Skimmer. Recogida hidrocarburo.
Fuente: SENTEC.*

Cuando se inicia la **limpieza** de un tramo costero, es crucial delimitar la zona de trabajo y organizar al personal. Esta área se divide en zona de servicio (o zona limpia), zona de exclusión y zona de intervención, con corredores de descontaminación establecidos para el movimiento seguro del personal y equipamiento. Las herramientas utilizadas para la limpieza costera incluyen palas, paletas, y rastrillos.

Dependiendo del tipo de costa, los métodos de **limpieza** se adaptan específicamente. En costas rocosas e infraestructuras, donde el petróleo se adhiere firmemente, es necesario complementar la limpieza manual con el uso de agua a presión. Las áreas más sensibles, como las zonas vegetales o aquellas susceptibles a contaminación secundaria, requieren una evaluación ambiental preliminar por un especialista y un plan de trabajo adaptado al entorno natural. Las playas de cantos rodados, por su porosidad, tienden a retener el hidrocarburo, lo que puede necesitar una combinación de métodos de limpieza mecánica y manual en varias fases, con el material finalmente transportado por camión o helicóptero.



Ilustración 42. Limpieza a presión de zona rocosa. Fuente: TRAGSA.

Cuando no es posible transportar directamente los hidrocarburos y residuos oleosos del punto de recogida al de recuperación, o durante la limpieza costera, es esencial implementar de inmediato un sistema de almacenamiento temporal en el lugar de recogida. Dependiendo de la cantidad y naturaleza del material recolectado, se pueden necesitar sacos, tanques, contenedores o fosos para su almacenamiento temporal.

8. Plan Interior Marítimo del Puerto de Las Palmas.

El Puerto de Las Palmas, es un importante nodo logístico y uno de los centros de bunkering más destacados en el Atlántico Medio. Estratégicamente localizado como puente entre Europa, África y América, el puerto ofrece servicios esenciales de reabastecimiento de combustible a numerosos buques que cruzan esta transitada ruta marítima. La actividad de bunkering en Las Palmas se beneficia de su régimen fiscal especial y su capacidad para manejar una amplia variedad de combustibles marinos. Este puerto es vital no solo para operaciones de transporte marítimo sino también para la economía local, impulsando el comercio y la conexión internacional.

A continuación realizaremos un análisis de los puntos de mayor importancia del Plan de contingencia del Puerto de las Palmas (Gran Canaria), en concreto del Plan Interior Marítimo, pues sería el que en primera instancia y ante un derrame de no una gran magnitud ni peligrosidad, se pusiese en marcha para combatirlo. [15]

8.1 Ámbito de aplicación.

El primer punto que debemos considerar en el estudio de un Plan Interior Marítimo es el alcance del mismo, es decir, el ámbito de aplicación el cual según el artículo 69 del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante aprobado por el Real Decreto Legislativo 2/2011 de 5 de septiembre, *al espacio de agua incluido en la zona de servicio que comprende las áreas de agua y dársenas donde se realicen las operaciones portuaria de carga, descarga y trasbordo de mercancías y pesca, de embarque y desembarque de pasajeros, donde se presten los servicios técnico-náuticos y donde tenga lugar la construcción, reparación y desguace de buques a flote, así como las áreas de atraque, reviro y maniobra de los buques y embarcaciones, los canales de acceso y navegación y las zonas de espera y de fondeo, incluyendo los márgenes necesarios para la seguridad marítima y para la protección ante acciones terroristas y antisociales.*

En el caso de Puerto de las Palmas, el PIM especifica muy detalladamente cuáles son las zonas de actuación aplicables para dicho plan de contingencia, y divide dicha zonas en dos: Zona I o interior de las aguas portuarias (que abarcará los espacios de agua abrigados ya sea de forma natural o por el efecto de diques de abrigo y Zona II o exterior de las aguas portuarias (comprenderá el resto de aguas).

Zona I o interior de las aguas portuarias:

“En el puerto de Las Palmas, será flexible y se adaptará en cada momento a la evolución de las obras en los diques de Reina Sofía y La Esfinge, comprende la lámina de agua dentro del perímetro definido por una línea recta, que parte desde el extremo Sur del Dique de La Esfinge hasta el extremo Sur del Dique Reina Sofía y continúa hasta el punto en que la prolongación imaginaria del eje de la C/. Carvajal intercepta al mar en la Avda. Marítima, y la línea sinuosa de la costa.”

