

Universidad de La Laguna  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval

**Trabajo presentado para  
la obtención del título de:**

# **GRADUADO EN NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO**

Presentado por  
Carlos Alejandro Plasencia García

Contaminación marina causada  
por hidrocarburos y  
simulación de vertidos en Canarias

Dirigido por  
Juan Imeldo Gómez Gómez  
Presentado en septiembre de 2014



D. Juan Imeldo Gómez Gómez, Profesor perteneciente al área de Construcciones Navales del Departamento de Ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agraria e Hidráulica de la Universidad de La Laguna certifica que:

D. Carlos Alejandro Plasencia García, ha realizado bajo mi dirección el trabajo de fin de grado titulado: *“Contaminación marina causada por hidrocarburos y simulación de vertidos en Canarias”*.

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que le sea asignado.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado en Santa Cruz de Tenerife, Septiembre de 2014.

Fdo. Juan Imeldo Gómez Gómez

Tutor del trabajo



# Resumen

Al analizar la problemática de los vertidos de sustancias contaminantes en el entorno marítimo de las Islas Canarias, la principal idea que puede surgir es que no existe la probabilidad de sufrir vertidos contaminantes de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas desde buques o instalaciones terrestres; con consecuencias similares a las del Prestige (Galicia, Noviembre de 2002) o la reciente plataforma petrolífera de BP en el Golfo de México (2010); lo que es erróneo.

Según datos de Capitanía Marítima de Santa Cruz de Tenerife, son alrededor 20000 los buques que tocan puerto canario al año y otros 25000 que no hacen escala. Del total, alrededor de 4000 llevan mercancías peligrosas, hidrocarburos o derivados del petróleo en más del 85% de los casos.

Pueden parecer cantidades excesivas, pero hay que tener presente que la situación geográfica del archipiélago canario hace que sus aguas sean paso obligado de las grandes rutas oceánicas entre Europa, África y Asia, así como de todos aquellos buques que procedentes de puertos del Mediterráneo tienen su destino en puertos de América Central y América del Sur, como podemos comprobar con la cada vez mayor asiduidad con que visitan los puertos isleños multitud de cruceros y buques de pasaje, que si bien su cargamento es prácticamente inocuo, desde el planteamiento que estamos estudiando, no olvidemos que sí que podrían verse implicados en accidentes, abordajes u otras maniobras, que pudieran dar lugar a fenómenos de contaminación marina.

*In analyzing the problem of discharges of pollutants into the marine environment of the Canary Islands, the main idea that can arise is that there is no likelihood of spills of oil or other hazardous substances or pollutants from ships ground facilities; similar to the Prestige (Galicia, November 2002) and the recent BP oil platform in the Gulf of Mexico (2010) consequences; what is wrong.*

*According to the Maritime Authority of Santa Cruz de Tenerife are about 20000 vessels calling port canary year and another 25000 not calling. Of the total, about 4000 carrying dangerous goods, petroleum hydrocarbons or over 85% of cases.*

*They may seem excessive amounts, but keep in mind that the geographical situation of Canary Islands makes its waters are bound in the great ocean routes between Europe, Africa and Asia step, and all those ships from Mediterranean ports have their from ports of Central America and South America, as we can see with the increasing regularly visiting the island with many cruise ports and passenger ships, that while your shipment is virtually harmless, since the approach we are studying, I do not forget that could be involved in accidents, collisions or other maneuvers that could lead to phenomena of marine pollution.*

# Índice general

<b>Índice de imágenes</b>	<b>IX</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>XII</b>
<b>Acrónimos</b>	<b>XV</b>
<b>1. Objetivos</b>	<b>1</b>
<b>2. Antecedentes</b>	<b>3</b>
<b>3. Desarrollo</b>	<b>8</b>
3.1. Introducción	8
3.2. Concepto de contaminación marina	9
3.3. Características de los buques de Petrogás que operan en Canarias	10
3.3.1. Mencey	10
3.3.2. Faycan	18
3.3.3. Hespérides	25
3.4. Productos que distribuyen en Canarias	31
3.4.1. Queroseno – ATK	31
3.4.2. Gasolina	32
3.4.3. Gasóleo	33
3.4.4. Asfalto	33
3.5. Puertos donde operan los buques en Canarias	34
3.5.1. El Hierro	34
3.5.2. Fuerteventura	35
3.5.3. Gran Canaria	38
3.5.3.1. Campo de boyas: Gando	38
3.5.3.2. Puerto de La Luz	39
3.5.3.3. Puerto de Salinetas	41
3.5.4. La Gomera	42
3.5.5. La Palma	44

3.5.6. Lanzarote	46
3.5.6.1. Arrecife	47
3.5.6.2. Campo de boyas: Guasimeta	48
3.5.7. Tenerife	49
3.5.7.1. Campo de boyas: La Tejita	49
3.5.7.2. Dique del Este y Puerto de Santa Cruz	50
3.5.7.3. Fondeadero de San Andrés	51
3.5.7.4. Honduras	52
3.6. Plan Nacional de Contingencias por Contaminación Marina Acc...	53
3.7. Plan Territorial PECMAR	56
3.8. Plan Interior PICCMA	59
3.9. ISGOTT	61
3.10. Medios de lucha contra la contaminación ⇔ SASEMAR	63
3.10.1. Medios marítimos	64
3.10.2. Medios aéreos	65
3.10.3. Equipos de intervención	66
3.11. Desarrollo del trabajo	78
3.12. Comportamiento de los hidrocarburos en caso de derrame, de acuerdo con sus características físico-químicas y bajo distintas hipótesis am...	81
3.13. Localización de zonas donde es aconsejable la concentración de la contaminación para su posterior recuperación	82
3.13.1. Tipos de zonas	82
<b>4. Resultados de simulaciones</b>	<b>84</b>
4.1. OCEANSMAP (OILMAP Web)	84
4.2. Zonas donde se desarrollan las simulaciones y condiciones	84
4.2.1. Campo de boyas de Guasimeta (Lanzarote)	84
4.2.2. Puerto de Honduras (Tenerife)	84
4.3. Simulaciones	85
4.3.1. Campo de boyas: Guasimeta	85

4.3.2. Puerto de Honduras (Tenerife)	93
4.3.2.1. Gasolina	93
4.3.2.2. Gasoil	97
4.4. ADIOS 2	102
<b>5. Conclusiones</b>	<b>107</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>110</b>



# Índice de imágenes

2.1	Número de accidentes de buques petroleros en las costas españolas, 1991-2007	3
2.2	Accidentes de buques petroleros en las costas españolas por zonas de Salvamento Marítimo, 1991-2007	4
2.3	Accidentes de buques petroleros en España	5
3.4	Distribución de tanques, buque Mencey	13
3.5	Buque Mencey visto desde la banda de estribor	17
3.6	Buque Mencey visto desde la amura de estribor	17
3.7	Distribución de tanques, buque Faycán	20
3.8	Buque Faycan visto desde el costado de babor	24
3.9	Popa del buque Faycan vista desde babor	24
3.10	Distribución de tanques, buque Hespérides	27
3.11	Vista aérea del buque Hespérides	30
3.12	Buque Hespérides visto desde la amura de babor	30
3.13	Isla de El Hierro. Vista general	34
3.14	Puerto de la Estaca	35
3.15	Buque Mencey atracado en el Puerto de La Estaca	35
3.16	Isla de Fuerteventura. Vista general	36
3.17	Puerto del Rosario	36
3.18	Zona de atraque del buque Hespérides	37
3.19	Zoom del atraque del buque Hespérides	37
3.20	Situación del buque Hespérides en Puerto del Rosario	38
3.21	Isla de Gran Canaria. Vista general	38

3.22	Situación del campo de boyas de Gando	39
3.23	Buque Faycan atracado en el campo de boyas de Gando	39
3.24	Puerto de La Luz	40
3.25	Situación del atraque de los buques de Petrogás en La Luz	40
3.26	Buque Mencey atracado en el puerto de La Luz	41
3.27	Atraque del Buque Hespérides en el Puerto de Salinetas	41
3.28	Situación del atraque del buque Hespérides en el Puerto de Salinetas	42
3.29	Isla de La Gomera. Vista general	42
3.30	Puerto de San Sebastián de La Gomera	43
3.31	Situación de atraque del buque Mencey en el puerto de La Gomera	43
3.32	Buque Mencey atracado en San Sebastián de La Gomera	44
3.33	Isla de La Palma. Vista general	44
3.34	Vista general del Puerto de Santa Cruz de La Palma	45
3.35	Zona de atraque en el Puerto de Santa Cruz de La Palma	45
3.36	Buque Mencey atracado en puerto	46
3.37	Isla de Lanzarote. Vista general	46
3.38	Vista general del Puerto de Arrecife	47
3.39	Buque Mencey atracado en el Puerto de Arrecife	47
3.40	Situación del campo de boyas de Guasimeta	48
3.41	Buque Faycan en el campo de boyas de Guasimeta	48
3.42	Isla de Tenerife. Vista general	49
3.43	Situación del campo de boyas de La Tejita	49
3.44	Campo de boyas de La Tejita	50
3.45	Atraque de los buques de Petrogás en el Dique del Este	50
3.46	Buque Mencey atracado en el Dique del Este	51
3.47	Situación del fondeadero del Puerto de Santa Cruz de Tenerife	51

3.48	Fondeadero de San Andrés	52
3.49	Zona de fondeo del puerto de Santa Cruz	52
3.50	Atraque del buque Faycan en el Puerto de Honduras	53
3.51	Zona de atraque de los buques de Petrogás en el Puerto de Honduras	53
3.52	Análisis de la trayectoria	79
3.53	Convenio de ángulos utilizados en las simulaciones	80
3.54	Rutas de tráfico marítimo utilizadas en las simulaciones	80

# Índice de tablas

3.1	Especificaciones generales del buque Mencey	11
3.2	Capacidad de los tanques del buque Mencey	12
3.3	Medios de carga y descarga del buque Mencey	13
3.4	Equipamientos del buque Mencey	14
3.5	Sistemas de protecciones ambientales. Buque Mencey	14
3.6	Motores y consumos. Buque Mencey	15
3.7	Inventario de equipos de a bordo del buque Mencey	16
3.8	Especificaciones generales del buque Faycan	18
3.9	Capacidad de los tanques del buque Faycan	19
3.10	Medios de carga y descarga del buque Faycan	20
3.11	Equipamientos del buque Faycan	21
3.12	Sistemas de protecciones ambientales. Buque Faycan	21
3.13	Motores y consumos. Buque Faycan	22
3.14	Inventario de equipos de a bordo del buque Faycan	23
3.15	Especificaciones generales del buque Hespérides	25
3.16	Capacidad de los tanques del buque Hespérides	26
3.17	Medios de carga y descarga del buque Hespérides	27
3.18	Equipamientos del buque Hespérides	28
3.19	Sistemas de protecciones ambientales. Buque Hespérides	28
3.20	Motores y consumos. Buque Hespérides	28
3.21	Inventario de equipos de a bordo del buque Hespérides	29
3.22	Capacidad de llenado de tanques y productos que distribuyen	31
3.23	Características del ATK	32
3.24	Fases y situaciones de emergencia. PECMAR	57
3.25	Actuación del PECMAR según el ámbito geográfico	58
3.26	Procedimiento desde el aviso hasta el fin de la emergencia	58

3.27	Medios disponibles	59
3.28	Buques polivalentes de SASEMAR	64
3.29	Buques remolcadores de SASEMAR	65
3.30	Helicópteros de SASEMAR	66
3.31	Aviones de SASEMAR	66
3.32	Barrera UNIBOOM S 650	67
3.33	Barrera NOFI 250	68
3.34	Barrera NOFI 350	69
3.35	Barrera TROIL BOOM GP 1100	70
3.36	Barrera TATE 100	71
3.37	Barrera VIKOMA SEA SENTINEL 550	72
3.38	Barrera VIKOMA SEA SENTINEL 750	73
3.39	Barrera MARKLEEN Z 750	74
3.40	Barrera MARKLEEN A 600	75
3.41	Barrera MARKLEEN P 700 HD	76
3.42	Barrera AERAZUR SUR BALEAR 323	77
3.43	Barrera CANFLEX SELLADORA	78



# Acrónimos

<b>ADIOS 2</b>	Automated Data Inquiry for Oil Spills 2
<b>API</b>	American Petroleum Institute
<b>APMUN</b>	Agencia de Protección del Medio Urbano y Natural
<b>ASA</b>	Applied Science Associates
<b>ATK</b>	Aviation Turbine Kerosene
<b>CECOP</b>	Centro de Coordinación Operativo
<b>CECOES</b>	Centro de Coordinación de Emergencias y Seguridad
<b>CECOMAR</b>	Centro de Coordinación de Operaciones en el Mar
<b>CECOPAL</b>	Centro de Coordinación Operativa de la Administración Local
<b>CECOPIN</b>	Centro de Coordinación Operativa Insular
<b>CNCS</b>	Centro Nacional de Coordinación de Salvamento
<b>CEPSA</b>	Compañía Española de Petróleos, S.A.
<b>GFS</b>	Global Forecast System
<b>GIE</b>	Grupo de Intervención de Emergencias canario
<b>GMT</b>	Greenwich Mean Time
<b>GNOME</b>	General NOAA Oil Modelling Environment
<b>HAZMAT</b>	Hazardous Materials and items
<b>ISGOTT</b>	International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals
<b>LCC</b>	Lucha Contra la Contaminación
<b>NCEP</b>	National Centers for Environmental Prediction
<b>NOAA</b>	National Oceanic and Atmospheric Administration

<b>OMI</b>	Organización Marítima Internacional
<b>OPRC 90</b>	International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation, 1990
<b>OPRC-HNS 2000</b>	Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances, 2000
<b>PAM</b>	Plan de Actuación Municipal para Contaminación Marina
<b>PAIN</b>	Plan de Actuación Insular para Contaminación Marina
<b>PECMAR</b>	Plan Específico de Contingencias por Contaminación Marina Accidental de Canarias
<b>PICCMA</b>	Plan Interior de Contingencias por Contaminación Marina Accidental
<b>RD</b>	Real Decreto
<b>REMER</b>	Red Radio de Emergencia
<b>SAR</b>	Servicio Aéreo de Rescate
<b>SASEMAR</b>	Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima
<b>SIG</b>	Sistemas de Información Geográfica
<b>ZMES</b>	Zona Marítima Especialmente Sensible





# 1. Objetivos

En líneas generales, este trabajo trata de dar respuesta a la pregunta que surge inmediatamente tras un accidente que genera un vertido al mar: ¿Cuál es la trayectoria que seguirá el vertido y que zonas pueden verse afectadas?

Conocer con antelación la trayectoria del vertido, proporciona una información vital para la toma de decisiones sobre la forma de protección de los recursos marinos, así como establecer un plan de actuación eficaz.

Sin embargo, la predicción exacta del movimiento y comportamiento de un vertido de hidrocarburos, es una tarea difícil, debida en parte a la interacción de numerosos procesos físicos sobre los que la información suele ser incompleta y en algunos casos, tan variable que se puede considerar como aleatoria.

En la actualidad el análisis de la trayectoria se realiza utilizando modelos matemáticos implementados en software comercial, que concretamente para este trabajo se ha utilizado:

GNOME: Es un modelo que predice las trayectorias de vertido de petróleo que simula el movimiento del vertido debido al viento, corrientes, mareas y dispersión. GNOME ha sido desarrollado por la División de Respuesta de Materiales Peligrosos (HAZMAT) de la Administración Nacional Atmosférica y Oceánica (NOAA) de los Estados Unidos. El modelo predice como las condiciones de viento, corrientes y otros procesos transportan el vertido así como los cambios químicos y físicos que el material vertido puede sufrir durante su trayectoria. Para realizar predicciones de la trayectoria hay que definir las características del vertido e introducir las condiciones atmosféricas y oceánicas del medio.

ADIOS2: El modelo ADIOS2 (NOAA) se utiliza para evaluar los procesos de envejecimiento (weathering) en función de las condiciones ambientales y las propiedades fisicoquímicas de más de 1000 variedades de hidrocarburos.

OILMAP: Se trata de un software desarrollado por la ASA, orientado a predecir la trayectoria de un hidrocarburo. Posee datos de corrientes y vientos del lugar del derrame.

OILMAP además de predecir la trayectoria de la mancha cumple variadas funciones, las nombraremos a continuación: Cumple la función de apoyo ante decisiones de respuesta, genera los simulacros ante un derrame, estudia el mejor plan de contingencia posible, los resultados obtenidos pueden ser usados como pruebas en caso de disconformidad.

En éste trabajo, haremos un estudio de distintos vertidos simulados que podrían darse en las zonas de operación de los buques de Petrogás. Ello no implica que se vaya a dar, sino que utilizaremos los buques de dicha flota, por tener datos precisos de los mismos con los que poder llevar a cabo las simulaciones posteriores. Las zonas elegidas están bastante acotadas y su régimen de vientos y mareas como veremos no varían demasiado a lo largo del tiempo, por lo que las simulaciones realizadas con anterioridad prácticamente no pierden validez. Las mismas han sido desarrolladas en colaboración con el especialista en simulación del Equipo Investigador de la ULL CONSEMAR, José Manuel Calvilla Quintero.

*Overall, this paper tries to answer the question that arises immediately after an accident that generates a discharge to the sea: What is the path and continue dumping areas may be affected?*

*Knowing in advance the path of the spill, provides vital information for making decisions on how to protect marine resources and to establish an effective plan of action.*

*However, the accurate prediction of the movement and behavior of an oil spill, is a difficult task, partly due to the interaction of numerous physical processes on which the information is often incomplete and in some cases, so variable that can be considered as random.*

*Currently the path analysis is performed using mathematical models implemented in commercial software, specifically for this work has been used:*

GNOME: Is a model that predicts oil spill trajectories simulating the movement of the spill due to wind, currents, tides and dispersion. GNOME has been developed by the Division of Hazardous Materials Response (HAZMAT) of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) of the United States. The model predicts the conditions of wind, currents and other processes transport and dumping of chemical and physical changes that may occur spilled material during his career. To make forecasts of the path must define the characteristics of the landfill and introduce atmospheric and oceanic environmental conditions.

ADIOS2: The ADIOS2 model (NOAA) is used to evaluate the processes of aging (weathering) depending on the environmental conditions and the physicochemical properties of more than 1000 varieties of hydrocarbons.

OILMAP: This is a software developed by the ASA, designed to predict the trajectory of a hydrocarbon. Data has currents and winds from the spill.

OILMAP and predict the path of the slick meets various functions, will name below: Serves to support response decisions generates drills before a spill, study the best possible contingency plan, the results can be used as evidence in a lawsuit...

In this work, we will study various simulated discharges that could occur in areas of operation Petrogás vessels. This does not mean that is going to give, but we will use the ships in the fleet, to have accurate data from them with which to carry out the subsequent simulations. The areas chosen are quite limited and its system of winds and tides as we will not vary much over time, so the simulations previously virtually no longer valid. They have been developed in collaboration with the specialist in Investigative Team simulation ULL CONSEMAR, José Manuel Calvilla Quintero.