Zona II o exterior de las aguas portuarias:

En el Puerto de Las Palmas, comprende el área definida por los paralelos que pasan por el Roque Ceniciento, en La Isleta, y por el eje del Castillo de San Cristóbal, el meridiano situado a 1.040 m. del quiebro del arranque del Dique de La Esfinge, y la línea sinuosa de costa, exceptuando la Zona de Aguas I anteriormente definida.⁷

Para mayor exactitud, en el apartado de ámbito de aplicación del presente PIM se define la delimitación de las aguas del puerto en una tabla con puntos y coordenadas. Además, en un subapartado del epígrafe en cuestión, se proporciona bajo el título “*Identificación de los Titulares de la actividad*”, una tabla con las diferentes empresas o Titulares en las que es de aplicación el Real Decreto 1695/2012 (de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Sistema Nacional de Respuesta ante la contaminación marina), los datos de contacto de todos éstos agentes intervinientes en las operaciones del puerto.

8.2 Circunstancias de activación del Plan.

En el Plan Interior Marítimo del Puerto de Las Palmas, se determinan las siguientes fases y situaciones de emergencia, que son las siguientes;

- Fase de Alerta, implica la puesta en disposición de actuar de los medios y recursos movilizables, según el ámbito de competencias del plan o planes de que se trate y en el grado de repuesta que corresponda a las características del posible suceso.

⁷ PIM Puerto de Las Palmas. Fuente: palmasport.es

- Fase de Emergencia, se considera cuando acontece un suceso de contaminación marina, la prevención y reducción de los daños derivados o que puedan derivarse del mismo exige la movilización de medios y recursos de uno o más planes de los que integran el Sistema Nacional de Respuesta.

Se establecen cuatro niveles de respuesta ante una situación que de, o pueda dar origen a un suceso de contaminación marina accidental:

El nivel más bajo de emergencia es el nivel 0. **El Plan Interior Marítimo del Puerto, permanecerá en modo de alerta a la espera de que se pueda desbordar el PIM de la Instalación Portuaria afectada.** Este nivel se activará cuando se desborden los planes interiores marítimos de las Instalaciones Portuarias Privadas o cuando la contaminación afecte a Instalaciones Portuarias o zonas regentadas por la Autoridad Portuaria de Las Palmas.

El nivel 1 y 2 de actuación vendrá impuesto por la comunicación a la Autoridad Competente del cambio de Plan a Territorial o Nacional según sea necesario.

El nivel 3, se considerará el nivel máximo de emergencia establecido.

Aunque en PIM se incorporen y plasmen todos los niveles de emergencia con su correspondiente suceso de activación así como los recursos movilizados, a continuación, examinaremos los dos casos de peligrosidad baja-media, el nivel 0 y 1 de emergencia del puerto de Las Palmas, un caso muy asemejado a lo que podría ser un vertido de hidrocarburo controlado durante una operación de bunkering.

NIVEL 0

ACTIVACIÓN	Recursos movilizados
<ul style="list-style-type: none">Se produce un suceso de contaminación marina accidental en una terminal específica o factoría, y la magnitud de la emergencia es tal que supera la capacidad de respuesta de la misma. Se solicita la actuación de la Autoridad Portuaria de Las Palmas, de manera que se consigue tener bajo control el suceso y no es necesario activar ningún otro Plan de nivel superior. Planes Interiores Marítimos de la terminal y del Puerto activados.	<p>Los recursos de la terminal o factoría, contemplados en su respectivo PIM, (o documento similar) y todas las unidades de su correspondiente organigrama de emergencia.</p> <p>El Director de la Autoridad Portuaria, el Centro de Operaciones, el Coordinador de Contingencias, y al menos el Grupo de respuesta de la Autoridad Portuaria asumen sus cargos y se disponen a las órdenes de su nivel jerárquico superior.</p> <p>El resto de unidades del Organigrama de Emergencia se activan dependiendo de las características y gravedad de la emergencia. Estas unidades pueden activarse paulatinamente conforme sea necesario. Dentro de una misma unidad se requerirá mayor o menor cantidad de personal y medios en función de la gravedad del suceso. El jefe de cada grupo de respuesta, siguiendo las instrucciones del Coordinador de Operaciones, es el responsable de activar estos recursos.</p>

<ul style="list-style-type: none"> Se produce un suceso de contaminación marina en zonas comunes del puerto, de origen desconocido. Se dispone de medios suficientes para combatirla y no es necesario activar ningún otro Plan de nivel superior. Se encuentra activado, por lo tanto, el Plan Interior Marítimo del Puerto únicamente. 	<p>El Director de la Autoridad Portuaria, el Centro de Operaciones, el Coordinador de Operaciones y al menos el Grupo de respuesta de la Autoridad Portuaria asumen sus cargos y se disponen a las órdenes de su nivel jerárquico superior.</p> <p>El resto de unidades del Organigrama de Emergencia se activan dependiendo de las características y gravedad de la emergencia. Estas unidades pueden activarse paulatinamente conforme sea necesario. Dentro de una misma unidad se requerirá mayor o menor cantidad de personal y medios en función de la gravedad del suceso. El jefe de cada grupo de respuesta, siguiendo las instrucciones del Coordinador de Operaciones, es el responsable de activar estos recursos.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ilustración 43. Circunstancias activación nivel 0 PIM Las Palmas. Fuente: [15]

Como podemos interpretar del cuadro anterior, el Nivel 0 del PIM del puerto de las Palmas se activará cuando la capacidad de respuesta por parte de una terminal específica, o de igual forma, trasladado a las operaciones de *bunkering*, el buque de suministro o suministrado, ante un derrame accidental de hidrocarburo supere la capacidad de respuesta.

En tal caso, y tras la comunicación a la Autoridad Portuaria de las Palmas y a través de El Director de la Autoridad Portuaria, el Centro de Operaciones, el Coordinador de Contingencias, y al menos el Grupo de respuesta de la Autoridad Portuaria asumen sus cargos y activarán todos sus recursos.

NIVEL 1 (FASE DE EMERGENCIA)	
ACTIVACIÓN	Recursos movilizados
<p>Se procede a la activación de algún Plan de ámbito superior. (PECMAR o Nacional). Esto puede ser necesario debido a que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La magnitud de la emergencia (peligrosidad media) supera la capacidad de respuesta del puerto - La contaminación amenace con afectar o pueda afectar al tramo de costa correspondiente a varios municipios limítrofes. - El origen de la contaminación es un accidente donde se encuentran involucrados uno o más buques. - Que los medios disponibles en los planes activados en la situación 0 resulten insuficientes para combatir la contaminación. 	<p>En esta fase de la emergencia puede ser necesario activar todas las unidades del organigrama de emergencia y movilizar todos los medios anticontaminación de que dispone la Autoridad Portuaria y empresas portuarias, pero además se requiere una intensa colaboración entre unidades de distintas organizaciones y adscritas a distintos Planes que participan en la lucha contra la contaminación.</p> <p>Las unidades de respuesta se integran en el Organigrama de los grupos de Respuesta, de Contingencias inmediatamente superior, quedando a las órdenes de su Director de Emergencia o del Organismo Rector.</p>

Ilustración 44. Circunstancias activación nivel 1 (fase de emergencia) PIM Las Palmas. Fuente: [15]

En el nivel 1 (fase de emergencia), como nos indica la tabla anterior, será un nivel que se activará en el caso que pase de peligrosidad baja a media, viéndose comprometidos todos los medios disponibles del puerto y por lo tanto se deba proceder con la activación de otros planes de contingencia, como el Plan Nacional. Además, se hace referencia a los agentes involucrados en el incidente o vertido, esclareciendo que se activará dicho nivel cuando se vean afectados uno o más buques y que además se puedan ver afectados los municipios limítrofes del Puerto de Las Palmas.

La Autoridad Portuaria del Puerto de Las Palmas, además de hacer uso de todos sus recursos anticontaminación junto a las de las empresas portuarias (MARPOL), requerirá y

solicitará la colaboración de las distintas organizaciones adscritas a los planes de contingencia de mayor envergadura que sean activados.

En la tabla se hace referencia a PECMAR, el cual es un Plan Específico de Contingencias por Contaminación Marina y Costera de Canarias, adscrito al Gobierno de Canarias y correspondería a lo que hemos visto como un Plan Territorial y cuyo ámbito de aplicación es: zonas terrestres y costeras de Canarias, aguas interiores que no sean de gestión estatal ya aguas territoriales cuando exista la posibilidad de afectaciones a las dos anteriores.