## 2. Antecedentes

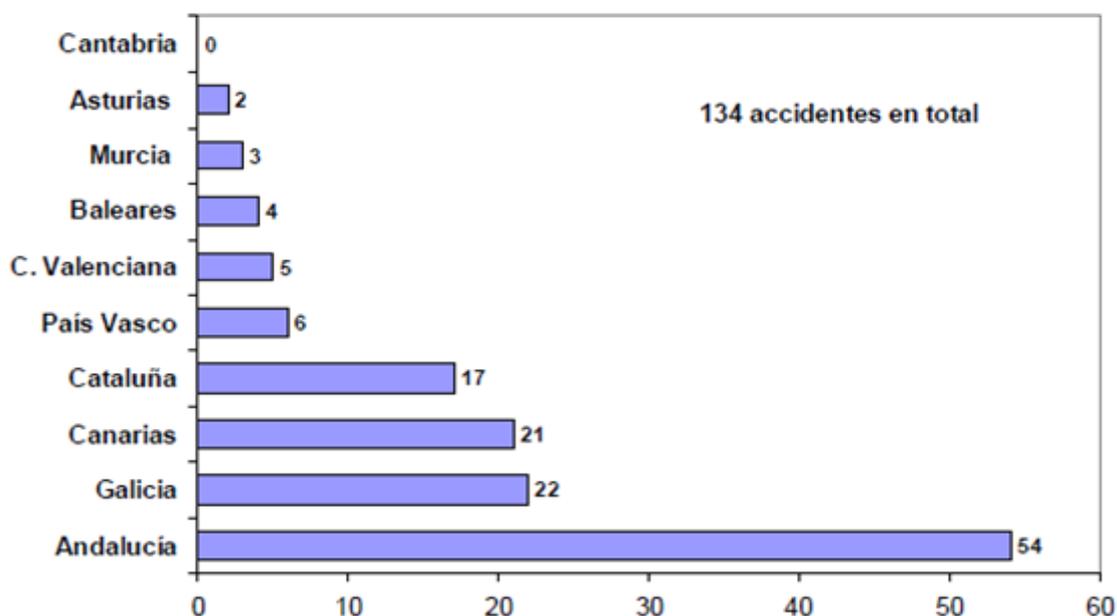


Imagen 2.1 ⇒ “Número de accidentes de buques petroleros en las costas españolas, 1991-2007”

Fuente: Dirección General de La Marina Mercante

En el periodo 1991-2007 se han producido en las proximidades de la costa española un total de 134 accidentes de buques petroleros que han dado lugar a vertidos o derrames del hidrocarburo que transportaban. En el año 2007 se produjeron cinco accidentes de este tipo, dos en Andalucía, dos en Canarias y uno en la costa del País Vasco. Este número es superior a los cuatro de 2006 y los dos producidos en 2005, aunque inferior a los 14 de 2002. A lo largo del periodo considerado ha sido Galicia y Cataluña las Comunidades Autónomas que, junto con Andalucía y Canarias, han sufrido el mayor número de accidentes en las proximidades de su costa. La distribución de los accidentes por zonas de salvamento marítimo sigue manteniendo a la Zona del Estrecho y a la Zona Atlántica como las que más accidentes de buques petroleros han sufrido desde 1991.

Además de los accidentes procedentes de buques petroleros, existe un gran número de derrames de combustible de otros buques cuando sufren algún tipo de accidente.

Así, en la Bahía de Algeciras se produjeron dos accidentes en 2007: El del buque frigorífico Sierra Nava y el del buque chatarrero New Flame. Junto con el del petrolero griego Samothraki elevaron a tres el número de accidentes producidos en esta zona del Estrecho. De la misma índole fue el accidente del buque mercante Don Pedro en agosto de 2007 en las cercanías del puerto de Ibiza cuyo derrame del combustible que transportaba en sus depósitos obligó a cerrar varias playas. Puede destacarse que los vertidos al mar consecuencia de un accidente no sólo son de hidrocarburos líquidos. En 1986 el buque Castillo de Salas (1986), vertió 100000 toneladas de carbón más el propio combustible del buque en Gijón, a 39 millas del Cabo Peñas.

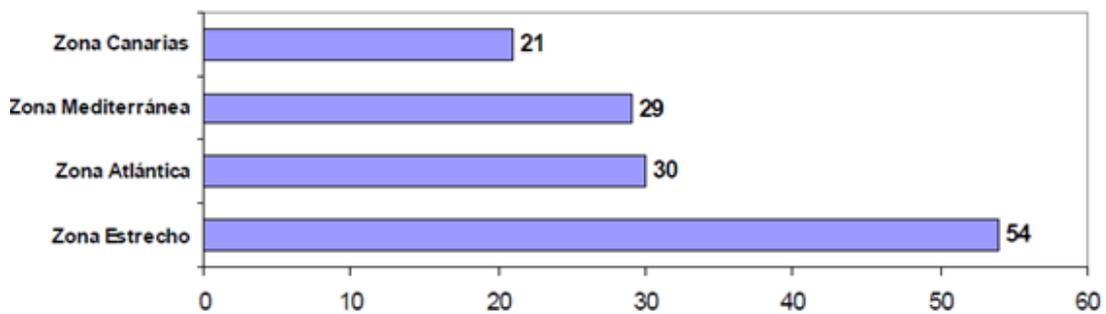


Imagen 2.2 ⇒ “Accidentes de buques petroleros en las costas españolas por zonas de Salvamento Marítimo, 1991-2007”

Fuente: Dirección General de La Marina Mercante

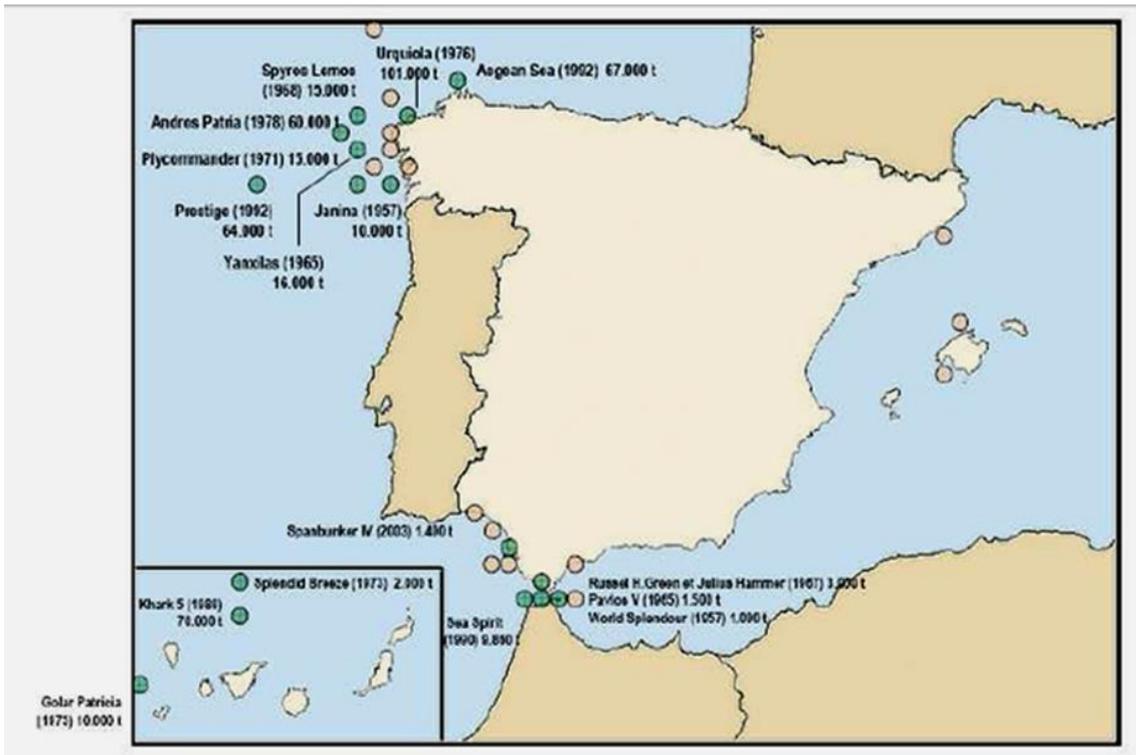


Imagen 2.3 ⇒ “Accidentes de buques petroleros en España”

Fuente: Dirección General de La Marina Mercante

Los vertidos procedentes de accidentes marítimos causan grandes daños en los ecosistemas litorales por el enorme volumen de las sustancias que se transportan y por la dificultad de su control y mitigación. La importancia para el medio ambiente no depende sólo del número de accidentes y de la cantidad vertida, sino también de la capacidad de dispersión del agua y de la dificultad de control del medio marino (mareas, corrientes, viento, oleaje...). Por todo ello, parece prioritario hacer un seguimiento de este tipo de accidentes.

A continuación se exponen distintos sucesos en los cuales ha habido derrames de hidrocarburos en Canarias:

05 de noviembre de 1973 el buque SS Golar Patricia sufrió tres explosiones provocando un derrame de 10000 toneladas de aguas oleosas a 130 millas náuticas al Norte de Canarias. Más tarde se hundió.

06 de diciembre de 1973 el buque Splendid Breeze derramó 3000 toneladas entre Canarias y Madeira. La causa del siniestro, así como la carga que transportaba se desconoce.

14 de julio de 1986 el buque Ángela Pando vertió 50 toneladas de mineral de hierro en la Isleta (Gran Canaria) a causa de un fallo eléctrico y el posterior varamiento. Finalmente se hundió.

19 de diciembre de 1989 el buque Khark V derramó 70000 toneladas de crudo a 350 millas náuticas al Norte del Archipiélago, originado por una explosión que conllevó a un incendio. Se logró trasvasar la carga, luego se reparó y trasladó. Se convierte en el siniestro más significativo de contaminación marina causada por hidrocarburos en la historia de Canarias.

29 de diciembre de 1989 el buque Aragon vertió al mar 25000 toneladas de crudo a 33 millas al Sur de Madeira, debido a una fisura en un tanque (causada por las adversas condiciones climatológicas). Al igual que el accidente anterior se trasvasó la carga, se reparó y finalmente se trasladó.

07 de agosto de 1990 el buque Sea Spirit vertió 10000 toneladas en las Islas Canarias (35º 53' N – 005º 57' W). La causa y el tipo de carga se desconocen.

14 de junio de 1990 el buque CGM Ronsard derramó 34 toneladas al chocar con el muelle Sur (Tenerife). La carga y la causa se desconocen.

03 de abril de 2005 según anuncia Canarias7, ciudadanos denuncian la existencias de manchas de petróleo desde hace seis meses en la zona próxima al auditorio de Tenerife, a pesar de que se cree que la refinería CEPSA es la culpable, ésta niega su autoría.

Junio de 2009 según divulga el periódico digital Canarias Ahora, se cierra la playa de Valleseco (Tenerife) hasta septiembre del mismo año por la presencia de una mancha de hidrocarburo. Un año más tarde la APMUN multa a la refinería con 270000 euros.

26 de diciembre de 2013 según comunica ABC Canarias, se encalla un buque petrolero a 200 kilómetros de Lanzarote pudiendo verter la carga que transportaba, aproximadamente 5000 toneladas de crudo.

15 de abril de 2014 según informa EFE Noticias, se detecta en el Sur de Gran Canaria una mancha de petróleo que obliga a cerrar varias playas. Se desconoce el causante del vertido.

17 de julio de 2014 según publica El País, llega a la costa de Gran Canaria, playa de El Cabrón, unos 200 litros de fuel, afectando una reserva marina. Entre las hipótesis destacan una rotura de tubería o la limpieza de los tanques de un buque que transitaba la zona.

## 3. Desarrollo

### 3.1. Introducción

Desde hace siglos el empleo de las rutas marítimas es la forma idónea para mercantilizar los productos entre países, ya que se puede transportar grandes volúmenes a precios bajos, de forma segura y eficaz, si lo comparamos con otros medios de transporte. Debiéndose principalmente a las mejoras técnicas.

Ya sea el petróleo o sus derivados, éstos desempeñan en la economía mundial un papel estratégico, ya que son las cargas más transportadas. La importancia del transporte marítimo del petróleo se puede determinar analizando las grandes cifras que mueve el sector.

Hoy en día, a pesar de que se ha reducido la cantidad de contaminantes vertidos en el mar, siempre existirá la contaminación marina, por lo tanto; siempre será imprescindible su control.

Por todo lo anterior, se expone en el presente trabajo un análisis de la contaminación marina causada por hidrocarburos.

Además de la ZMES, la OMI establece otras medidas para evitar la contaminación o en su defecto, actuar de manera eficiente en caso de que se produjera; como por ejemplo los planes de contingencia. Un plan de contingencia se define como la organización de esfuerzos, recursos y técnicas para planificar la respuesta frente a situaciones de emergencia, como derrames de derivados del petróleo u otro tipo de contaminantes marítimos. El objetivo de estos planes es minimizar en la medida de lo posible las consecuencias ambientales, económicas y sociales del vertido.

En el transporte de mercancías peligrosas por mar, los riesgos potenciales pueden afectar a las personas, al buque o a la propia mar. Estos riesgos se enmarcan fundamentalmente dentro del grupo de riesgos tecnológicos (engloba fundamentalmente a los riesgos físicos, químicos y nucleares), y dentro de estos; los riesgos químicos.

Cuando el riesgo emana de la propia actividad humana nos hallamos ante un sinnúmero de posibilidades de riesgo (manipulación de las mercancías, transporte, almacenamiento, estiba, etc.).

Podríamos simplificar diciendo que estos riesgos se presentan principalmente en forma de incendio, explosión, fugas tóxicas o derrames contaminantes, aunque por la propia naturaleza de su transporte, no debemos olvidar que cualquier accidente de un buque conlleva una amenaza de incendio directa o indirecta.

El inicio de un accidente en el transporte de mercancías peligrosas puede considerarse ya un accidente por sí mismo, por ejemplo una fuga o un escape de producto. Puede ser producido por diversas causas: Unas propias de la mercancía y comunes en todas las condiciones de transporte, tales como: Corrosión, envase o embalaje inadecuado, etc., y otras propias del medio de transporte: Roturas originadas por desplazamientos producidos por los golpes de mar, estibas inadecuadas, etc.

El riesgo asociado al transporte de mercancías peligrosas ha sido objeto de una atención creciente en los últimos años. Diversas razones justifican este interés: la periodicidad de estos accidentes, las consecuencias (a veces muy graves) que pueden tener y sobretodo su notable impacto social.

### **3.2. Concepto de contaminación marina**

Si se altera la biosfera, debido a la introducción de elementos infrecuentes en ella, producirá una alteración que se le conoce por el término: Contaminación.

*“El mar cubre el 71% de la superficie de La Tierra, tiene 2.7 kilómetros de espesor y 1400000 km<sup>3</sup> de agua distribuidos en esa superficie” (1).* Si miramos estas cifras tan elevadas podemos caer en la ignorancia, al pensar que si vertemos cantidades ilimitadas de desechos éstas no tendrán consecuencias importantes en el ecosistema.

Podría ser así si los desechos se dispersaran y diluyeran inmediatamente. Sin embargo, encontramos un inconveniente, los procesos físicos no son tan rápidos. Debido a esto, en la década de los 70 los expertos pronosticaron las graves consecuencias de la contaminación.

Como sabemos, la contaminación marina posee diferentes acepciones según el autor, es por eso que podemos encontrar variadas definiciones.

La definición que establece la Convención de la Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar 1982, es la siguiente: *“La introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o de energía en el medio marino incluidos los estuarios, que produzca o pueda producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y a la vida marina, peligros para la salud humana, obstaculización de las actividades marítimas, incluidos la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua del mar para su utilización y menoscabo de los lugares de esparcimiento”* **(2)**

Una fecha importante para el tema que estamos tratando en este proyecto fue el 18 de marzo de 1967, en el que un petrolero de gran capacidad (en la época), el “Torrey Canyon” encalló cerca de las Islas Sorlingas provocando un derrame de unas 118000 toneladas de petróleo bruto. Al ser el primer gran desastre no había protocolos de actuación, ni medidas preventivas, y las medidas paliativas para evitar que el incidente fuera a más tuvieron poco éxito. Es por esto, que a partir de tal fecha se produjo una reestructuración de las normas internacionales sobre responsabilidad civil y prevención de derrames.

### **3.3. Características de los buques de Petrogás que operan en Canarias**

#### **3.3.1. Mencey**

A continuación se disponen distintas tablas con las especificaciones de este buque petrolero. **(3)**

<b>GENERAL</b>	
Matrícula	Santa Cruz de Tenerife
Registro	Folio 07/2003
Número IMO	9280146
Distintivo de llamada	EAPV
Clasificación	HULL: 100 A1, Double Hull, Oil Tanker, MARPOL 21.1.2, ESP, LI, Two independent deck mounted tanks for carriage of asphalt at max. Temp. 180°C MACHINERY: LMC, UME. NAV 1
Eslora total (m)	109.54
Eslora entre perpendiculares (m)	103.15
Manga de trazado (m)	17.20
Puntal (m)	8.800
Calado (m)	7.000
Arqueo bruto (GT)	4.599
Arqueo neto (NT)	2.075
Peso muerto (DWT)	6937
Desplazamiento (T)	9500
Velocidad (Kn)	13
Fecha de construcción	31/03/2009
P&I	The Britannia Steam Ship Insurance Association

Tabla 3.1 ⇒ "Especificaciones generales del buque Mencey"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

<b>CASCO</b>	
<b>Sistema de carga</b>	
Tanque de carga T1B	492.4
Tanque de carga T1E	492.4
Tanque de carga T2B	455.1
Tanque de carga T2E	455.1
Tanque de carga T3B	353.8
Tanque de carga T3E	353.8
Tanque de carga T4B	372.3
Tanque de carga T4E	372.3
Tanque de carga T5B	371.7
Tanque de carga T5E	371.7
Tanque de carga T6B	373.8
Tanque de carga T6E	373.8
Tanque de carga T7B	373.8
Tanque de carga T7E	373.8
Tanque de carga T8B	372.9
Tanque de carga T8E	372.9
Tanque de carga T9B	308.7
Tanque de carga T9E	308.7
Tanque de carga TA1B	191.5
Tanque de carga TA1E	191.5
Capacidad tanques de carga 98% (m <sup>3</sup> )	7332
Capacidad tq. Carga s/slops 98% (m <sup>3</sup> )	5804.4
Promedio máximo de carga (m <sup>3</sup> /h)	800
Máxima presión de tanques (bar)	0.23
Máxima capacidad de venteo (m <sup>3</sup> /h)	800
Capacidad bombas de carga (m <sup>3</sup> /h)	18x200 + 2x100
<b>Sistema de lastre</b>	
Capacidad tanques de lastre 100% (m <sup>3</sup> )	3028
<b>Otros tanques</b>	
Capacidad F.O. (m <sup>3</sup> )	254
Capacidad D.O. (m <sup>3</sup> )	47
Capacidad agua dulce (m <sup>3</sup> )	231.38

Tabla 3.2 ⇒ "Capacidad de los tanques del buque Mencey"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

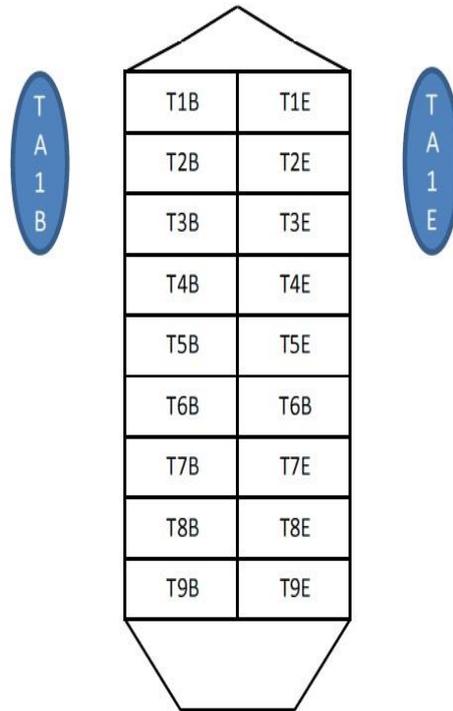


Imagen 3.4 ⇒ “Distribución de tanques, buque Mencey”

Fuente: Petrogás

<http://www.petrogas.es/flota/Mencey.aspx>

MEDIOS DE CARGA/DESCARGA	
Bombas de carga	SVANEHOJ 4x200 (120 mcl; d=1; visc. 380 cst) + 14x200 (140 mcl; d=0.83; visc. 1 cst) + 2x200 (120 mcl; d=0.83; visc. 20 cst)
Bombas de lastre	1x250 m <sup>3</sup> /h (3.0 bar) 1x250 m <sup>3</sup> /h (10bar) (variable)
Sistema calefacción tanques de carga	Serpentines
Sistema de recuperación de gases	Si
Sistema inertización de tanques	20 botellas de nitrógeno a 200 bar
Sistema limpieza de tanques	Si
Ventilador tanques de carga	BARKER JORGENSEN de 6500 m <sup>3</sup> a 7500 Pa
Calentador agua de baldeo de tanques	Si (80°C)
Promedio máxima carga (m <sup>3</sup> /h)	800
Promedio máxima descarga (m <sup>3</sup> /h)	800
Manifold carga popa	No
Número de segregaciones	20
Altura manifold sobre el agua	Ballast: 6.62 m Carga: 3.82 m

Tabla 3.3 ⇒ “Medios de carga y descarga del buque Mencey”

Fuente: Véase Bibliografía (3)

<b>EQUIPAMIENTO DEL BUQUE</b>	
Hélice propulsora	Paso variable BERG 1000HX/4 d. 3950 mm
Timón	Partido GURDESAN GD-ADFH 160/14 High lift rudder
Hélice de proa	BRUNVOLL FU-45 LTC-1375 de 350 kW

Tabla 3.4 ⇒ "Equipamientos del buque Mencey"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

<b>SISTEMA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL</b>	
Doble casco en tanques de carga (13G)	Si
Doble casco en tanques de combustible (12A)	Si
Alternador de cola	Si (800 kW a 50 Hz) (vuelta a casa) AVK DSU 62L2 -4
Calculador de carga	¿Aprobado Sociedad Clasificación? Si ¿Estabilidad intacta y dinámica? Si ¿Estabilidad en avería? No

Tabla 3.5 ⇒ "Sistemas de protecciones ambientales. Buque Mencey"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

<b>MOTOR PRINCIPAL Y AUXILIARES</b>	
Motor principal	MAK 8M32 C de 3840 kW de 8 cilindros a 600 rpm
Fuel	HFO 180 cst 186 g/kW h
Motores auxiliares	3 GUASCOR SF240TA-SG de 510 kW x 1500 rpm (MDO)
Alternador motor auxiliar	3 LEROY SOMMER LSAM-491S4 de 595 kVA a 1500 rpm
Motor de emergencia	GUASCOR F 180SG/22 de 169 kW a 1500 rpm
Alternador motor de emergencia	LEROY SOMMER LSAM46-2L6 de 210 kVA a 1500 rpm
Alternador de cola	(800 kW a 50 Hz) (vuelta a casa) AVK DSU 62L2-4
Calderas	2 x 1000 kW (732000 kcal/h)
Economizador	No
<b>Consumos</b>	
Carga/descarga F.O.	0.5 Tm/día // 1 Tm/día
Carga/descarga D.O.	1.2 Tm/día // 7.5 Tm/día
Calefacción carga F.O.	0.1 a 0.3 Tm/h
Limpieza de tanques F.O.	0.3 Tm/h
Navegación cargado F.O.	15 Tm/día
Navegación en lastre F.O.	15.6 Tm/día

Tabla 3.6 ⇒ "Motores y consumos. Buque Mencey"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

<b>EQUIPO DE CONTROL DE LA NAVEGACIÓN Y SEGURIDAD</b>	
Inventario equipos navegación	1 Navtex NAV-5 GMDSS 1 Course recorder C.PLATH 1 Magnetic compass C. PLATH 1 Gyro compass C. PLATH 1 Autopilot C. PLATH NAVIPILO 400 1 Echo sounder SPERRY 1 Doppler speed log NAVIKNOT 400 1 VDR SPERRY VOYAGEMASTER 2 ECDIS SPERRY VMS-UT 2 GPS LEICA MX420 1 Radar 9 cm ARPA BRIDGE MASTER DECCA X 1 Radar 3 cm ARPA BRIDGE MASTER DECCA S 1 Off-course alarm C.PLATH 1 Weather Fax JRC
Inventario equipos radioeléctricos	2 VHF SKANTI VHF 1000 DSC 1 INMARSAT C SKANTI SCANSAT CT 1 ETB FLEET 55 TT 3086 A 1 MF/HF SSB RADIO SKANTI TRP 1250s/1251s 1 EPIRB McMURDO E3A 1 AIS SPERRY MARINE R4 1 GMDSS CONSOLE 3 VHF Portable SKANTI VHF-9110 1 LRIT SAILOR TT3026M

Tabla 3.7 ⇒ "Inventario de equipos de a bordo del buque Mencey"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)



**Imagen 3.5 ⇒ “Buque Mencey visto desde la banda de estribor”**

Fuente: Petrogás

<http://www.petrogas.es/flota/Mencey.aspx>



**Imagen 3.6 ⇒ “Buque Mencey visto desde la amura de estribor”**

Fuente: Petrogás

<http://www.petrogas.es/flota/Mencey.aspx>

**3.3.2. Faycan**

A continuación se disponen distintas tablas con las especificaciones de este buque petrolero. **(3)**

<b>GENERAL</b>	
Matrícula	Santa Cruz de Tenerife
Registro	Folio 10/2000
Número IMO	9107708
Distintivo de llamada	EBRA
Clasificación	100 A1 Oil Tanker ESP, LMC
Eslora total (m)	109.50
Eslora entre perpendiculares (m)	100.80
Manga de trazado (m)	16.09
Puntal (m)	9.100
Calado (m)	6.814
Arqueo bruto (GT)	3984
Arqueo neto (NT)	1937
Peso muerto (DWT)	6524.93
Desplazamiento (T)	8597.09
Velocidad (Kn)	11
Fecha de construcción	23/05/1996
P&I	The Britannia Steam Ship Insurance Association

Tabla 3.8 ⇒ "Especificaciones generales del buque Faycan"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

<b>CASCO</b>	
<b>Sistema de carga</b>	
Tanque de carga T1B	435.60
Tanque de carga T1E	435.60
Tanque de carga T2B	683.10
Tanque de carga T2E	683.10
Tanque de carga T3B	736.90
Tanque de carga T3E	736.90
Tanque de carga T4B	736.90
Tanque de carga T4E	736.90
Tanque de carga T5B	731.10
Tanque de carga T5E	731.10
Tanque de carga TSB	90.84
Tanque de carga TSE	90.84
Capacidad tanques de carga 98% (m <sup>3</sup> )	6828.88
Capacidad tq. Carga s/slops 98% (m <sup>3</sup> )	181.68
Promedio máximo de carga (m <sup>3</sup> /h)	1350
Máxima presión de tanques (bar)	0.23
Máxima capacidad de venteo (m <sup>3</sup> /h)	T1BE: 900; Resto de tanques: 900
Capacidad bombas de carga (m <sup>3</sup> /h)	2x450 + 2x200 + Stripping pumps (1x100)
<b>Sistema de lastre</b>	
Capacidad tanques de lastre 100% (m <sup>3</sup> )	2535.41
<b>Otros tanques</b>	
Capacidad F.O. (m <sup>3</sup> )	266
Capacidad D.O. (m <sup>3</sup> )	72.13
Capacidad agua dulce (m <sup>3</sup> )	267.9

Tabla 3.9 ⇒ "Capacidad de los tanques del buque Faycan"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

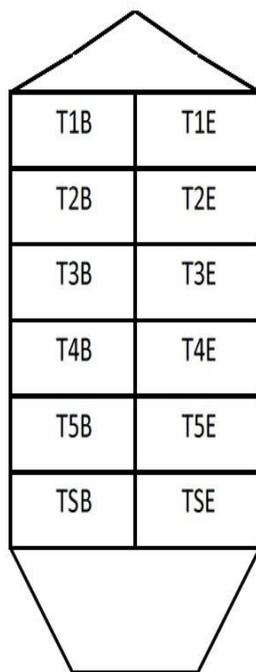


Imagen 3.7 ⇒ "Distribución de tanques, buque Faycán"

Fuente: Petrogás

<http://www.petrogas.es/flota/Faycan.aspx>

<b>MEDIOS DE CARGA/DESCARGA</b>	
Bombas de carga	SVANEHJOJ (T1BE) 2x200 (150 mcl; d= 1; visc. 380 cst) + 2x450 (tornillo) (85 mcl; visc. 125 cst) + Stripping 1x100 (100 mcl; visc. 125 cst) SVANEHOJ (T1BE) DW 132/150-4-K
Bombas de lastre	2x150 m <sup>3</sup> /h (1.5 bar)
Sistema calefacción tanques de carga	Serpentines en tanques slops
Sistema de recuperación de gases	Si
Sistema inertización de tanques	No
Sistema limpieza de tanques	No
Ventilador tanques de carga	HIMCO HTF 6 ½ a 200 m <sup>3</sup> /min; P= 500 mCH <sub>2</sub> O
Calentador agua de baldeo de tanques	Si (60°C)
Promedio máxima carga (m <sup>3</sup> /h)	1350
Promedio máxima descarga (m <sup>3</sup> /h)	600
Manifold carga popa	No
Número de segregaciones	4
Altura manifold sobre el agua	Ballast: 6.689 m Carga: 4.312 m

Tabla 3.10 ⇒ "Medios de carga y descarga del buque Faycán"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

<b>EQUIPAMIENTO DEL BUQUE</b>	
Hélice propulsora	Paso fijo, d= 3000 mm
Timón	SCHILLING RUDDER
Hélice de proa	HZP Thruster System 400-61H de 420 kW

Tabla 3.11 ⇨ "Equipamientos del buque Faycan"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

<b>SISTEMA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL</b>	
Doble casco en tanques de carga (13G)	Si
Doble casco en taqs. de combustible (12A)	No
Alternador de cola	No
Calculador de carga	¿Aprobado Sociedad de Clasificación? Si ¿Estabilidad intacta y dinámica? Si ¿Estabilidad en avería? No

Tabla 3.12 ⇨ "Sistemas de protecciones ambientales. Buque Faycan"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

<b>MOTOR PRINCIPAL Y AUXILIARES</b>	
Motor principal	MAN S26 MC-MK6 de 6 cilindros y 2 tiempos de 2403.45 kW a 250 rpm
Fuel	HFO 180 cst      182 g/kW h
Motores auxiliares	2 MAN D 2866 TE de 221 kW a 1800 rpm 1 GUASCOR SF240TA-SGG de 573 kW a 1800 rpm 1 GUASCOR F 180 TA-SG de 331 kW a 1800 rpm
Alternador motores auxiliares	3 STAMFORD MHC 43402 de 250 kVA a 1800 rpm 1 LEROY SOMMER LSA M49.1 de 685 kVA a 1800 rpm
Motor de emergencia	No
Alternador motor de emergencia	No
Alternador de cola	No
Calderas	1x3000 kg/h a 7 kg/cm <sup>2</sup>
Economizador	1x400 kg/h vapor a 6 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Consumos</b>	
Carga/descarga F.O.	1 Tm/día // 1.5 Tm/día
Carga/descarga D.O.	1.2 Tm/día // 4.8 Tm/día
Calefacción carga F.O.	0.2 Tm/h
Limpieza de tanques F.O.	0.2 Tm/h
Navegación cargado F.O.	7.9 Tm/día
Navegación cargado D.O.	1.4 Tm/día
Navegación en lastre F.O.	7.6 Tm/día
Navegación en lastre D.O.	1.4 Tm/día

Tabla 3.13 ⇨ "Motores y consumos. Buque Faycan"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

<b>EQUIPO DE CONTROL DE LA NAVEGACIÓN Y SEGURIDAD</b>	
Inventario equipos navegación	1 Navtex NCR-300 A 1 Course recorder YOKOGAWA 1 Magnetic compass GEOMAR 160 mm 1 Gyro compass TOKIMEC NR-005 AG 1 Autopilot 1 Echo sounder JRC JFE-5705 1 Speed log NWW-16 1 Corredera Doppler JLN-207 1 S-VDR SAILOR TT3026 S/M 2 GPS JRC 6000 MK II / FURUNO GP-31 1 Radar 9 cm 1 Radar 3 cm KELVIN HUGHES 5000 TR 1 Off-course alarm C. PLATH 1 Radio Direction Finder JMC-DF-230
Inventario equipos radioeléctricos	2 VHF JRC JFE-570 SDD 1 INMARSAT C JRC JUE-75 A 1 ETB FLEET 55 TT 3086 1 MF/HF JRC JSS-710 1 EPIRB McMURDO 406 MHz 1 AIS FURUNO FA-100 1 GMDSS CONSOLE 3 VHF Portable JRC JHS-7 1 LRIT SAILOR TT3026M

Tabla 3.14 ⇒ "Inventario de equipos de a bordo del buque Faycan"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)



Imagen 3.8 ⇒ “Buque Faycan visto desde el costado de babor”

Fuente: Petrogás

<http://www.petrogas.es/flota/Faycan.aspx>



Imagen 3.9 ⇒ “Popa del buque Faycan vista desde babor”

Fuente: Petrogás

<http://www.petrogas.es/flota/Faycan.aspx>

### 3.3.3. Hespérides

A continuación se disponen distintas tablas con las especificaciones de este buque petrolero. **(3)**

<b>GENERAL</b>	
Matrícula	Santa Cruz de Tenerife
Registro	Folio 08/1997
Número IMO	9140853
Distintivo de llamada	EANN
Clasificación	HULL: 100 A5, Oil Tanker with doublé hull, Asphalt tanker, ESP, NAV-OC T3D10. MACHINERY: MC AUT
Eslora total (m)	121.00
Eslora entre perpendiculares (m)	113.22
Manga de trazado (m)	18.55
Puntal (m)	10.113
Calado (m)	7.427
Arqueo bruto (GT)	6405
Arqueo neto (NT)	2785
Peso muerto (DWT)	9359.40
Desplazamiento (T)	12685
Velocidad (Kn)	11
Fecha de construcción	20/05/1997
P&I	The Britannia steam Ship Insurance Association

Tabla 3.15 ⇒ "Especificaciones generales del buque Hespérides"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

<b>CASCO</b>	
<b>Sistema de carga</b>	
Tanque de carga TL1B	485.0
Tanque de carga TL1E	485.0
Tanque de carga TL2B	435.4
Tanque de carga TL2E	435.6
Tanque de carga TL3B	969.1
Tanque de carga TL3E	970.9
Tanque de carga TL4B	496.1
Tanque de carga TL4E	496.9
Tanque de carga TSLB	204.9
Tanque de carga TSSE	182.9
Tanque de carga TS1B	1101.8
Tanque de carga TS1E	1103.2
Tanque de carga TS2B	1041.9
Tanque de carga TS2E	1043.7
Tanque de carga TA1B	143.5
Tanque de carga TA1E	142.1
Tanque de carga TA2B	93.5
Tanque de carga TA2E	93.5
Capacidad tanques de carga 98% (m <sup>3</sup> )	9925.0
Capacidad tq. Carga s/slops 98% (m <sup>3</sup> )	387.8
Promedio máximo de carga (m <sup>3</sup> /h)	Limpios: 1500; Sucios: 1650
Máxima presión de tanques (bar)	0.23
Máxima capacidad de venteo (m <sup>3</sup> /h)	Limpios: 1650; Sucios: 1500
Capacidad bombas de carga (m <sup>3</sup> /h)	2x500 + 4x300 + 6x250 + 2x70 + 2x60 + 2x50
<b>Sistema de lastre</b>	
Capacidad tanques de lastre 100% (m <sup>3</sup> )	4791
<b>Otros tanques</b>	
Capacidad F.O. (m <sup>3</sup> )	312
Capacidad D.O. (m <sup>3</sup> )	121
Capacidad agua dulce (m <sup>3</sup> )	106.5

Tabla 3.16 ⇒ "Capacidad de los tanques del buque Hespérides"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

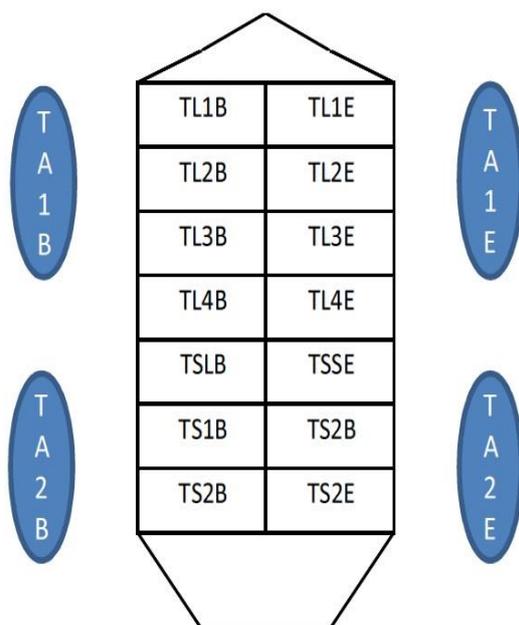


Imagen 3.10 ⇒ "Distribución de tanques, buque Hespérides"

Fuente: Petrogás

<http://www.petrogas.es/flota/Hesperides.aspx>

MEDIOS DE CARGA/DESCARGA	
Bombas de carga	FRAMO 2x500 (120 mcl; d=0.83; visc. 20 cst) + 4x300 (100 mcl; d=1.00; visc. 380cst) + 6x250 (120 mcl; d=0.83; visc. 20 cst) + 2x70 (100 mcl; visc. 450 cst) + 2x60 (100 mcl; visc. 350 cst) + 1x50 (120 mcl; d=0.83; visc. 20 cst) + 1x50 (100 mcl; d=1.0; visc. 380 cst)
Bombas de lastre	FRAMO 1x500 m <sup>3</sup> /h (2.5 bar) 1x 500 m <sup>3</sup> /h (10.0/2.5 bar)
Sistema calefacción tanques de carga	Serpentines en TS1BE; TS2BE; TSSE; TA1BE Y TA2BE
Sistema de recuperación de gases	Si
Sistema inertización de tanques	20 botellas de nitrógeno a 200 bar
Ventilador tanques de carga	NOVENCO CAL-400/70 LG 90 de 6500 m <sup>3</sup> /h a 2500 Pa
Calentador agua de baldeo de tanques	Si (80°C)
Promedio máxima carga (m <sup>3</sup> /h)	Limpios: 1650; Sucios: 1500
Promedio máxima descarga (m <sup>3</sup> /h)	Limpios: 1650; Sucios: 1500
Manifold carga popa	No
Número de segregaciones	10
Altura manifold sobre el agua	Ballast: 7.60 m Carga: 4.70 m

Tabla 3.17 ⇒ "Medios de carga y descarga del buque Hespérides"

Fuente: Véase Bibliografía (3)

EQUIPAMIENTO DEL BUQUE	
Hélice propulsora	Paso variable tipo CLT; d= 3970 mm
Timón	BECKER FKSR-1-2250
Hélice de proa	KAMEWA de 500 kW

Tabla 3.18 ⇒ "Equipamientos del buque Hespérides"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

SISTEMA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL	
Doble casco en tanques de carga (13G)	Si
Doble casco en taqs. de combustible (12A)	No
Alternador de cola	Si
Calculador de carga	¿Aprobado Sociedad de Clasificación? Si ¿Estabilidad intacta y dinámica? Si ¿Estabilidad en avería? No

Tabla 3.19 ⇒ "Sistemas de protecciones ambientales. Buque Hespérides"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

MOTOR PRINCIPAL Y AUXILIARES	
Motor principal	WARTSILA tipo 8L32 ELN 4440 kW a 750 rpm
Fuel	HFO 180 cst 187 g/kW h
Motores auxiliares	GUASCOR 3x588 kW x 1500 rpm (MDO)
Alternador motor auxiliar	LEROY SOMMER LSAM 491L9 de 667 kVA a 1500 rpm
Motor de emergencia	VOLVO PENTA TMD-102 A de 158 kW a 1500 rpm
Alternador motor de emergencia	1 STAMFORD UCM274H23 de 170 kVA a 1500 rpm
Calderas	2x732000 kcal
Economizador	No
<b>Consumos</b>	
Carga/descarga D.O.	5.6 Tm/día // 1.6 Tm/día
Calefacción carga D.O.	0.2 Tm/h
Limpieza de tanques D.O.	0.4 Tm/h
Navegación cargado F.O.	14 Tm/día
Navegación en lastre F.O.	13.2 Tm/día

Tabla 3.20 ⇒ "Motores y consumos. Buque Hespérides"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

<b>EQUIPO DE CONTROL DE LA NAVEGACIÓN Y SEGURIDAD</b>	
Inventario equipos navegación	1 Navtex NAV-5 GMDSS 1 Course recorder C.PLATH 1 Magnetic compass GEOMAR 160 mm 1 Gyro compass C.PLATH 1 Autopilot C.PLATH 1 Echo sounder JMC-F-840 1 Speed log ANTHEA BEN MARINE 1 S-VDR SAILOR TT3026 S/M 1 ECDIS NAVI SAILOR TRANSAS 0575/05 2 GPS PHILIPS MK9 1 Radar 9 cm ARPA KELVIN HUGHES 5000 TR 1 Radar 3 cm KELVIN HUGHES 5000 TR 1 Off-course alarm C.PLATH 1 Radio direction finder JMC-DF-230
Inventario equipos radioeléctricos	2 VHF SAILOR RT 5022 1 INMARSAT C TT3022-D 1 ETB FLEET 55 TT 3086 1 MF/HF SSB RADIO TELEP SKANTI TRP 8400 S/D 1 EPIRB MARTEC KANNAD 406-AUTO GPS 1 AIS FURUNO FA-100 1 GMDSS CONSOLE 3 VHF Portable SKANTI VHF-9110 1 LRIT SAILOR TT 3026M

Tabla 3.21 ⇒ "Inventario de equipos de a bordo del buque Hespérides"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)



Imagen 3.11 ⇒ “Vista aérea del buque Hespérides”

Fuente: Petrogás

<http://www.petrogas.es/flota/Hesperides.aspx>



Imagen 3.12 ⇒ “Buque Hespérides visto desde la amura de babor”

Fuente: Petrogás

<http://www.petrogas.es/flota/Hesperides.aspx>

### 3.4. Productos que distribuyen en Canarias

Petrogás – Distribuidora marítima, distribuye a todas las islas del archipiélago mediante los tres buques que operan en Canarias (Mencey, Faycan y Hespérides) los siguientes productos: ATK (queroseno), gasolina, gasóleo y asfalto (según fuentes de Petrogás).