8.2 Composición y funciones de los órganos de dirección y respuesta del plan.

La composición y estructura de respuesta del Plan Interior Marítimo (PIM) están alineadas con los estándares de la Organización Marítima Internacional e incluyen los siguientes órganos:

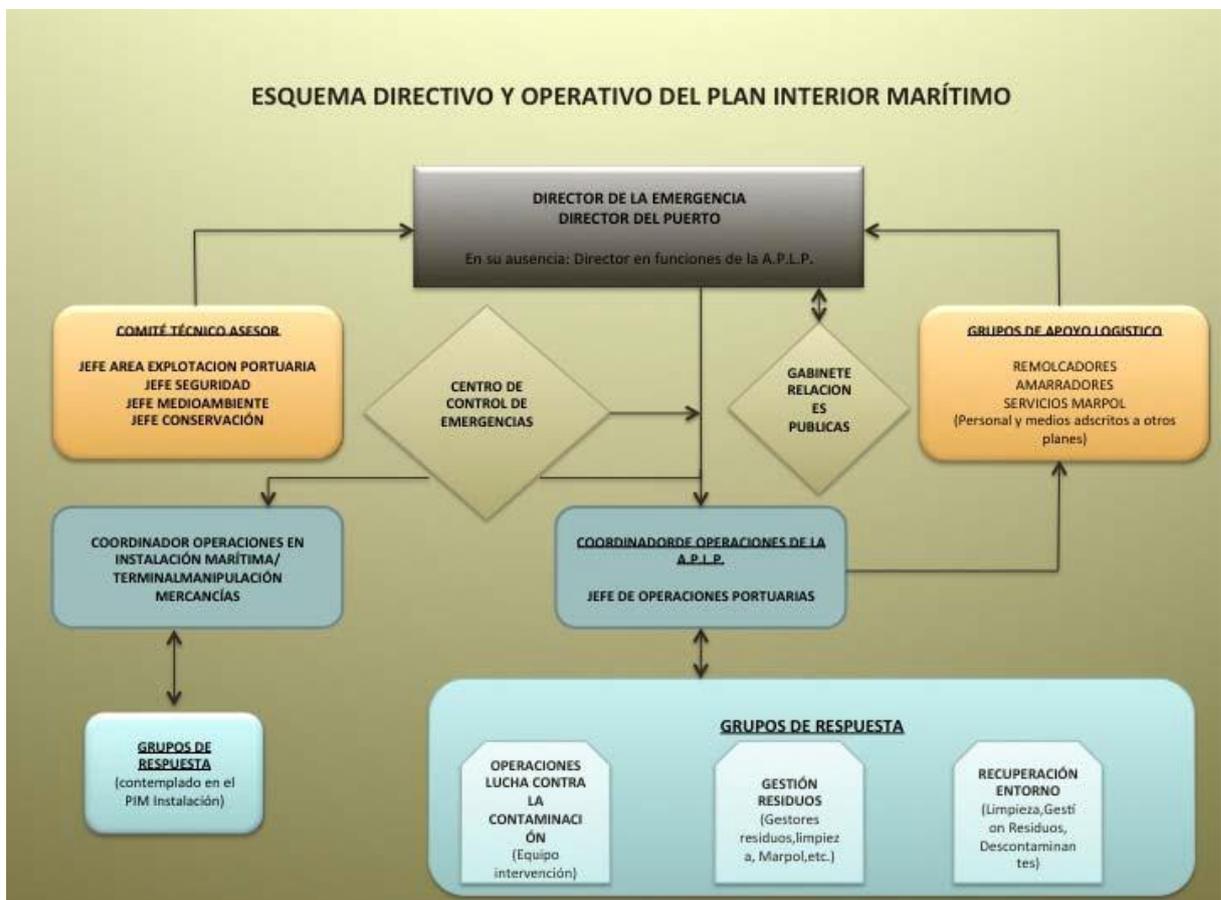


Ilustración 45. Esquema directivo y operativo del PIM de Las Palmas. Fuente: [15].