En un mismo trayecto cada buque puede transportar distintos productos, la cantidad dependerá de la demanda del cliente de cada isla.

Ninguno de los buques va al límite de su capacidad, es decir; no van llenos completamente. A continuación se presenta una tabla genérica donde se muestran las capacidades máximas y los volúmenes de llenado: **(3)**

Buque	Capacidad máxima de llenado (m <sup>3</sup> )	Capacidad utilizada	Propietario	Productos (m <sup>3</sup> )	
				Ligeros	Pesados
Hespérides	9925	82%	Petrogás	4980	4946
Mencey	7332	84%	Petrogás	5054	2278
Faycán	6830	72%	Petrogás	6230	--

Tabla 3.22 ⇨ "Capacidad de llenado de tanques y productos que distribuyen"

Fuente: Véase *Bibliografía* (3)

#### 3.4.1. Queroseno – ATK

El queroseno es un producto derivado del petróleo. Se encuentra entre los que son ligeros y los que son pesados, es decir; tienen un grado medio de destilación. El queroseno se puede conseguir utilizando dos procesos, mediante la destilación atmosférica o mediante el cracking catalítico.

*"Según el American Petroleum Institute, el queroseno consiste en cadenas de hidrocarburos de entre 9 y 16 átomos de Carbono, con un rango de puntos de evaporación de entre 145 y 300 °C."* **(4)** Al estar entre los rangos citados, el queroseno no siempre tiene la misma calidad. La calidad va a depender del lugar de extracción y del proceso de refinado utilizado.

La importancia del queroseno en la aviación se debe a su característica principal: Rapidez de ignición.

A pesar de la característica expuesta en el párrafo anterior, el queroseno es más seguro que otros productos ligeros derivados del petróleo, se debe a que el flash point es menor que el de los productos ligeros, convirtiéndolo en un producto menos volátil que la gasolina, por ejemplo.

El queroseno se utiliza como disolvente o combustible doméstico, pero destaca en el campo de la aviación, *“debido a su poder calorífico de alrededor de 42.800 kJ/kg.”* (4)

El queroseno como combustible, posee una serie de características que lo convierte en un óptimo carburante para la aviación, estas características son las siguientes: Estabilidad, lubricidad y limpieza.

Una propiedad de este producto es que no se disuelve en el agua, esto permite erradicar el problema del agua en la ignición.

Hay varios tipos de queroseno, pero en este trabajo sólo nos centraremos en el ATK (Aviation Turbine Kerosene), que se utiliza para la aviación comercial y es el que distribuye Petrogás en Canarias.

Características ATK			
Flash point	Temperatura de autoencendido	Punto de congelación	Densidad (15°C)
38°C	210°C	-47°C y -40°C	0.775-0.84 g/cm <sup>3</sup>

Tabla 3.23 ⇨ "Características del ATK"

Fuente: Véase *Bibliografía* (4)

### 3.4.2. Gasolina

La gasolina es un conjunto de distintos hidrocarburos que se obtienen utilizando la destilación fraccionada del petróleo. La densidad de este producto se aproxima a 760 g/l. *“Un litro de gasolina proporciona, al arder, una energía de 34,78 megajulios, aproximadamente un 10 % menos que el gasoil, que proporciona 38,65 megajulios por litro de carburante. Sin embargo, en términos de masa, la gasolina proporciona un 3,5% más de energía.”* (5)

Las gasolinas se componen de unos productos principales que expondremos a continuación, pero su proporción va a depender de la refinería en donde se desarrolle el producto final.

*“La gasolina contiene: Hidrocarburos individuales (C4-C11), naftas (ligera, reformada, nafta de FCC, nafta ligera isomerizada), gasolina de pirólisis desbencenizada, butano, butenos, MTBE, ETBE, alquilato y etanol.” (5)*

### **3.4.3. Gasóleo**

El gasoil es una mezcla de hidrocarburos, tiene una densidad de 0.832g/cm<sup>3</sup> (mayor que la gasolina). El poder calorífico de un litro de este producto es de 35.86 megajulios, sin embargo; cuando se quema llega a ser de aproximadamente 43.1 megajulios por litro, no obstante; debido a la mayor densidad el poder calorífico del gasoil es mayor que el de la gasolina.

El gasóleo lo forman principalmente hidrocarburos saturados (3/4 del total), y en menor medida hidrocarburos aromáticos (1/4 del total).

*“La fórmula química general del gasóleo común es C<sub>12</sub>H<sub>23</sub>, incluyendo cantidades pequeñas de otros hidrocarburos cuyas fórmulas van desde C<sub>10</sub>H<sub>20</sub> a C<sub>15</sub>H<sub>28</sub>.” (6)*

### **3.4.4. Asfalto**

También llamado betún, es el producto más pesado de la fracción del petróleo. Sus aplicaciones son variadas, por ejemplo al mezclarlo con arena se crea el asfalto para pavimentar carreteras, es utilizado también como impermeabilizante...

El asfalto o betún está formado mayormente por betún bitumen.

Al igual que el gas, el asfalto puede encontrarse de manera natural, no obstante; no se explota. Se debe a que en las torres de destilación este producto se genera en grandes cantidades como un subproducto utilizando el procedimiento del craqueo o fragmentación.

### 3.5. Puertos donde operan los buques en Canarias

En este apartado veremos exactamente la posición (latitud y longitud) de los distintos atraques dónde se desarrollan las actividades de carga/descarga en las distintas islas del archipiélago canario.

Los 3 buques se distribuyen de manera que cubran las 7 islas. Son 3 campos de boyas (La Tejita, Gando y Guasimeta) y 8 puertos: Santa Cruz de La Palma, La Estaca, San Sebastián de La Gomera, Honduras, La Luz, Salinetas, Puerto del Rosario y Arrecife (según fuentes de Petrogás).

#### 3.5.1. El Hierro

Posición de atraque **(7)**:

- Latitud: 27.7815 N
- Longitud: 017.9012 W

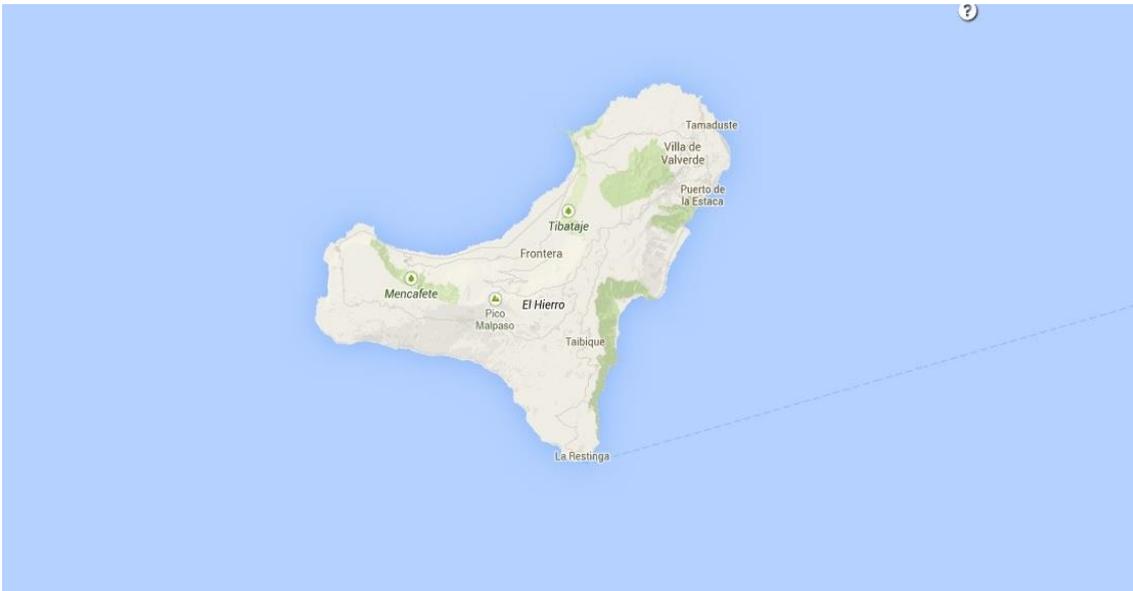


Imagen 3.13 ⇒ "Isla de El Hierro. Vista general"

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

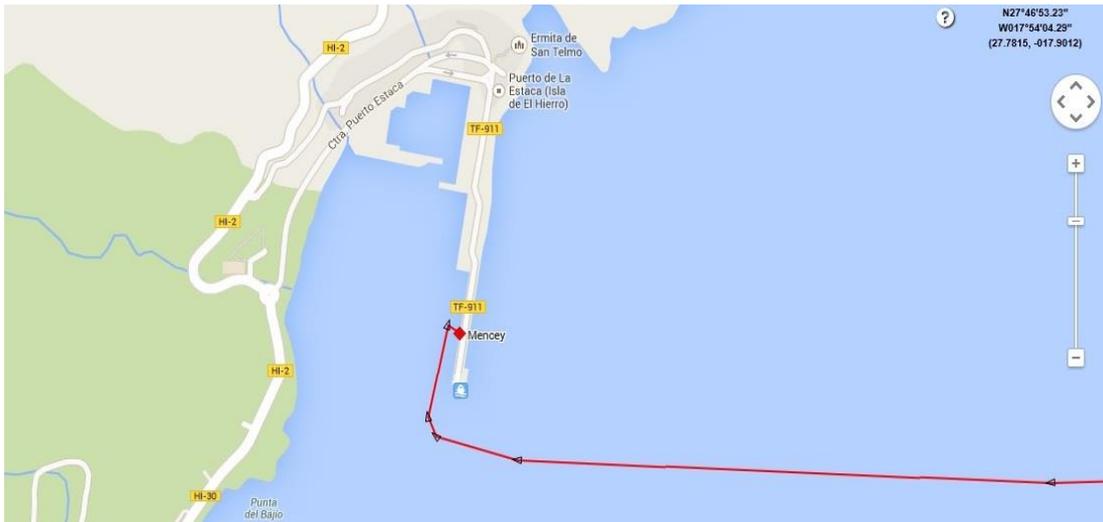


Imagen 3.14 ⇒ "Puerto de La Estaca"

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

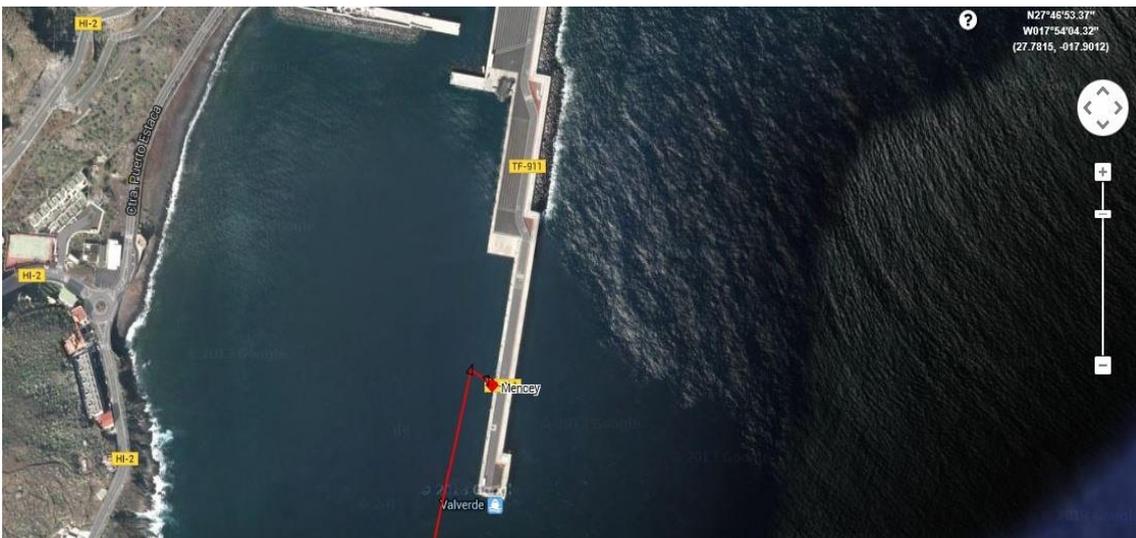


Imagen 3.15 ⇒ "Buque Mencey atracado en el Puerto de La Estaca"

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

### 3.5.2. Fuerteventura

Posición de atraque (7):

- Latitud: 28.4919 N
- Longitud: 013.8554 W



Imagen 3.16 ⇒ “Isla de Fuerteventura. Vista general”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

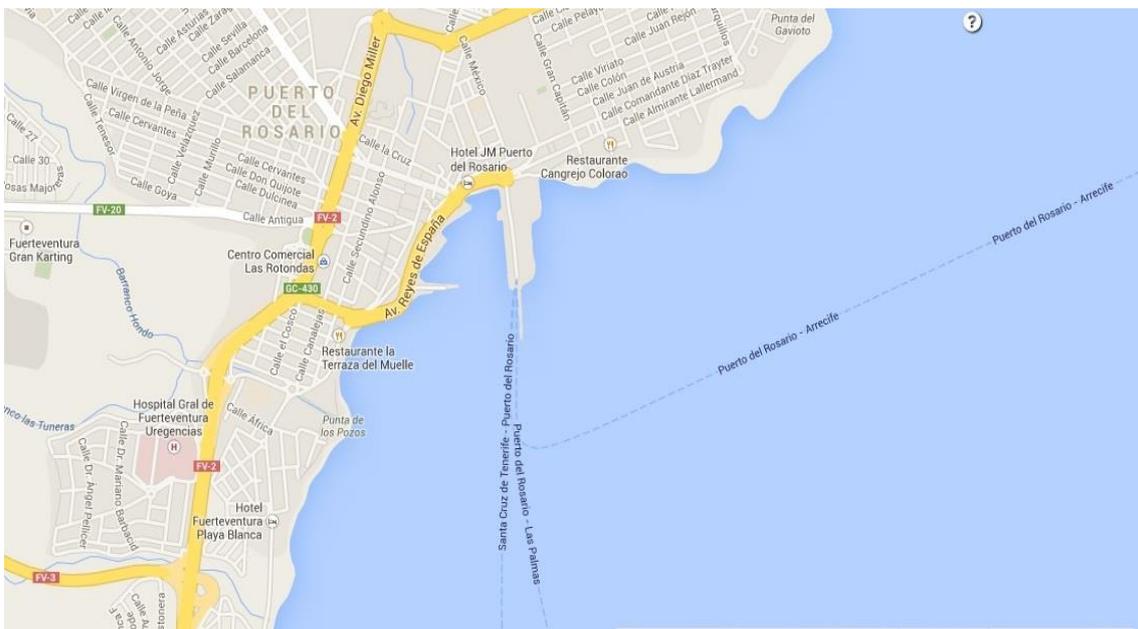


Imagen 3.17 ⇒ “Puerto del Rosario”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

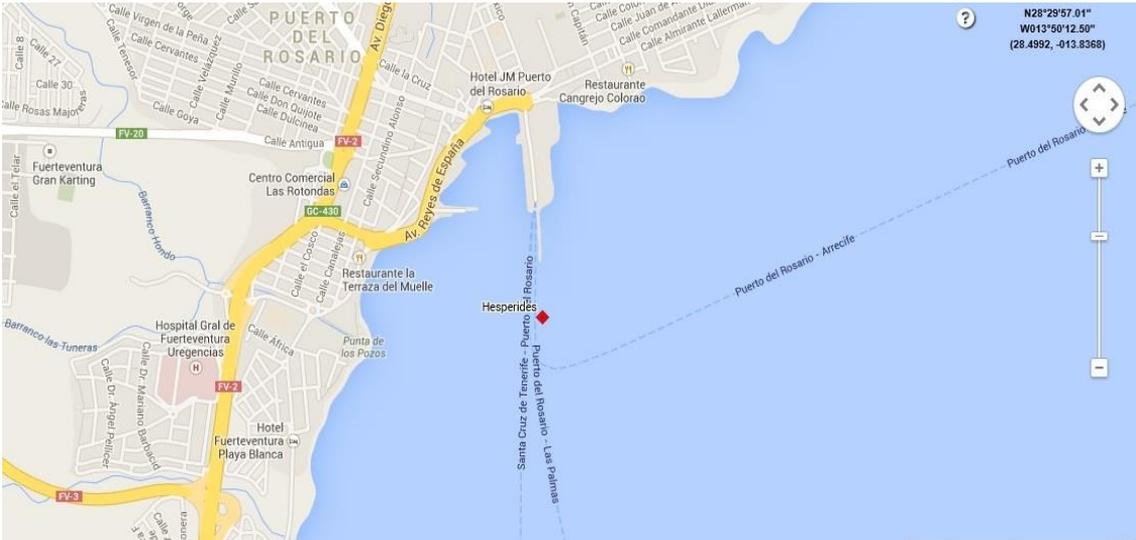


Imagen 3.18 ⇒ "Zona de atraque del buque Hesperides"

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>



Imagen 3.19 ⇒ "Zoom del atraque del buque Hesperides"

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>



Imagen 3.20 ⇨ “Situación del buque Hespérides en Puerto del Rosario”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

### 3.5.3. Gran Canaria



Imagen 3.21 ⇨ “Isla de Gran Canaria. Vista general”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

#### 3.5.3.1. Campo de boyas: Gando

Posición de atraque (7):

- Latitud: 27.9289 N
- Longitud: 015. 3725 W

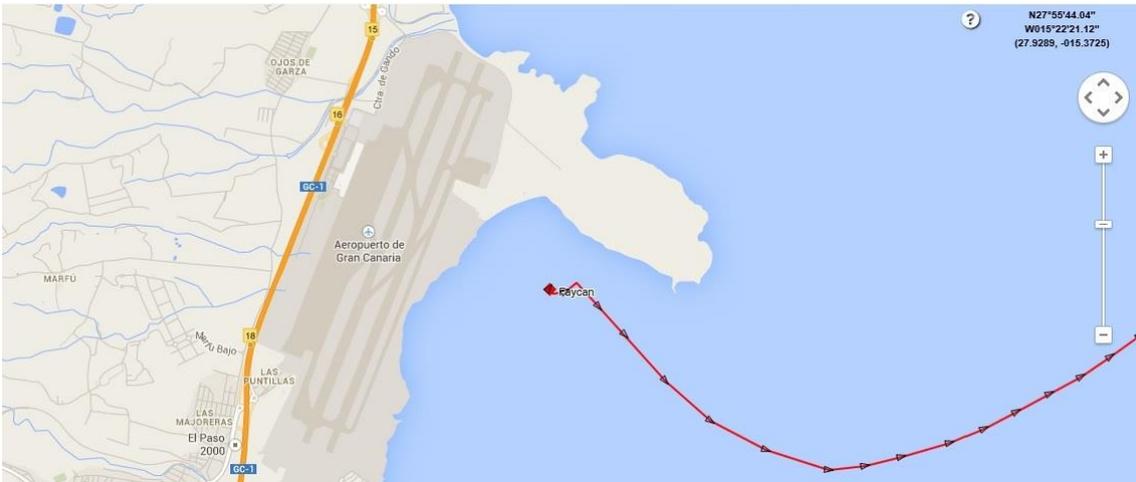


Imagen 3.22 ⇒ "Situación del campo de boyas de Gando"

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>



Imagen 3.23 ⇒ "Buque Faycan atracado en el campo de boyas de Gando"

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

### 3.5.3.2. Puerto de La Luz

Posición de atraque (7):

- Latitud: 28.1410 N
- Longitud: 015.4174 W

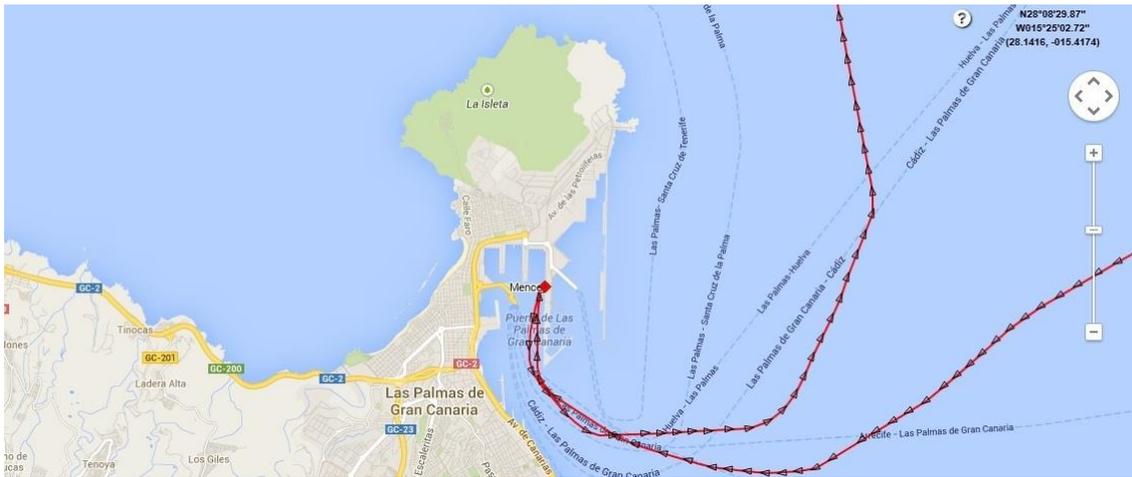


Imagen 3.24 ⇒ “Puerto de La Luz”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

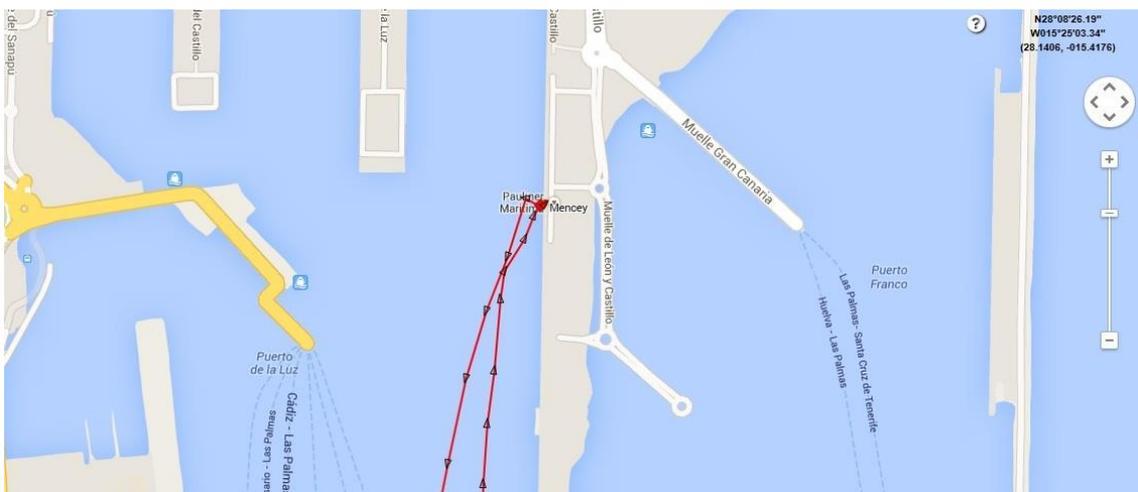


Imagen 3.25 ⇒ “Situación del atraque de los buques de Petrogás en La Luz”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

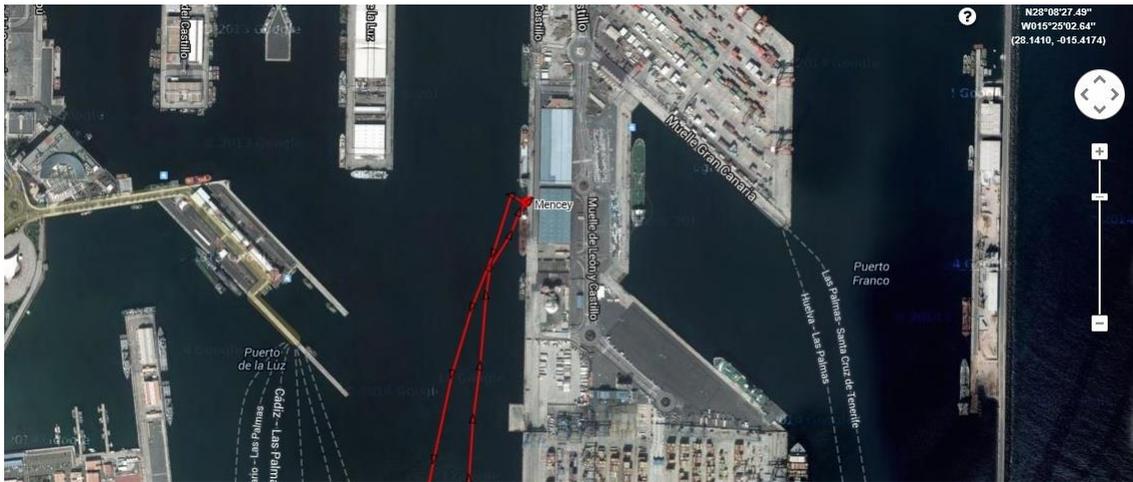


Imagen 3.26 ⇒ “Buque Mencey atracado en el puerto de La Luz”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

### 3.5.3.3. Puerto de Salinetas

Posición de atraque (7):

- Latitud: 27.97587 N
- Longitud: 015.37743 W

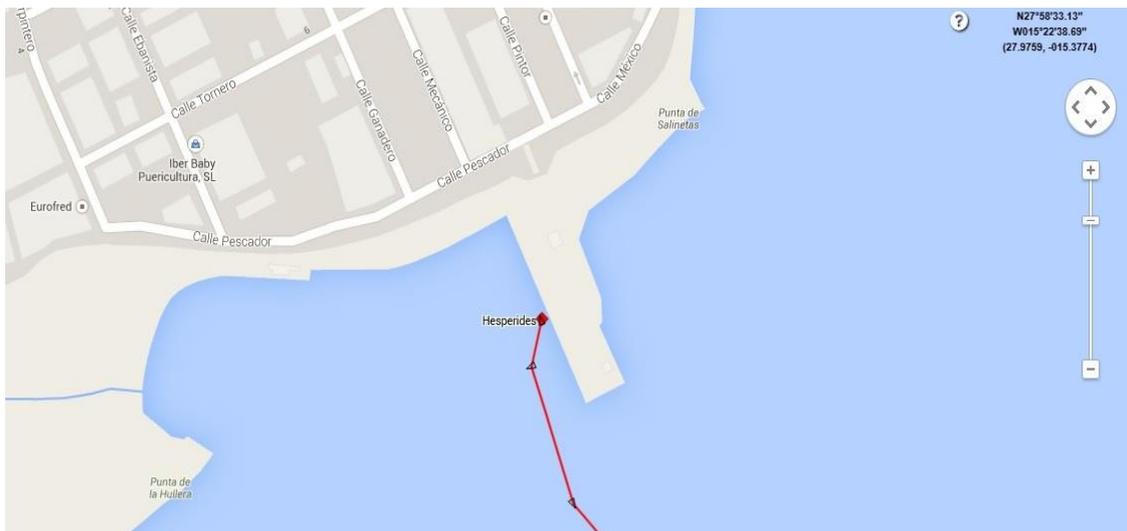


Imagen 3.27 ⇒ “Atraje del Buque Hespérides en el Puerto de Salinetas”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>



Imagen 3.28 ⇒ “Situación del atraque del buque Hesperides en el Puerto de Salinetas”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

### 3.5.4. La Gomera

Posición de atraque (7):

- Latitud: 28.08445 N
- Longitud: 017.10862 W

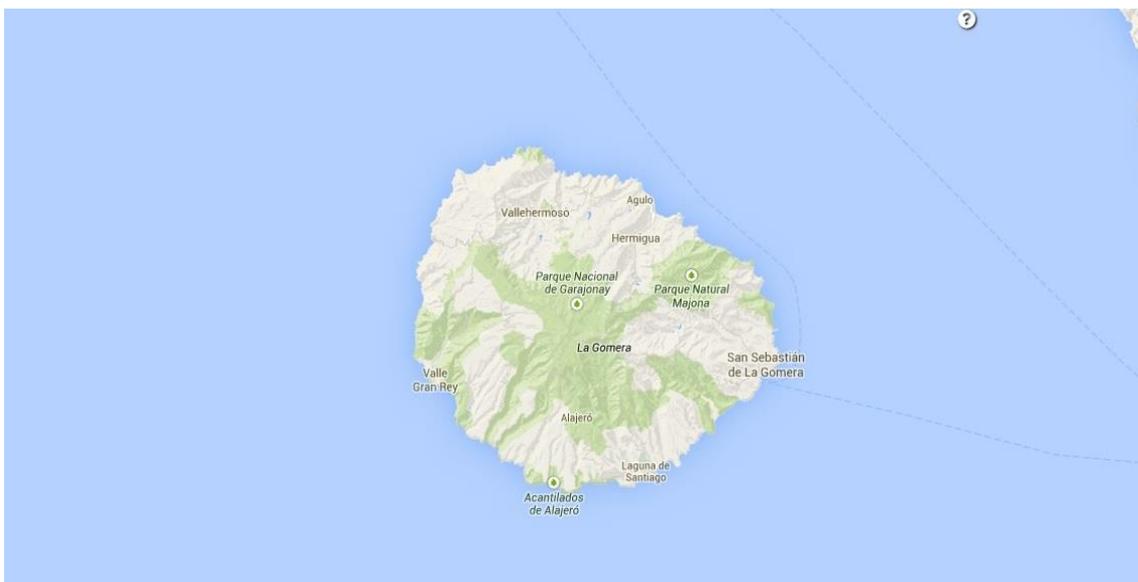


Imagen 3.29 ⇒ “Isla de La Gomera. Vista general”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

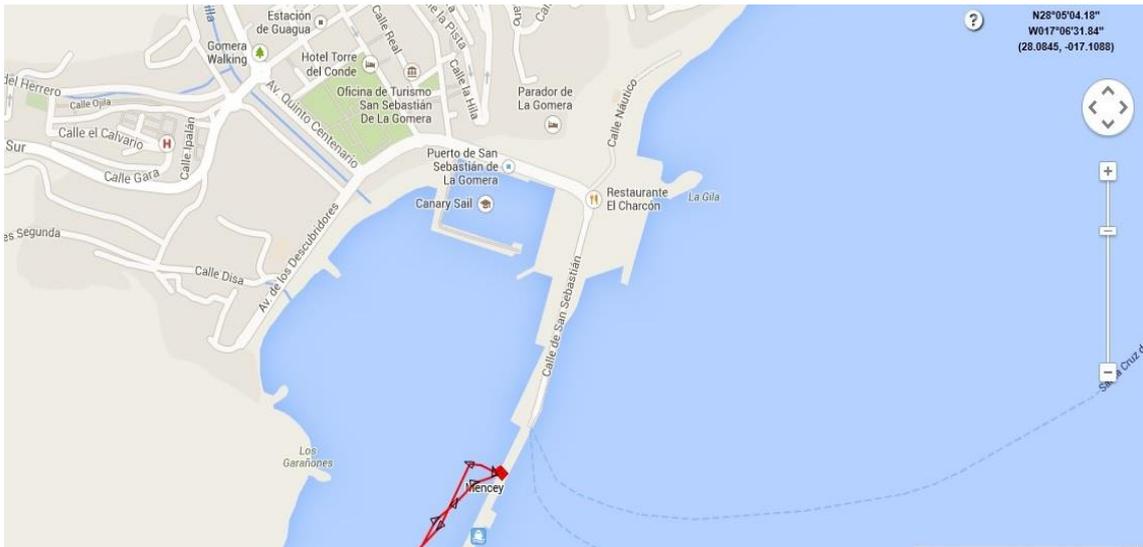


Imagen 3.30 ⇒ “Puerto de San Sebastián de La Gomera”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

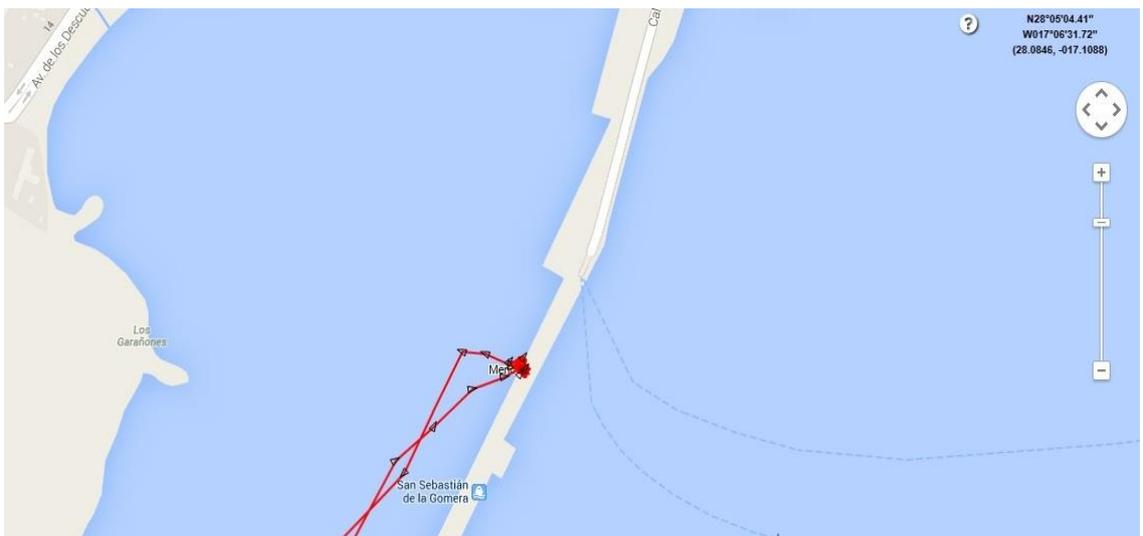


Imagen 3.31 ⇒ “Situación de atraque del buque Mencey en el puerto de La Gomera”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

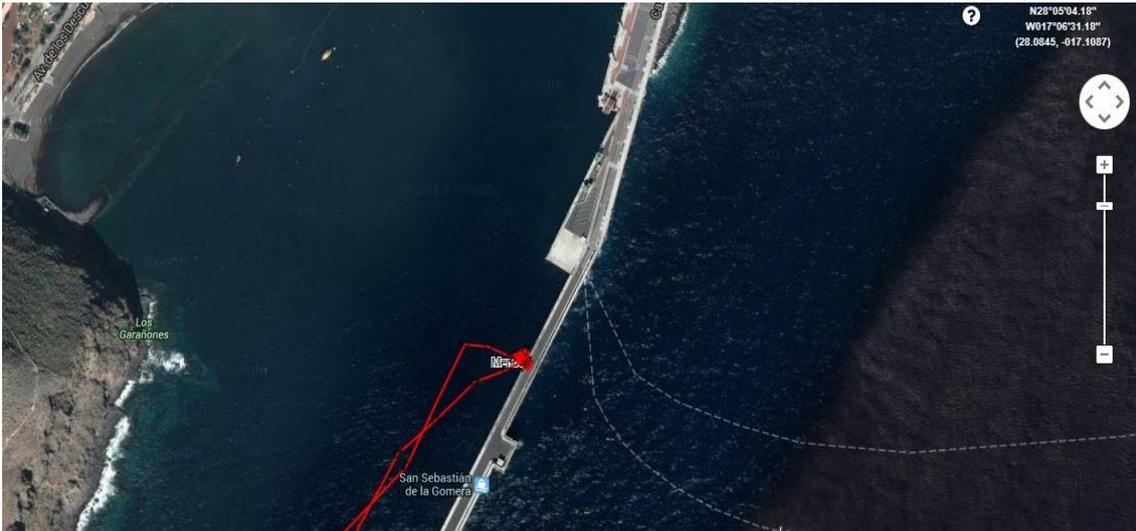


Imagen 3.32 ⇒ “Buque Mencey atracado en San Sebastián de La Gomera”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

### 3.5.5. La Palma

Posición de atraque (7):

- Latitud: 28.6746 N
- Longitud: 017.7682 W

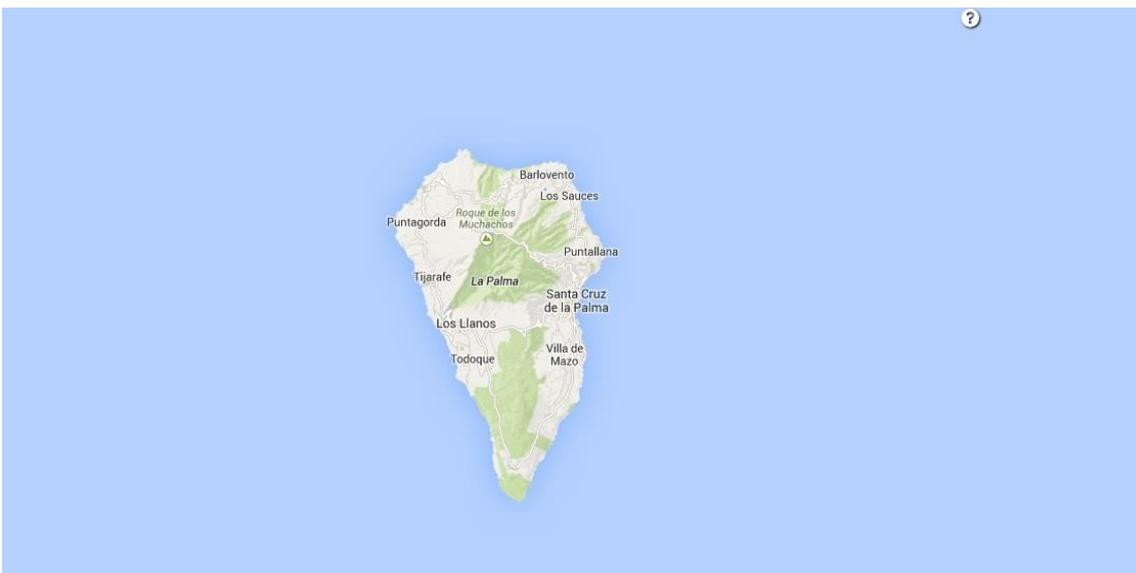


Imagen 3.33 ⇒ “Isla de La Palma. Vista general”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

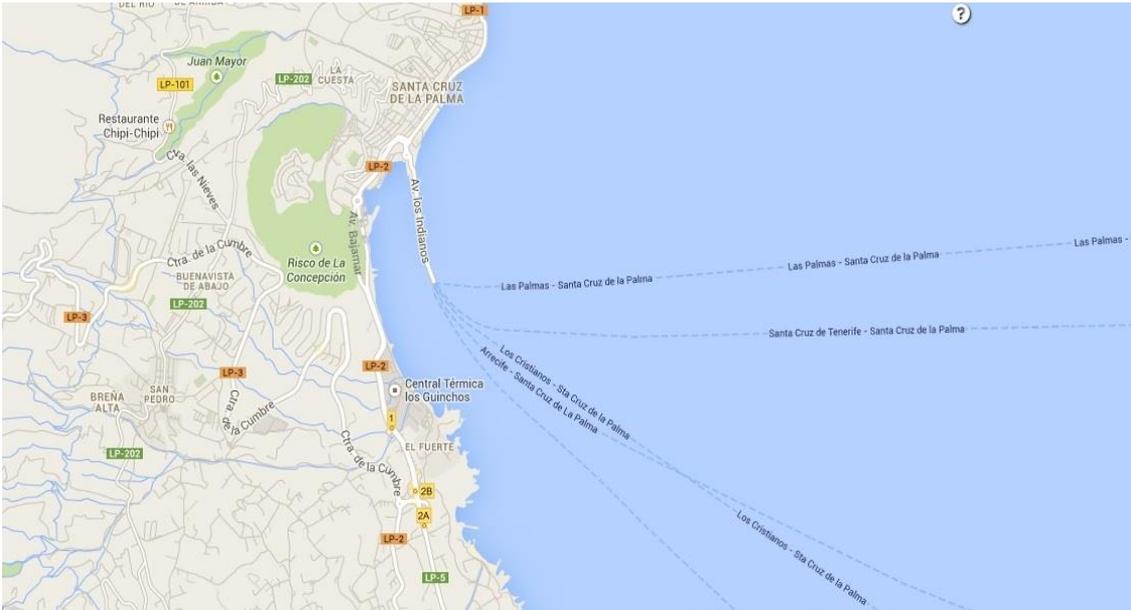


Imagen 3.34 ⇒ “Vista general del Puerto de Santa Cruz de La Palma”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