En el PIM del Puerto de Las Palmas, además de incorporar un organigrama de la composición de los órganos de respuesta del Plan, se identifican muy minuciosamente todas y cada una de las funciones de dichos equipos y agentes intervinientes, así como de los componentes de dichos comités. Además, de forma pública se añaden en forma de tabla todos las posibles vías de contactos de todos éstos órganos.

Cabe destacar, como se puede observar en el organigrama que el órgano directivo de la emergencia será el encargado de activar o desactivar el plan, establecer las líneas generales de actuación y las directrices a seguir por los grupos de respuesta mediante la oportuna toma de decisiones, realizar el seguimiento de los resultados y mantener las relaciones institucionales entre las administraciones públicas competentes.

Todo ello será apoyado por un comité técnico, el cual es un grupo de expertos cuyos conocimientos en materias científicas, técnicas, jurídicas o económicas pudieran ser relevantes. Éste está formado por mandos directivos de La Autoridad Portuaria Las Palmas, como el Jefe de Área de Explotación Portuaria, Jefe de Seguridad, Jefe de Medioambiente o Jefe de Conservación, entre otros.

El PIM del Puerto de Las Palmas, además de lo anteriormente expuesto, detalla las estructuras de coordinación y comunicación entre las distintas entidades y autoridades implicadas, incluyendo la Autoridad Portuaria, servicios de emergencia, y operadores portuarios, definido como Procedimientos de notificación de incidencias. Define los recursos disponibles, como equipos de contención y limpieza, y establece los protocolos para su despliegue efectivo, en el apartado de Procedimientos de Actuación y por último incluye la formación y simulacros regulares para el personal involucrado, asegurando que todos los agentes estén preparados para actuar conforme a los procedimientos establecidos.

8. Conclusiones

Las causas y factores de riesgo identificados revelan que, aunque muchos derrames pueden atribuirse a fallos mecánicos o errores humanos, la prevención efectiva depende de un conjunto complejo de factores que incluyen mantenimiento adecuado, formación continua de la tripulación, y cumplimiento riguroso de las normativas internacionales de seguridad. Este análisis subraya la importancia de fomentar una cultura de seguridad y responsabilidad entre las tripulaciones y las empresas de transporte marítimo para reducir la incidencia de estos eventos perjudiciales.

Desde una perspectiva de impacto ambiental y económico, los derrames de hidrocarburos tienen consecuencias devastadoras que van más allá del inmediato daño ecológico. Las repercusiones económicas para las industrias locales y el turismo pueden perdurar durante años, lo que enfatiza la importancia de una respuesta rápida y eficiente en la contención y limpieza de derrames. Las regiones afectadas enfrentan no sólo la pérdida de biodiversidad sino también significativas repercusiones económicas.

Respecto a los procedimientos desde el buque ante un derrame, se ha visto que la preparación y la respuesta inicial son cruciales. Los planes de emergencia a bordo, como el SOPEP, son fundamentales para asegurar que las tripulaciones estén equipadas y listas para actuar de manera efectiva ante un derrame. La capacitación regular y los simulacros de emergencia son esenciales para garantizar que todos los miembros de la tripulación comprendan sus roles y responsabilidades, minimizando así el impacto del derrame.

Por último, los planes de contingencia de las autoridades competentes, así como a nivel nacional Sistema Nacional de Respuesta, y más específicamente el Plan Interior Marítimo del lugar juegan un papel vital en la gestión de las consecuencias de los derrames de hidrocarburos durante las operaciones *bunkering*. La cooperación internacional y la coordinación entre los diferentes subsistemas nacionales y planes de contingencias son imprescindibles para gestionar eficazmente los derrames de hidrocarburos. Las políticas y regulaciones deben continuar evolucionando para abordar las nuevas tecnologías y métodos de respuesta, así como para reforzar la cooperación transfronteriza en la prevención y respuesta a derrames.

Este estudio concluye que, aunque los riesgos asociados con los derrames de hidrocarburos durante las operaciones de *bunkering* son significativos, una combinación de prevención proactiva, preparación exhaustiva, y cooperación entre los diferentes organismos puede mitigar efectivamente estos riesgos. Avanzar hacia una gestión más efectiva de los derrames no solo protegerá los ecosistemas marinos, sino que también preservará la integridad de las economías locales que dependen del mar, asegurando un futuro más seguro y sostenible para las operaciones marítimas globales.