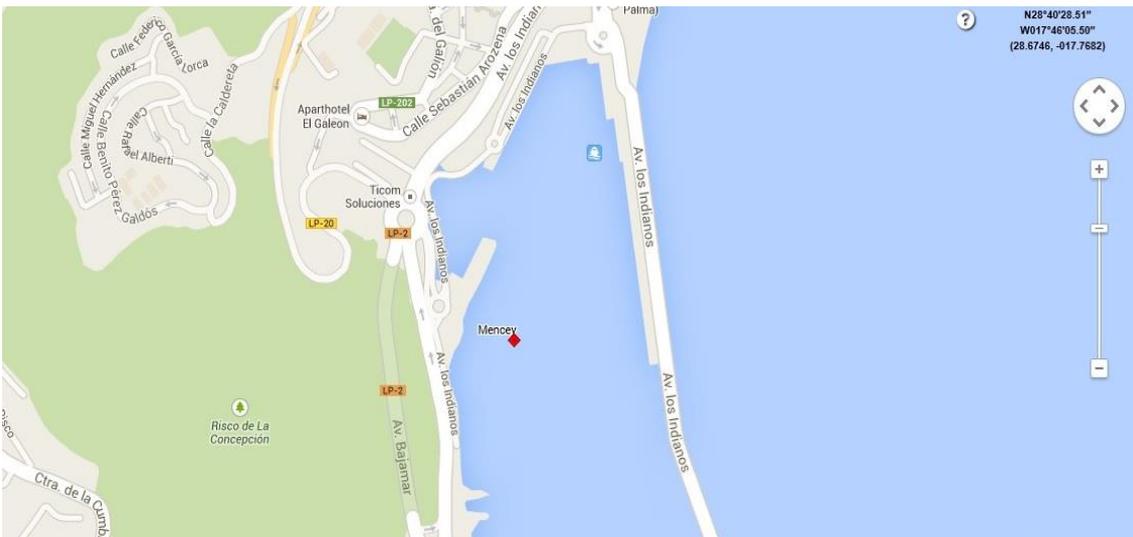


Imagen 3.35 ⇒ “Zona de atraque en el Puerto de Santa Cruz de La Palma”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

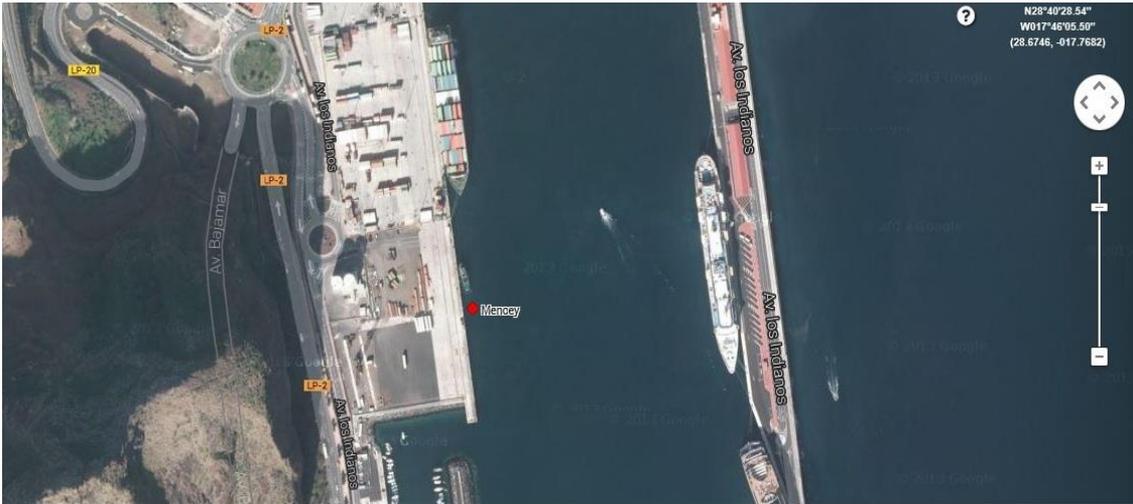


Imagen 3.36 ⇒ “Buque Mencey atracado en puerto”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

### 3.5.6. Lanzarote



Imagen 3.37 ⇒ “Isla de Lanzarote. Vista general”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

### 3.5.6.1. Arrecife

Posición de atraque (7):

- Latitud: 28.965223 N
- Longitud: 013.52818 W



Imagen 3.38 ⇒ “Vista general del Puerto de Arrecife”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

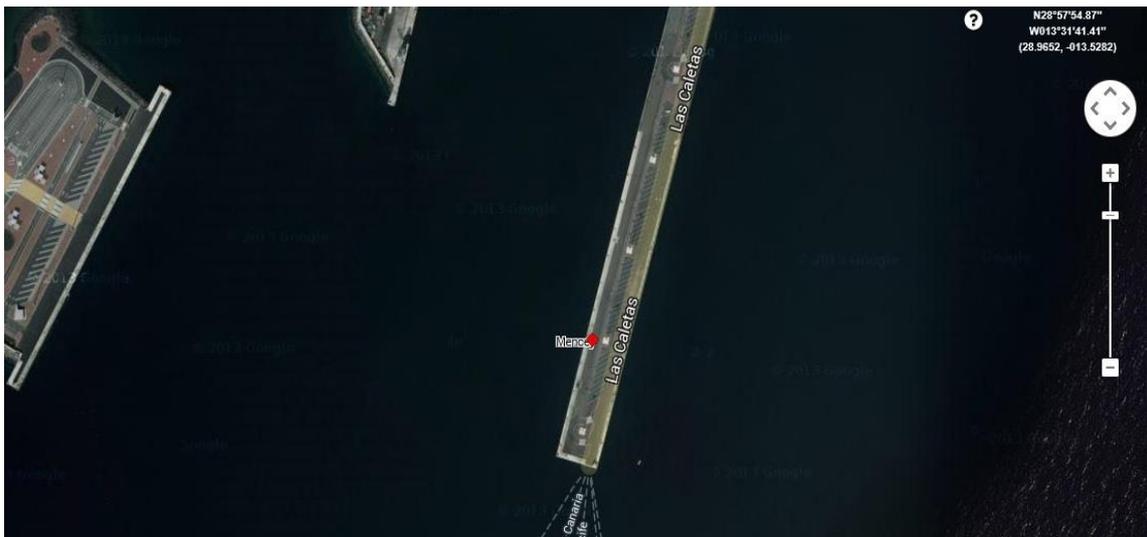


Imagen 3.39 ⇒ “Buque Mency atracado en el Puerto de Arrecife”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

### 3.5.6.2. Campo de boyas: Guasimeta

Posición de atraque (7):

- Latitud: 28.9349 N
- Longitud: 013.5995 W

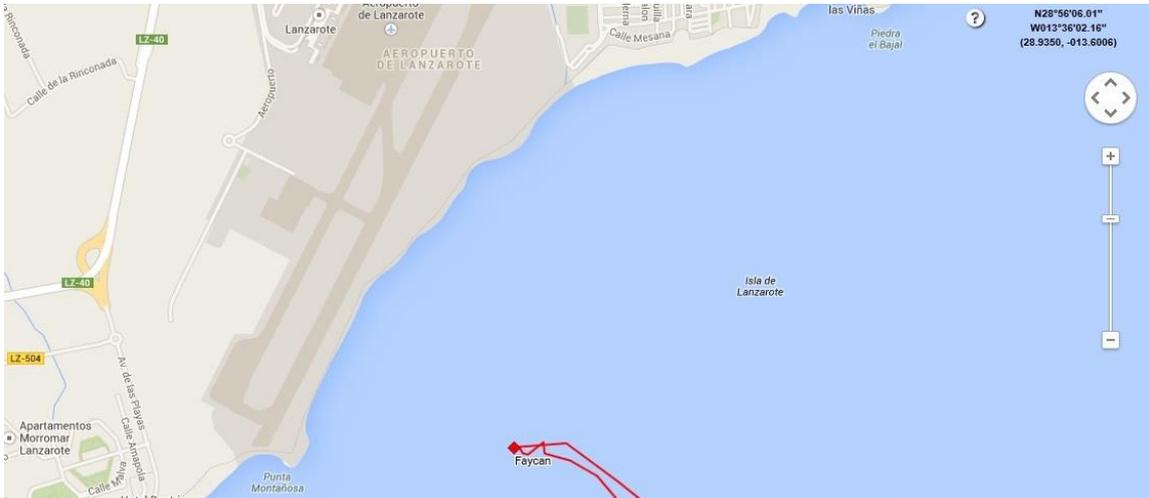


Imagen 3.40 ⇒ “Situación del campo de boyas de Guasimeta”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

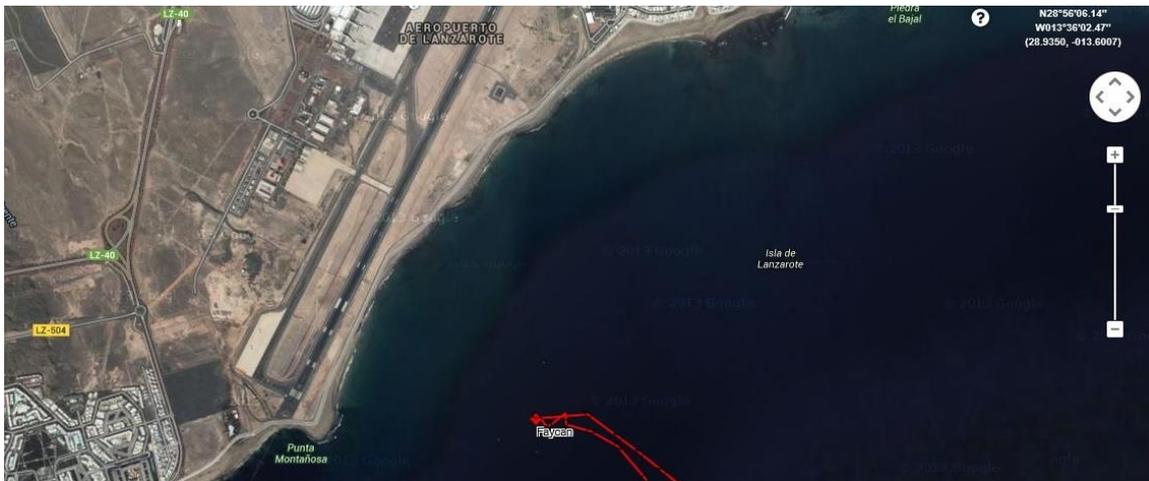


Imagen 3.41 ⇒ “Buque Faycan en el campo de boyas de Guasimeta”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

### 3.5.7. Tenerife



Imagen 3.42 ⇨ “Isla de Tenerife. Vista general”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

#### 3.5.7.1. Campo de boyas: La Tejita

Posición de atraque (7):

- Latitud: 28.0190 N
- Longitud: 016.5634 W

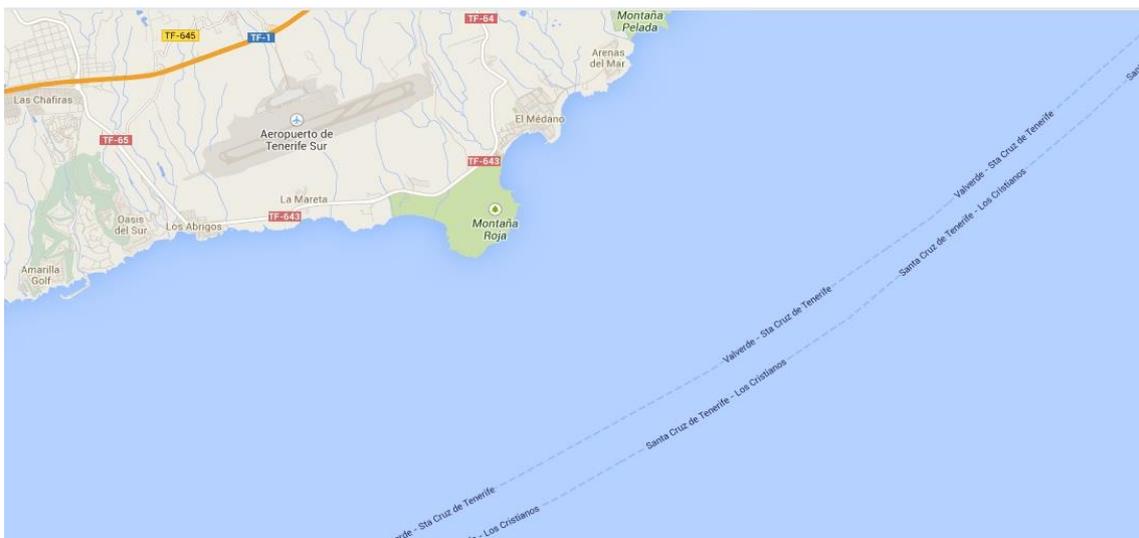


Imagen 3.43 ⇨ “Situación del campo de boyas de La Tejita”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>



Imagen 3.44 ⇒ “Campo de boyas de La Tejita”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

### 3.5.7.2. Dique del Este y Puerto de Santa Cruz

Posición de atraque (7):

- Latitud: 28.48682 N
- Longitud: 016.22127 W

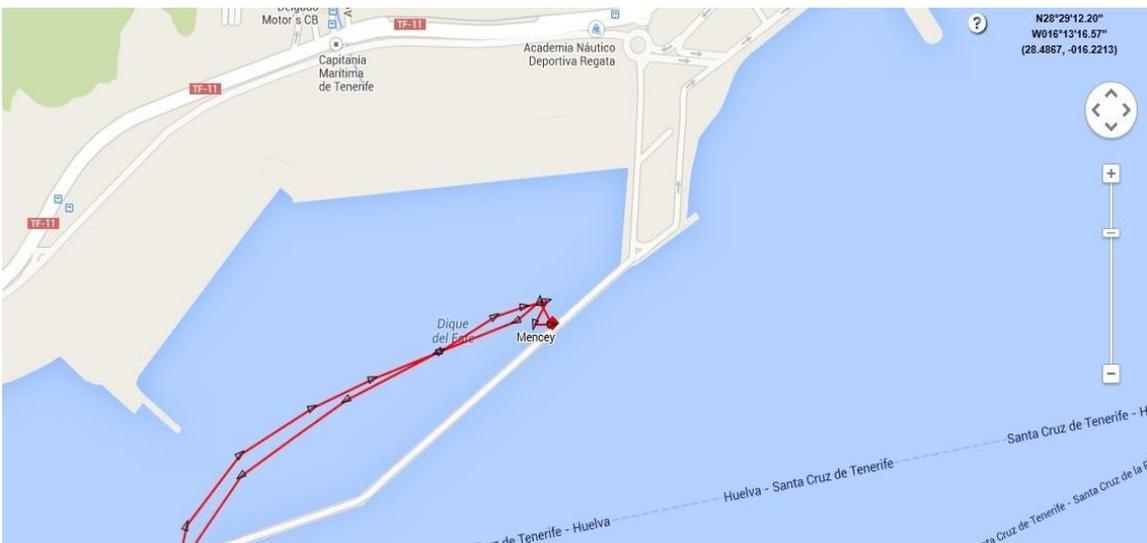


Imagen 3.45 ⇒ “Atraque de los buques de Petrogás en el Dique del Este”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

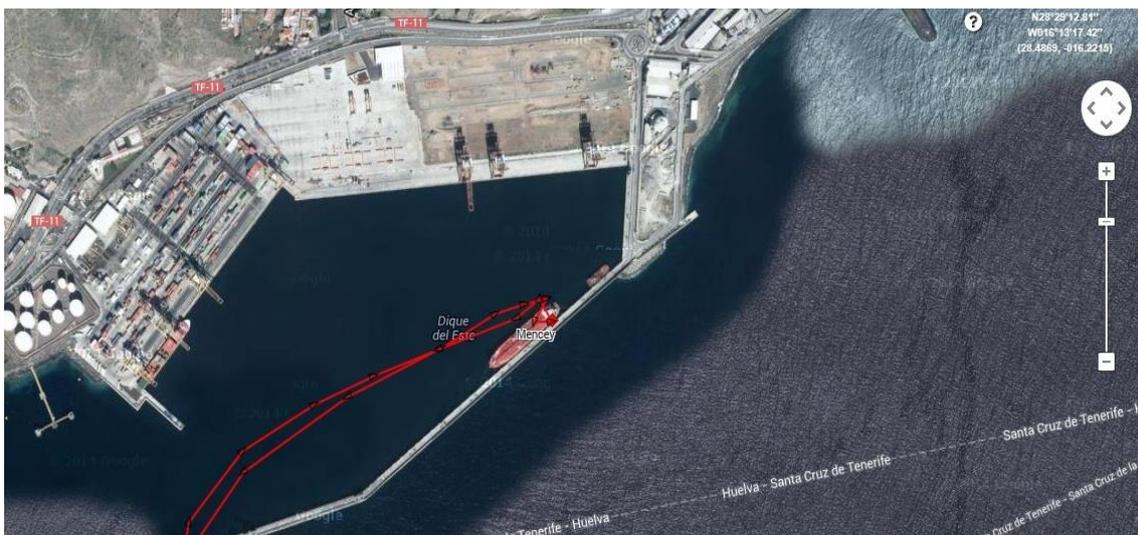


Imagen 3.46 ⇒ “Buque Mencey atracado en el Dique del Este”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

### 3.5.7.3. Fondeadero de San Andrés

Posición de fondeo (7):

- Latitud: 28.5001 N
- Longitud: 016.1834 W

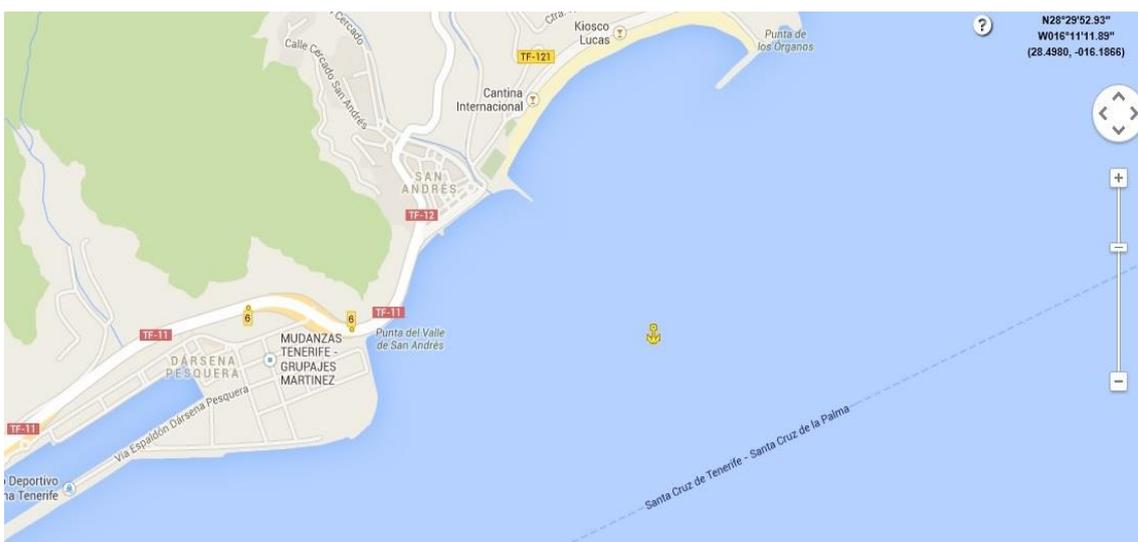


Imagen 3.47 ⇒ “Situación del fondeadero del Puerto de Santa Cruz de Tenerife”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

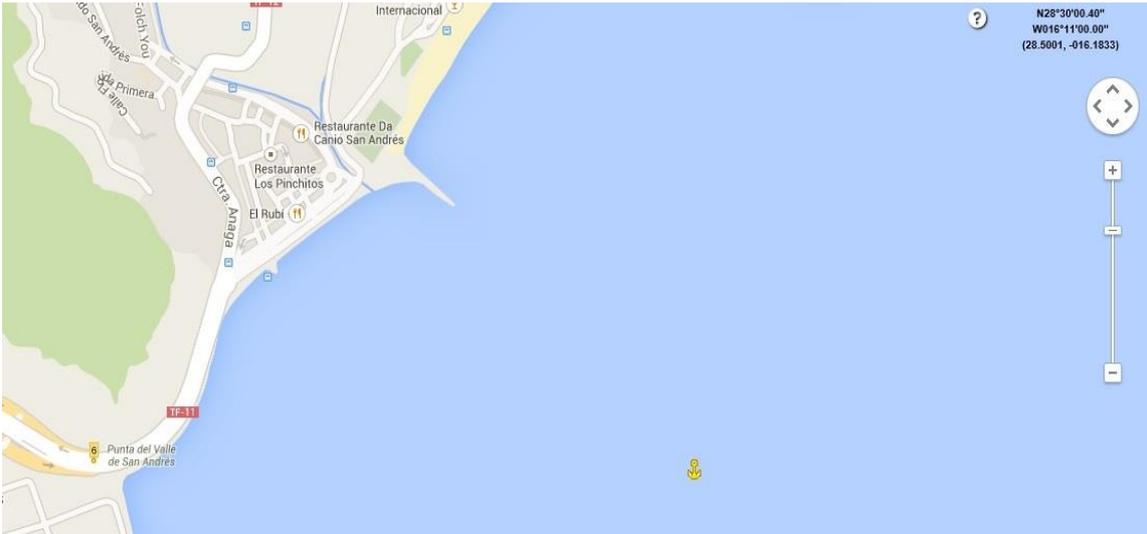


Imagen 3.48 ⇒ "Fondeadero de San Andrés"

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

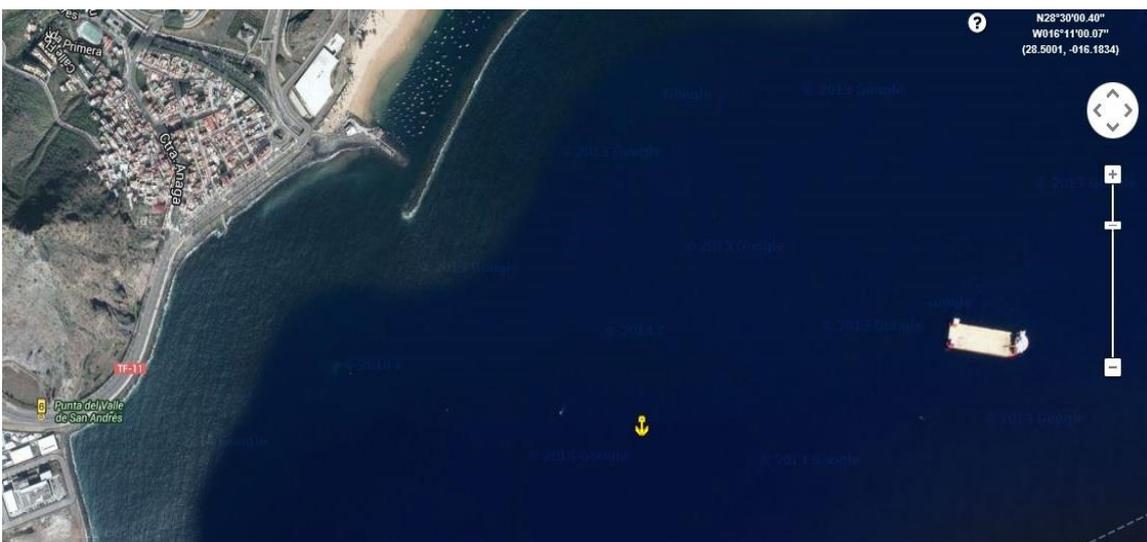


Imagen 3.49 ⇒ "Zona de fondeo del puerto de Santa Cruz"

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

### 3.5.7.4. Honduras

Posición de atraque (7):

- Latitud: 28.4496 N
- Longitud: 016.26475 W

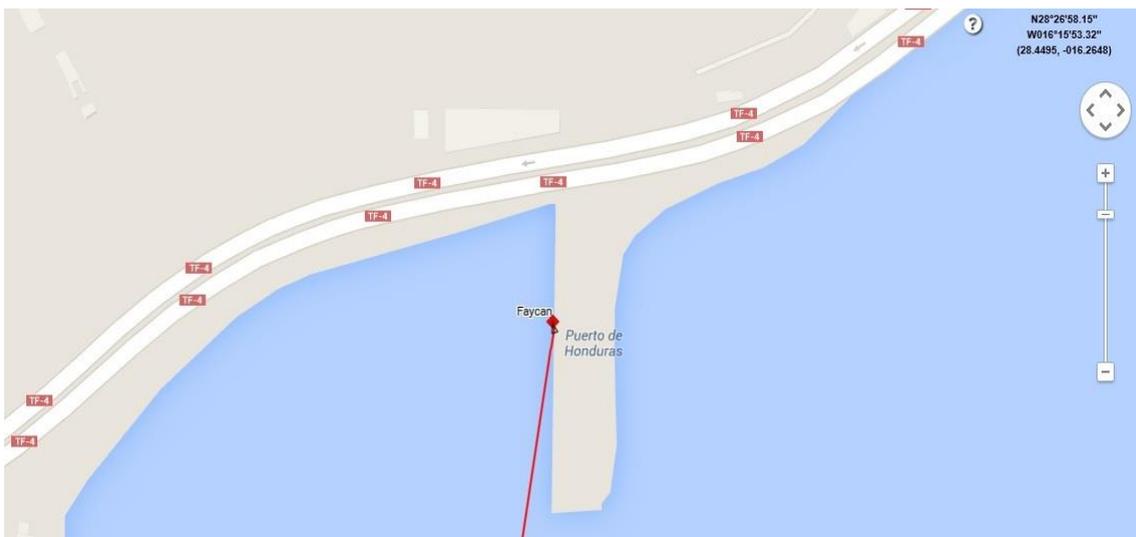


Imagen 3.50 ⇒ “Atraque del buque Faycan en el Puerto de Honduras”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>



Imagen 3.51 ⇒ “Zona de atraque de los buques de Petrogás en el Puerto de Honduras”

Fuente: Marine Traffic

<https://www.marinetraffic.com/es/>

### 3.6. Plan Nacional de Contingencias por Contaminación Marina Accidental

Actúa sobre el Mar Territorial y la Zona Económica Exclusiva española. Será activado este Plan, cuando los planes interiores y territoriales (PICCMA y PECMAR,

respectivamente) no sean suficientes, o cuando exista colisión, varada o avería de buques.

En el punto 1.5 se establecen los cinco criterios para la activación de los distintos planes de contingencias para el tema que estamos tratando, sólo nos interesa dos de ellos, el apartado b) y el apartado e) **(8)**:

b) Derrame al mar de productos contaminantes desde una instalación costera en el que esté implicado un buque. En primer lugar se activarán los medios correspondientes al Plan Interior de Contingencias y si la magnitud del derrame es tal que los medios adscritos al mismo son insuficientes, se habrá de activar el Plan Nacional. En el caso de que se vea amenazada la costa próxima se habrá de activar el Plan Territorial, actuándose según lo descrito en el mismo y en función del nivel de gravedad.

e) Derrame en el mar de productos contaminantes desde una Terminal de carga y/o descarga situada en aguas jurisdiccionales españolas. En primer lugar se activará el Plan Interior y si la magnitud del derrame desborda la capacidad de respuesta de los medios disponibles en la instalación, se activará el Plan Nacional. Si existe riesgo de que la contaminación llegue a la costa se activarán los Planes Territoriales de Contingencias correspondientes a la zona previsiblemente afectada.

En el punto 1.7 que lleva por título “Organismos del Estado, Autonómicos e Institucionales encuadrados dentro del Plan Nacional de Contingencias” aparecen los distintos Agentes que tomarán parte en caso de derrame y esté activado el Plan Nacional. Estos Agentes son **(8)**:

- Armada Española, del Ministerio de Defensa.
- Servicio Aéreo de Rescate (SAR), Ejército del Aire, Ministerio de Defensa.
- Servicio Aéreo, Marítimo y de Protección de la Naturaleza de la Dirección General de la Guardia Civil, Ministerio del Interior.
- Servicio de Vigilancia Aduanera de la Agencia Tributaria, Ministerio de Hacienda.
- Cruz Roja del Mar.

El Plan Nacional lo activa la Capitanía Marítima del lugar o la más próxima, en su defecto; Autoridades, CNCS-LCC.

Se intentará cumplir un protocolo de activación que se explica en el punto 3.1 del presente Plan, y lleva por título: “Procedimientos Operativos Generales del Plan Nacional de Contingencias”.

Una de las partes que más interesa a nuestro trabajo es el que se describe en el punto 3.4, “Evaluación de la Situación y Establecimiento del Plan Operativo”.

Primero debemos estudiar las primeras comunicaciones y las medidas que se tomaron, una vez hecho esto; se procede a establecer las mejores opciones, atendiendo a una serie de condiciones. Dichas condiciones se implantan en el punto 3.4.1 del citado Plan Nacional **(8)**:

- a) Si existen o no zonas sensibles o recursos importantes amenazados por la contaminación.
- b) Si es más aconsejable combatir la contaminación en alta mar o esperar a que se aproxime a la costa.
- c) Cuáles son las características del producto derramado y su efecto sobre el ecosistema.
- d)Cuál es el resultado de las acciones emprendidas hasta el momento.

A continuación de ser evaluada la situación con el procedimiento 3.4.1, se procede a la elaboración del Plan Operativo tomando en consideración las premisas del punto 3.4.2 **(8)**:

- a) Determinación de la posible trayectoria de la contaminación mediante la utilización de los programas informáticos de predicción disponibles.
- b) Establecimiento de un servicio de vigilancia aérea para verificar las predicciones y obtener información complementaria.
- c) Determinación de los puntos de la costa que es prioritario proteger y sistemas más adecuados de protección.

- d) Establecer el procedimiento de revisión del Plan Operativo en base al progreso de las operaciones y la información adicional obtenida de los observadores y de los propios Grupos de Respuesta.
- e) Establecer los sistemas de comunicaciones entre los Grupos de Respuesta y el Centro de Operaciones, así como de éste con la Dirección de las Operaciones.
- f) Mantenimiento de un control y registro diario de todas las operaciones, resultado de las mismas y equipo utilizado.
- g) Confección y difusión de los correspondientes Partes de Operaciones.
- h) Procedimientos para la limpieza, mantenimiento y reparación de los equipos utilizados.
- i) Previsiones para el levantamiento de las operaciones, una vez finalizadas estas, y regreso del personal y material a sus lugares de origen.

### **3.7. Plan Territorial PECMAR**

El Plan Específico de Contingencias por Contaminación Marina Accidental de Canarias tiene por objeto *“definir y coordinar la actuación de los diferentes agentes involucrados, tanto de las administraciones públicas como de las instituciones públicas y privadas, para la obtención del máximo rendimiento en el caso de la lucha contra la contaminación marina derivada de un accidente.”* **(9)**

El PECMAR tiene validez en toda la zona de Canarias. Para operar con mayor eficacia se ha dividido Canarias en seis zonas tomando como punto de referencia el Norte de Gran Canaria.

En lo que concierne a este trabajo es de vital importancia el punto 5.1 (Fases y situaciones de emergencia) del PECMAR.

FASE	SITUACIÓN	SUCESO	ACTUACIONES
Vigilancia	Normalidad	No se ha producido ningún suceso que haga temer una contaminación marina	Se mantiene el dispositivo de vigilancia
Preemergencia	Prealerta	Sucesos específicos: varamientos de cetáceos o bidones con carga química	Activación de protocolos específicos
		Accidente marítimo en el mar sin que se produzca un derrame contaminante	Aviso de prealerta, alerta y alerta máxima: activación preventiva de protocolos de notificación y seguimiento
	Alerta máxima	Fuga contaminante en tierra que pueda alcanzar barrancos o sistemas de saneamiento que lo conduzcan al mar	
Emergencia	Emergencia I	Contaminación leve en mar abierto, a cierta distancia de la costa	Activación operativa del PECMAR
	Emergencia II	Contaminación moderada afectando a una zona localizada y puntual de la costa	
	Emergencia III	Contaminación grave afección generalizada a un tramo extenso de la costa	
	Alarma	Medios de actuación desbordados	Activación adicional del Plan de Emergencias de ámbito superior
Post-emergencia	Fin de la emergencia	Situación controlada	Desactivación de los Planes activados y retirada de efectivos

Tabla 3.24 ⇒ "Fases y situaciones de emergencia. PECMAR"

Fuente: Véase Bibliografía (9)

Las distintas fases anteriores deben ser activadas lo antes posible, dependiendo del suceso, para que el PECMAR tenga una eficiencia aceptable.

Aunque el PECMAR generalmente se establece a nivel autonómico, también actuará dependiendo del ámbito y de la cantidad de contaminante según la siguiente tabla.

NIVEL	PLAN ACTIVO	CENTRO DE COORDINACIÓN	DIRECTOR
Municipal	PAM	CECOPAL	Alcalde
Insular	PAIN	CECOPIN	Presidente del Cabildo
Autonómico	PECMAR	CECOP	Consejero de Medio Ambiente y Ordenación Territorial
Nacional	PECMAR Plan Nacional	CECOP CECOMAR	Ministerio del Interior

Tabla 3.25 ⇒ "Actuación del PECMAR según el ámbito geográfico"

Fuente: Véase *Bibliografía* (9)

La notificación del accidente para luego activar el PECMAR tendrá un protocolo, éste se halla recogido en el punto 5.2.2. El aviso inicial debe pasar en primer lugar por la Autoridad Portuaria, en segundo lugar por SASEMAR, y en tercer lugar por el CECOES.

A continuación se presenta la cadena a seguir desde el aviso inicial hasta el fin de la emergencia:

NOTIFICACIÓN DEL ACCIDENTE ⇒ Avisos iniciales ⇒ Protocolos de Notificación ⇒ Aviso de Pre-alerta ⇒ Activación de Protocolos Específicos ⇒ ACTIVACIÓN DEL PECMAR e INTERVENCIÓN ⇒ Activación en Alerta ⇒ Activación en Emergencia ⇒ Detección, Seguimiento y Modelización de Manchas Contaminantes ⇒ EVOLUCIÓN ⇒ FIN DE LA EMERGENCIA (es declarada la situación de fin de emergencia en caso de eliminar todo el contaminante, o en caso de que la situación esté controlada).

Tabla 3.26 ⇒ "Procedimiento desde el aviso hasta el fin de la emergencia"

Fuente: Elaboración propia

El plan de autoprotección de puerto se encuentra en el punto 5.6.2 del PECMAR y viene a decir lo siguiente: Los puertos por su condición son sensibles a cualquier contaminación de las aguas interiores y exteriores cercanas al puerto. Los puertos de Canarias y sus planes interiores de contingencias de derrames deben estar establecidos según el PECMAR, el Plan de Actuación Municipal para Contaminación

Marina y el Plan de Actuación Insular para Contaminación Marina del municipio y de la isla afectada por un derrame de hidrocarburo.

El último punto que afecta del PECMAR a éste trabajo es el 6.1 que lleva por título “Equipamiento e Instalaciones necesarios para la Gestión de una Emergencia de Contaminación Marina”. Existen unos medios permanentes y otros que no lo son, a continuación se expondrá una tabla con los distintos medios.

MEDIOS DISPONIBLES	
Permanentes	En caso de Emergencia
CECOES 112	Servicios de Extinción de Incendios y Salvamento
Dispositivos de Alerta y Vigilancia	Laboratorios de Análisis Químicos
REMER y teléfonos: 112,061,092	Grupo de Intervención de Emergencia
GIE	Bomberos
Bomberos	Agentes Rurales
Agentes Rurales	Policía Local
Policía Local	Servicio Canario de Salud
Servicio Canario de Salud	Servicio de Urgencia Canario
Parque móvil municipal	Parque móvil municipal
Albergues municipales	Grupos locales de protección civil
Grupos locales de protección civil	Cruz Roja
Cruz Roja	--
Servicio de Urgencia Canario	--

Tabla 3.27 ⇨ “Medios disponibles”

Fuente: Véase *Bibliografía* (9)

### 3.8. Plan Interior PICCMA

Es necesario la creación del PICCMA para controlar la contaminación marina accidental en caso de producirse, y reducir los riesgos sobre las personas, instalaciones e infraestructuras.

Antecedentes al PICCMA **(10)**:

- Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general sobre las Autoridades Portuarias.

- Real Decreto 253/2004, de 13 de febrero, por el que se establecen medidas de prevención y lucha contra la contaminación en las operaciones de carga, descarga y manipulación de hidrocarburos en el ámbito marítimo y portuario.
- Convenios Internacionales ratificados por España, especialmente el Convenio OPRC 90 (Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha Contra la Contaminación por Hidrocarburo).

La Autoridad Portuaria de Las Palmas y la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife elaboran los Planes Interiores de Contingencias por Contaminación Accidental (PICCMA) en relación con la Ley 48/2003 y el RD 253/2004.

Estos planes interiores permiten que las correspondientes Autoridades Portuarias cumplan sus funciones en materia de contaminación marina accidental causada por hidrocarburos, además de permitir la correcta cooperación y coordinación entre las distintas organizaciones afectadas, es decir; la propia Autoridad Portuaria, Capitanía Marítima, SASEMAR...

Este Plan (PICCMA) interviene en las zonas donde exista el riesgo de contaminación accidental causada por hidrocarburos y en las zonas de puertos.

Este tipo de planes son de vital importancia, ya que permite la conexión con otros planes de contingencias (Plan Nacional de Contingencias, por ejemplo) como una especie de red, en la cual todos los elementos se encuentran interrelacionados, esto se consigue eficazmente de la siguiente manera: Previniendo y controlando las situaciones de emergencia, minimizando los daños para proteger la salud de las especies, y comunicando la información relevante.

Se considerará un derrame cualquier cantidad de hidrocarburo que afecte el agua. Inmediatamente se activa el PICCMA.

Esto tiene un inconveniente, ya que una pequeña cantidad derramada provoca activar el PICCMA, se traduce en una mala imagen del puerto. Sin embargo, permite actuar con mucha rapidez en caso de contaminación.

### 3.9. ISGOTT

El ISGOTT (International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals) es un manual de ámbito internacional, se utiliza como referencia en seguridad para aquellas operaciones de carga y descarga del buque con la terminal.

Este escrito es muy amplio, debido a esto nosotros nos centraremos en lo que nos interesa de este manual. Es decir, las operaciones de carga/descarga. Para ello, hacemos referencia al Capítulo 11 “Operaciones a bordo”.

Siempre las operaciones de carga o descarga deben estar planificadas y debe acreditarse mediante un documento escrito, en el que las partes implicadas (buque y terminal) deben adoptar las mejores opciones. El documento de planificación puede estar sometido a cambios, sin embargo deben notificarse con un documento, también se debe comunicar a todo el personal, tanto del buque como de tierra de los cambios hechos.

En el apartado 11.1.6 del ISGOTT se expone el procedimiento de carga. A continuación se expone un resumen del apartado 11.1.6.

El porcentaje de la responsabilidad debe estar acordada entre el capitán del buque y el representante de la terminal. Una vez que la responsabilidad esté acordada y el documento de planificación esté listo, el responsable de la terminal y el oficial encargado dan el visto bueno para proceder a la operación de carga.

Es necesario que exista un plan de emergencia en caso de que la operación no vaya según lo previsto. En este caso debe haber alarmas tanto en el buque como en la terminal, y las operaciones deberán suspenderse inmediatamente.

Deben de supervisarse de manera eficiente las operaciones de carga para ello el manual estipula lo siguiente. Primero, el oficial debe estar en su puesto de trabajo monitoreando la operación, además debe haber un personal de la tripulación continuamente en la cubierta. Segundo, las comunicaciones tierra-buque deben ser óptimas. Tercero, al inicio de la carga y en los cambios de guardia, el representante en tierra y el del buque deben acordar que entienden el sistema de comunicación. Cuarto, *“todo el personal involucrado debe comprender los requerimientos de respaldo para la*

*suspensión normal de las bombas de costa al completarse la operación de carga y los requerimientos del sistema de suspensión de emergencia, tanto para del buque como de la terminal.” (11)*

En caso de que el buque posea planta de gas inerte, en el momento de la carga debe estar parada y la presión del gas en la bodega debe ser mínimo. No es necesario lo anterior, si se está cargando a la vez que se está deslastrando.

En caso de que proceda, estando una carga cerrada debemos asegurarnos de que están cerradas las compuertas de espacios de vacío, las de sondeo y las de visión. Al cargar los tanques, el gas del interior debe desplazarse hasta salir por los conductos de ventilación. Al usar este método de carga, a veces se rebosan los tanques, se debe a la confianza del responsable que se fía de los datos que obtienen los medidores del interior del tanque de carga, normalmente se llena hasta el nivel donde esté dispuesta una alarma de llenado.

En el apartado 11.1.6.7 se presenta el procedimiento de carga en una terminal. Cuando el buque esté listo para recibir la carga y las válvulas tanto de éste como de la terminal estén preparadas se dispondrá a cargar. El comienzo de la carga debe hacerse a un solo tanque a velocidad muy baja y por gravedad. Una vez que el responsable en el buque confirme la operación en tierra se dará la orden de poner en funcionamiento las bombas. Irán progresivamente hasta llegar a los valores pactados previamente.