Referencias Bibliográficas

- [1] INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO) (2022), “*International Convention for Prevention of Pollution from Ships, 1973, (MARPOL)*”, Seventh Edition 2022. ISBN: 978-92-801-1743-1.
- [2] OIL COMPANIES INTERNATIONAL MARINE FORUM (2013), “*Ship to Ship Transfer Guide, for Petroleum, Chemicals and Liquefied Gases*”, First Edition. Witherby Publishing Group LTD ISBN: 978-1-85609-594-5.
- [3] INTERNATIONAL CHAMBER OF SHIPPING (2020) “*International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals*” (IGOTT), Sixth Edition. Witherby Publishing Group LTD. ISBN: 978-1-85609-918-9.
- [4] SAFETY4SEA. “*El papel de los procedimientos de emergencia a bordo en la gestión de derrames de petróleo*”. [Página web]. Recuperado de <https://www.safety4sea.com/on-board-emergency-procedures-oil-spill> (abril 2024).
- [5] ITOPF. “Promoting Effective Spill Response” [Página web]. Recuperado de: <https://www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/> (mayo 2024).
- [6] MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (2024). “*Impacto ambiental de los hidrocarburos y recuperación de los ecosistemas*”. [Página web]. Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/plan-ribera/contaminacion-marina-accidental/impacto_ambiental.html (febrero 2024).
- [7] WORLD WILDLIFE FUND (WWF). “*Impacto de los derrames de petróleo en la biodiversidad marina*”. [Página web]. Recuperado de <https://www.wwf.org/oil-spill-impact> (febrero 2024)

- [8] CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR (CEM). “*La economía del bunkering y los riesgos de derrames de petróleo*”. [Página web]. Recuperado de <http://www.cem-marine-studies.org/bunkering-economics> (marzo 2024)
- [9] SUSANA GARCÍA SOMALO (2020) “*Protocolo de actuación ante descargas de hidrocarburos en la mar*”. [Trabajo de Fin de Grado]. Curso 2019/2020. EPSI Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval. Universidad de La Laguna.
- [10] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (OMI). “*Directrices sobre la preparación, respuesta y cooperación en caso de contaminación por hidrocarburos*”. [Página web] Recuperado de <http://www.imo.org/oil-spill-guidelines> (enero 2024).
- [11] CONVENIO MARPOL. “*Shipboard Oil Pollution Emergency Plan (SOPEP)*”. [Página web]. Recuperado de: https://www.pfri.uniri.hr/web/dokumenti/uploads_nastava/20180227_184504_zec_ZM MO_.SOPEP_Sample_Plan.pdf (abril 20224).
- [12] MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO (BOE) nº13 (enero 2013) “*Real Decreto 1695/2012, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Sistema Nacional de Respuesta ante la contaminación marina*”.
- [13] MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA, GOBIERNO DE ESPAÑA. (2022). “*Manual para la gestión de incidentes en la costa de contaminación por hidrocarburos*”. NIPO: 638-19-006-4.
- [14] LYDIA LLAGOSTERA BARBERO (2023). “*Estudio del plan de acción de Salvamento Marítimo frente los vertidos de hidrocarburos y propuestas de mejora. Análisis de casos prácticos*”. [Trabajo de Fin de Máster]. Curso 2022/2023. Facultad de Náutica de Barcelona Universidad Politécnica de Cataluña.

[15] AUTORIDAD PORTUARIA LAS PALMAS. Puerto de Las Palmas. “*Plan Interior Marítimo del Puerto de Las Palmas de Gran Canaria*” [Página web]. Recuperado de: <https://www.palmasport.es/wp-content/uploads/2020/02/PIM-parte-1.pdf>

Anexos

Appendix J: Guidance for connection of individual hose lengths to assemble a hose string

It is not uncommon for hoses to be delivered in individual lengths to one of the vessels scheduled to perform an STS transfer operation. In such situations it will be necessary for the ship's personnel to connect the individual hose lengths together in order to assemble one or more hose strings with sufficient length to deploy between the vessels performing the STS transfer operation.

It should be ensured that the hose connection flanges that are deployed outside the containment areas of both vessels have been connected in a manner that will ensure their liquid containment integrity for the duration of the cargo transfer operation.

Ship's personnel should be provided with the means to connect the hose lengths together effectively, using:

- Suitable new gaskets.
- Nuts and bolts.
- Torque wrench.
- Gasket manufacturer's instructions regarding the optimum final torque compression setting for the supplied gaskets.

The following notes are intended to provide general guidance to ensure the liquid containment integrity of hose connection flanges when the hose strings are assembled.

Preparation

Prior to connection of the two hoses, the flange faces should be inspected and cleaned to ensure all residues and debris from previous gaskets or fixatives are removed completely. For best results, use a metal flange scraper, an aerosol gasket remover and a wire brush, then inspect the flange for damage. Be sure surface finish and flatness are satisfactory.

Lubricate bolt and nut threads and nut bearing face (where it contacts the flange).

Centre the gasket on the flange. Note: standard American National Standards Institute (ANSI) ring gaskets, when cut properly, should centre themselves with the bolts in place.

Do not re-fit old gaskets.

Typical tightening process

After the flange has been assembled and all nuts have been run down by hand with the joint in place, wrench tightening should follow the sequence of the numbers indicated on the flange diagram in figure J1. Marking the number on the flange with a wax crayon aids in keeping track of the tightening process.

During the following steps, any gap between the flanges should be kept even all around the circumference, and nuts should be made up approximately the same amount on each end of the bolt.

- 1) First time around, the nuts should be just snugged with a hand wrench.
- 2) Second time around, the nuts should be tightened firmly with the same wrench.

A torque wrench should then be used for the following steps:

- 3) Third time around, apply approximately 25% recommended torque.
- 4) Fourth time around, apply approximately 75% of recommended torque.
- 5) Fifth time around, apply 100% of recommended torque.
- 6) Continue tightening nuts all around until they do not move under 100% recommended torque.

Nuts should be re-torqued periodically. It should be noted that most of the short-term bolt preload loss occurs within 24-hours after initial tightening.

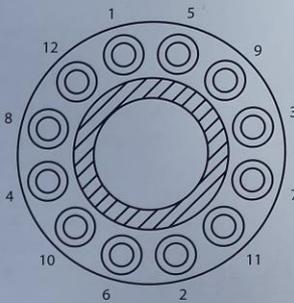


Figure J1: Flange diagram

Anexo 2. Certificado de calidad del producto. VLSFO. Fuente: trabajo de campo.



Simplified Analytical Report: LP24-00277.001

The results shown in this test report specifically refer to the sample(s) tested as received unless otherwise stated. All tests have been performed using the latest revision of the methods indicated, unless specifically marked otherwise on the report. Precision parameters apply in the determination of the below results. Users of analytical results, when establishing conformance with commercial or regulatory requirements should note the full provisions of ASTM D3244, IP 367 and ISO 4259 in that context, the default confidence level of petroleum testing having been set at the 95% confidence level. Your attention is specifically drawn to Sections 7.3.6, 7.3.7 and 7.3.8 of ASTM D3244. With respect to the UOP methods listed in the report below the user is referred to the method and the statement within it specifying that the precision statements were determined using UOP Method 999. This Test Report is issued under the Company's General Conditions of Service (copy available upon request or on the company website at www.sgs.com). Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues defined therein. This report shall not be reproduced except in full, without the written approval of the laboratory.

CLIENT ORDER NUMBER (1):	91903/353/24	SGS ORDER NO.:	720937
CLIENT ID :	-	VESSEL :	-
LOCATION :	Las Palmas Gran Canaria	PRODUCT DESCRIPTION(1) :	Fuel Oil - RMG 380 ISO 8217:2010
SAMPLE SOURCE (1):	Shore Tank	SOURCE ID (1) :	ST#07
SAMPLE TYPE (1) :	Composite (UML) After Receipt	SAMPLE BY (1) :	SGS Canarias*
SAMPLED (1) :	04/05/2024	RECEIVED	03/05/2024
ANALYSED :	04/05/2024	COMPLETED :	04/05/2024
SAMPLE COMMENT :	Samplig according ISO3170:04 (data supplied by SGS Surveyour)*		

PROPERTY	METHOD	RESULT UNITS	MIN	MAX
Density at 15°C	UNE-EN ISO 12185:99	977,7 kg/m³	--	991,0
Kinematic Viscosity at 50°C	UNE EN ISO 3104	221,6 mm²/s	--	380,0
Sulphur	UNE-EN ISO 8754:04	0,498 % (m/m)	--	0.500
Flash Point Pensky Martens	UNE EN ISO 2719-Method B	99,0 °C	60	--
Pour Point	ISO 3016:19	3 °C	--	30

----- End of Analytical Results -----

AUTHORISED SIGNATORY

Pablo Deniz Vera
Analyst

0405202409270000034300

Page 1 of 1

OGC-EN_Report_60a_ESOGC-2015-09-19_v60a

SGS Española de Control S.A.U

C/Sucre, 24. Las Palmas de Gran Canaria, España. Tf: (34) 928 47 40 84 F: (34) 928 47 40 83
www.sgs.com

Anexo 3. Evaluación de riesgos transferencia de producto barco a barco.

Fuente: [2], Pag. 143,144.

Appendix K: Guidance on risk assessment processes

The following guidance is provided to assist with the preparation of a risk assessment addressing ship to ship (STS) operations. The information is not exhaustive and is intended to indicate the nature and scope of issues that should be considered during the process.

K.1 Examples of high level risks

High Level Risk	Description
Low energy collision	Inadequate control during berthing/unberthing and side-by-side operations leads to hull to hull contact/collision leading to physical damage to one or both ships
Mooring operations	Inadequate control during mooring, unmooring and side-by-side operations leads to personal injury or fatality
High energy collision	Inadequate navigational control by ships involved in STS transfer operation or a third party passing vessel causes a high energy collision during mooring, unmooring or transfer operations resulting in significant equipment damage, fatalities and loss of containment
Loss of containment	Hardware failure, overflow or overpressure due to inadequate control during transfer leads to a loss of containment and cargo release
Loss of containment - vapour	Inadequate control during transfer leads to an uncontrolled event that results in a loss of containment and vapour release leading to ignition back to source resulting in fatalities/injury/hardware/steelwork damage
Loss of containment - vapour in confined space	Inadequate control during transfer leads to an uncontrolled event that results in a loss of containment leading to vapour collection in a confined space, leading to ignition with explosion, causing fatalities/injury and hull damage
Personnel transfer	Failure or improper use of equipment used in personnel transfer leads to a loss of control during transfer resulting in fatality or injury
Damage to cargo tanks	Cargo sloshing due to ship motions in the prevailing swell conditions results in damage to cargo tank structure resulting in the ship being unfit to trade
Personal injury during hose handling	Equipment failure or failure to follow procedures leads to injury or fatality and damage to assets
Mooring breakaway	Failure to maintain mooring integrity, deteriorating weather and/or poor manoeuvring results in mooring failure. Consequences include loss of containment, damage to cargo equipment and risk of personal injury

K.2 Examples of causal factors

The following are examples of causal factors that could contribute to high level risks. They describe events or activities that may contribute to triggering a particular risk. Knowledge of causal factors will assist with the development of barriers and preventive measures aimed at minimising the occurrence of the associated risk.

- Steering/propulsion failure.
- Fender defect.
- Inadequate fendering.
- Mismatched manoeuvring characteristics.
- Pilotage error.
- Insufficient manoeuvring room.
- Inadequate watchkeeping.
- Inadequate communication.
- Inadequate training.
- Inadequate procedures.
- Inadequate experience.
- Fatigue.
- Failure to follow procedures.
- Abnormal meteocean conditions.
- Poor visibility.
- Inadequate site selection.
- Inadequate weather forecasting.
- Inadequate tug/support vessel.
- Inadequate operational planning and control.
- Inadequate planning for emergency breakaway.
- Inadequate information on vessel motion limits for all filling levels.
- Large roll angles.
- Different roll periods.
- Tug/support vessel failure.
- Passing ship effect.
- Inadequate compatibility study - bridge wing separation and parallel body lengths.
- Inadequate equipment inspection, testing and maintenance.
- Equipment not fit for purpose.
- Equipment unapproved/not fit for purpose.
- Mooring equipment failure.
- Damaged moorings due to chafing and cyclic loading.
- Inadequate compatibility study - personnel landing area.
- Defective personnel transfer equipment.
- Inadequate transfer equipment (type approval/fit for purpose).
- Level measurement and overfill protection systems inadequate for open water operation.
- Transfer rate too high.
- Defective overfill protection.
- Inadequate contingency planning.
- Inadequate incident management.