En el apartado 11.1.6.8 se muestra el procedimiento de comienzo de carga en atraques a boya mar adentro. Lo más importante en este tipo de operaciones de carga es la comunicación buque-tierra, por eso debe haber dos sistemas de comunicación distintos; el principal y el de emergencia en caso de producirse fallo en el primero. Se comenzará con una presión de llenado baja que irá incrementándose proporcionalmente hasta alcanzar los valores óptimos. En las operaciones desarrolladas con poca luz se instalará una luz enfocando a la conexión manguera-buque para detectar posibles fugas.

En los dos siguientes apartados al anterior, es decir; 11.1.6.9 y 11.1.6.10 se explican los comienzos de carga desde una línea de popa y desde una línea de proa,

respectivamente. Cuando se produzca la carga tanto por popa como por proa habrá que tener especial cuidado con las conexiones, controlar los sistemas de amarre, zonas próximas a popa y proa, además; los espacios confinados deben estar cerrados.

Hemos dicho que debe empezar a cargarse un solo tanque, al poco tiempo de iniciarse la carga de ese tanque se debe tomar una muestra para saber si se está cargando el producto específico con las determinadas especificaciones acordadas. Hay que tener especial cuidado al recoger esta muestra ya que existe el riesgo de la electricidad estática.

La carga se debe monitorizar periódicamente, el apartado 11.1.6.13 regula el proceso. Debe controlarse que efectivamente se carga en el tanque que deseamos y que los demás se encuentren en las condiciones de vacío, para saber así que no hay una fuga de productos hacia los tanques contiguos, cubierta o sala de máquinas. Cada hora se deben comprobar el índice de carga y el porcentaje de vacío del tanque, además; se deben comprobar las condiciones de estabilidad para cumplir los requisitos de seguridad. Si se produce una caída de presión en las líneas significa que hay un escape por alguna de ellas, se debe detener las operaciones hasta restablecer el problema.

En el apartado 11.1.6.16 se establece la finalización de la carga. Se informa desde el buque cuando esté próxima la finalización de la carga, para que desde tierra se reduzca la presión de llenado progresivamente. Se cerrarán las válvulas maestras. Se debe controlar el espacio vacío de los tanques para evitar que haya un rebose. La finalización de carga debe producirse por gravedad, o en caso de la utilización de bombas el buque podría requerir que se cierre el caudal de flujo inmediatamente.

Finalmente, el operario que corresponda deberá asegurarse que las válvulas de carga de los tanques estén cerrados, que las aperturas estén cerradas y que las válvulas de alivio de presión estén correctamente posicionadas.

### **3.10. Medios de lucha contra la contaminación ⇨ SASEMAR**

Salvamento Marítimo (Ministerio de Fomento) posee varias funciones, una de ellas es la Lucha Contra la Contaminación (recogida en el PNS 2010-2018).

Esta organización trata de evitar las consecuencias de un derrame mediante la prevención, para ello se apoya en: La Ley 27/1992 de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, el Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha Contra la Contaminación por Hidrocarburos (OPRC 90) y su Protocolo sobre sustancias nocivas y potencialmente peligrosas (OPRC-HNS 2000) y el Plan Nacional de Contingencias por Contaminación Marina Accidental.

Cuenta con medios marítimos, aéreos y equipos de intervención; para ser efectivo ante cualquier derrame producido en nuestras aguas.

### 3.10.1 Medios marítimos

73 buques: 4 buques polivalentes, 10 buques remolcadores, 4 Guardamar y 55 Salvamares. **(12)**

BUQUES POLIVALENTES					
Nombre	Año	Potencia (cv)	Tiro (T)	Eslora (m)	Zona de influencia
Luz de Mar	2005	10300	128	56	Sur-Estrecho
Miguel de Cervantes	2005	10300	128	56	Canarias
Don Inda	2006	20600	228	80	Norte-Noroeste
Clara Campoamor	2007	20600	228	80	Mediterráneo

Tabla 3.28 ⇒ "Buques polivalentes de SASEMAR"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

BUQUES REMOLCADORES					
Nombre	Año	Potencia (cv)	Tiro (T)	Eslora (m)	Zona de influencia
Alonso de Chaves	1987	8640	105	63	Cantábrico Occidental
María de Maeztu	2008	5092	60	40	Cantábrico Oriental
Punta Salinas	1982	8800	97.7	63	Canarias Occidental
Punta Mayor	1984	8000	81	60	Mediterráneo Norte
María Zambrano	2008	5092	60	40	Andalucía Occidental
María Pita	2008	5092	60	40	Galicia Sur
Marta Mata	2008	5092	60	40	Baleares
SAR Mastelero	2010	5092	60	40	Andalucía Oriental
SAR Gavia	2011	5092	60	40	Galicia Norte
SAR Mesana	2011	5092	60	40	Mediterráneo Central

Tabla 3.29 ⇒ "Buques remolcadores de SASEMAR"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

### 3.10.2. Medios aéreos

11 helicópteros: 8 Helimer y 3 Sikorsky, con bases en Jerez, Gijón, Gando, Tenerife Sur, A Coruña, Valencia, Reus, Almería, Santander y Baleares. **(12)**

3 aviones: EADS-CASA CN 235-300, con bases en Valencia, Santiago de Compostela y Las Palmas. **(12)**

HELICÓPTEROS					
Nombre	Modelo	V (kn)	Alcance (nm)	Zona de Influencia	Propiedad
Helimer 201	AW139	167	500	Baleares	Sasemar
Helimer 202	AW139	167	500	Canarias Occidental	Sasemar
Helimer 203	AW139	167	500	Mediterráneo Central	Sasemar
Helimer 204	AW139	167	500	Mediterráneo Norte	Sasemar
Helimer 205	AW139	167	500	Cantábrico (Santander)	Sasemar
Helimer 206	AW139	167	500	Cantábrico (Gijón)	Sasemar
Helimer 207	AW139	167	500	Alborán/Mediterráneo Sur	Sasemar
Helimer 208	S61N	130	450	Canarias Oriental	Inaer
Helimer 209	S61N	130	450	Estrecho	Inaer
Helimer 210	S61N	130	450	Galicia	Inaer
Helimer 211	AW139	167	500	Galicia	Sasemar

Tabla 3.30 ⇒ "Helicópteros de SASEMAR"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

AVIONES					
Nombre	Modelo	V (kn)	Alcance (nm)	Zona de Influencia	Propiedad
Sasemar 101	CN235-300	236	2000	Mediterráneo	Sasemar
Sasemar 102	CN235-300	236	2000	Galicia/Cantábrico	Sasemar
Sasemar 103	CN235-300	236	2000	Canarias	Sasemar

Tabla 3.31 ⇒ "Aviones de SASEMAR"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

### 3.10.3. Equipos de intervención

Esta sección de Salvamento Marítimo cuenta con los materiales y equipos necesarios para contener, recoger y eliminar los hidrocarburos, en caso de derrame. Las bases de Fene, Santander, Castellón, Cartagena, Sevilla y Tenerife tienen además la función de mantenerlos y repararlos.

Las bases antes citadas están equipadas con **(12)**:

- Cercos/Barreras de contención de hidrocarburos para puertos, costas y océanos.
- Equipos de recuperación de hidrocarburos de la superficie del mar.

- Equipos de almacenaje y estiba, tanques flotantes y terrestres de almacenamiento del hidrocarburo recuperado.
- Equipos de buceo.
- Equipos de bombeos (eléctricos, hidráulicos y neumáticos) para la extracción de contaminantes y achique de buques.
- Unidades de potencia (eléctricas, neumáticas e hidráulicas) portátiles para el funcionamiento de los equipos de Operaciones y LCC.

Los materiales y equipos antes nombrados se encuentran detallados en la página web de Salvamento Marítimo. No obstante, al desarrollarse el trabajo en zonas de operaciones de carga/descarga de hidrocarburos, daremos especial énfasis en las barreras recomendadas por Salvamento Marítimo para zonas protegidas y/o zonas portuarias **(12)**:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Nombre de la barrera	UNIBOOM S 650
Descripción general	
ID Artículo	040336033
Fabricante	UNIBOOM
Modelo	S
Tipo de barrera	Inflable
Uso recomendado	Aguas protegidas/playas
País de origen	España
Características básicas	
Altura total desinflada (mm)	--
Francobordo (mm)	300
Calado	350
Faldón	--
Longitud tramo	15
Conexiones entre tramos	--
Lastre	--
Sistema de inflado	--
Flotadores	Flotadores cilíndricos inflables
Peso (kg/m)	--
Material	Poliéster recubierto de pvc
Color	--
Observaciones	--

Tabla 3.32 ⇒ "Barrera UNIBOOM S 650"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Nombre de la barrera	NOFI 250
Descripción general	
ID Artículo	040425013
Fabricante	NOFI
Modelo	250
Tipo de barrera	Rígida
Uso recomendado	Áreas protegidas/portuarias
País de origen	Noruega
Características básicas	
Altura total desinflada (mm)	600
Francobordo (mm)	250
Calado	250
Faldón	350
Longitud tramo	25
Conexiones entre tramos	Noruega
Lastre	Cadena
Sistema de inflado	--
Flotadores	Rígidos cilíndricos pe expandido
Peso (kg/m)	1.4
Material	Ps + pvc
Color	Naranja
Observaciones	--

Tabla 3.33 ⇒ "Barrera NOFI 250"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Nombre de la barrera	NOFI 350
Descripción general	
ID Artículo	040425014
Fabricante	NOFI
Modelo	350
Tipo de barrera	Rígida
Uso recomendado	Áreas protegidas/portuarias
País de origen	Noruega
Características básicas	
Altura total desinflada (mm)	850
Francobordo (mm)	350
Calado	350
Faldón	500
Longitud tramo	25
Conexiones entre tramos	Noruega
Lastre	Cadena
Sistema de inflado	--
Flotadores	Rígidos cilíndricos pe expandido
Peso (kg/m)	4
Material	Ps + pvc
Color	Naranja
Observaciones	--

Tabla 3.34 ⇒ "Barrera NOFI 350"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Nombre de la barrera	TROIL BOOM GP 1100
Descripción general	
ID Artículo	040428030
Fabricante	RO-CLEAN DESMI
Modelo	GP 1100
Tipo de barrera	Rígida
Uso recomendado	Áreas protegidas/portuarias
País de origen	Dinamarca
Características básicas	
Altura total desinflada (mm)	1100
Francobordo (mm)	400
Calado	400
Faldón	700
Longitud tramo	10-15-25
Conexiones entre tramos	U-Bolt
Lastre	Cadena
Sistema de inflado	--
Flotadores	Rígidos planos espuma
Peso (kg/m)	5.6
Material	Poliéster + pvc + nitrilo
Color	Naranja
Observaciones	--

Tabla 3.35 ⇒ "Barrera TROIL BOOM GP 1100"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Nombre de la barrera	TATE 100
Descripción general	
ID Artículo	040433028
Fabricante	TATE
Modelo	100
Tipo de barrera	Portuaria
Uso recomendado	Aguas protegidas/abiertas/costeras
País de origen	Francia
Características básicas	
Altura total desinflada (mm)	1000
Francobordo (mm)	570
Calado	570
Faldón	430
Longitud tramo	25
Conexiones entre tramos	Noruega o ASTM
Lastre	Cadena forrada con red
Sistema de inflado	No es de inflar
Flotadores	Rígidos
Peso (kg/m)	--
Material	Poliéster + pvc
Color	Naranja
Observaciones	--

Tabla 3.36 ⇒ "Barrera TATE 100"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Nombre de la barrera	VIKOMA SEA SENTINEL 550
Descripción general	
ID Artículo	040437038
Fabricante	VIKOMA
Modelo	SENTINEL
Tipo de barrera	Inflable
Uso recomendado	Aguas protegidas/portuarias
País de origen	UK
Características básicas	
Altura total desinflada (mm)	550
Francobordo (mm)	330
Calado	330
Faldón	--
Longitud tramo	10-20-25
Conexiones entre tramos	ASTM
Lastre	Cadena
Sistema de inflado	--
Flotadores	Cilíndricos inflables
Peso (kg/m)	--
Material	Nylon + poliuretano
Color	Naranja
Observaciones	--

Tabla 3.37 ⇒ "Barrera VIKOMA SEA SENTINEL 550"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Nombre de la barrera	VIKOMA SEA SENTINEL 750
Descripción general	
ID Artículo	040437039
Fabricante	VIKOMA
Modelo	SENTINEL
Tipo de barrera	Inflable
Uso recomendado	Aguas protegidas/portuarias
País de origen	UK
Características básicas	
Altura total desinflada (mm)	750
Francobordo (mm)	330
Calado	330
Faldón	405
Longitud tramo	10-20-25
Conexiones entre tramos	ASTM
Lastre	Cadena
Sistema de inflado	--
Flotadores	Cilíndricos inflables
Peso (kg/m)	--
Material	Nylon + poliuretano
Color	Naranja
Observaciones	--

Tabla 3.38 ⇒ "Barrera VIKOMA SEA SENTINEL 750"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Nombre de la barrera	MARKLEEN Z 750
Descripción general	
ID Artículo	040418007
Fabricante	MARKLEEN TERRA
Modelo	Z
Tipo de barrera	Inflable
Uso recomendado	Aguas protegidas
País de origen	España
Características básicas	
Altura total desinflada (mm)	720
Francobordo (mm)	310
Calado	410
Faldón	460
Longitud tramo	25
Conexiones entre tramos	ASTM
Lastre	Cadena
Sistema de inflado	Cámara interna
Flotadores	Inflable
Peso (kg/m)	4.2
Material	Poliéster recubierto de pvc
Color	Naranja
Observaciones	--

Tabla 3.39 ⇒ "Barrera MARKLEEN Z 750"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Nombre de la barrera	MARKLEEN A 600
Descripción general	
ID Artículo	040418008
Fabricante	MARKLEEN TERRA
Modelo	A
Tipo de barrera	Rígida
Uso recomendado	Aguas protegidas/puertos
País de origen	España
Características básicas	
Altura total desinflada (mm)	600
Francobordo (mm)	250
Calado	350
Faldón	350
Longitud tramo	25
Conexiones entre tramos	Noruega
Lastre	Cadena
Sistema de inflado	--
Flotadores	Fijos cilíndricos
Peso (kg/m)	2.4
Material	Poliéster recubierto con pvc, soldados con máquina de alta frecuencia. Flotadores rellenos de espuma
Color	Amarillo
Observaciones	--

Tabla 3.40 ⇒ "Barrera MARKLEEN A 600"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Nombre de la barrera	MARKLEEN P 700 HD
Descripción general	
ID Artículo	040418010
Fabricante	MARKLEEN TERRA
Modelo	P
Tipo de barrera	Rígida
Uso recomendado	Aguas protegidas/puertos/instalaciones permanentes
País de origen	España
Características básicas	
Altura total desinflada (mm)	700
Francobordo (mm)	300
Calado	400
Faldón	400
Longitud tramo	25
Conexiones entre tramos	ASTM
Lastre	Cadena
Sistema de inflado	--
Flotadores	Rígidos y planos
Peso (kg/m)	8.6
Material	Poliéster recubierto de pvc
Color	Roja/Flot negros
Observaciones	--

Tabla 3.41 ⇒ "Barrera MARKLEEN P 700 HD"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Nombre de la barrera	AERAZUR SUR BALEAR 323
Descripción general	
ID Artículo	040402001
Fabricante	AERAZUR
Modelo	BALEAR 323
Tipo de barrera	Rígido
Uso recomendado	Aguas protegidas/portuarias
País de origen	Francia
Características básicas	
Altura total desinflada (mm)	900
Francobordo (mm)	370
Calado	370
Faldón	530
Longitud tramo	50
Conexiones entre tramos	Placa tornillo
Lastre	Cadena
Sistema de inflado	--
Flotadores	Rígidos
Peso (kg/m)	8
Material	pvc
Color	Naranja
Observaciones	--

Tabla 3.42 ⇒ "Barrera AERAZUR SUR BALEAR 323"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Nombre de la barrera	CANFLEX SELLADORA
Descripción general	
ID Artículo	040506002
Fabricante	CANFLEX
Modelo	--
Tipo de barrera	Rígido
Uso recomendado	Aguas protegidas/portuarias
País de origen	USA
Características básicas	
Altura total desinflada (mm)	--
Francobordo (mm)	--
Calado	--
Faldón	380
Longitud tramo	15
Conexiones entre tramos	ASTM
Lastre	Agua
Sistema de inflado	--
Flotadores	--
Peso (kg/m)	--
Material	pvc
Color	Amarilla
Observaciones	--

Tabla 3.43 ⇨ "Barrera CANFLEX SELLADORA"

Fuente: Véase *Bibliografía* (12)

### 3.11. Desarrollo del trabajo

En este apartado se desarrolla el análisis de la trayectoria de un vertido de hidrocarburo en el mar, producido por un hipotético accidente en la ZMES de Canarias. Ya sea en arribadas a puertos, o en operaciones de carga/descarga. En este trabajo tomaremos para las simulaciones los siguientes casos hipotéticos:

- Arribada al campo de boyas de Guasimeta.
- Zona de atraque en el Puerto de Honduras, en Tenerife.

Esto supone calcular el movimiento de una mancha de hidrocarburo sobre la superficie del mar, que se desplaza en función de las condiciones medioambientales. Este tipo de previsiones se basa en la combinación de los datos del vertido y los datos correspondientes a vientos y corrientes marinas, mediante modelos matemáticos que sobre una base topográfica desarrollan el desplazamiento neto del vertido en tiempo y escala controlado.

Debido al nivel de incertidumbre asociado al conjunto de estos fenómenos, el cálculo de la trayectoria se debe realizar con diversos modelos hasta obtener una predicción realista y acorde con las condiciones medioambientales.

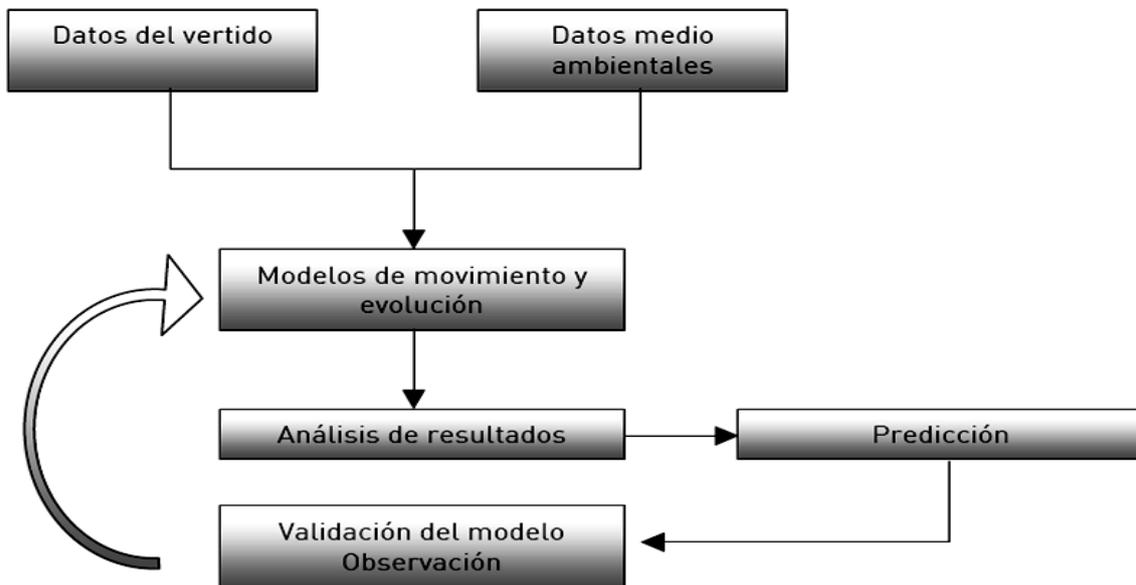


Imagen 3.52 ⇒ “Análisis de la trayectoria”

Fuente: CONSEMAR

El análisis de la trayectoria incluye la mejor estimación del movimiento y evolución del hidrocarburo, así como la incertidumbre en el vertido y en la variabilidad de los datos ambientales.

Se tienen en cuenta además las observaciones realizadas en vertidos anteriores en la zona y que alcanzan una zona de la cota predeterminada. Estos datos ayudan a calibrar el modelo y disminuir la incertidumbre.

Como volumen de vertido se ha considerado: 50 m<sup>3</sup> en la zona del Puerto de Honduras, debido a que es el volumen máximo que CEPSA cree que podría derramarse, y 250 toneladas de ATK (queroseno) para la simulación hecha en el campo de boyas de Guasimeta.



Imagen 3.53 ⇒ “Convenio de ángulos utilizados en las simulaciones”

Fuente: Google, imágenes

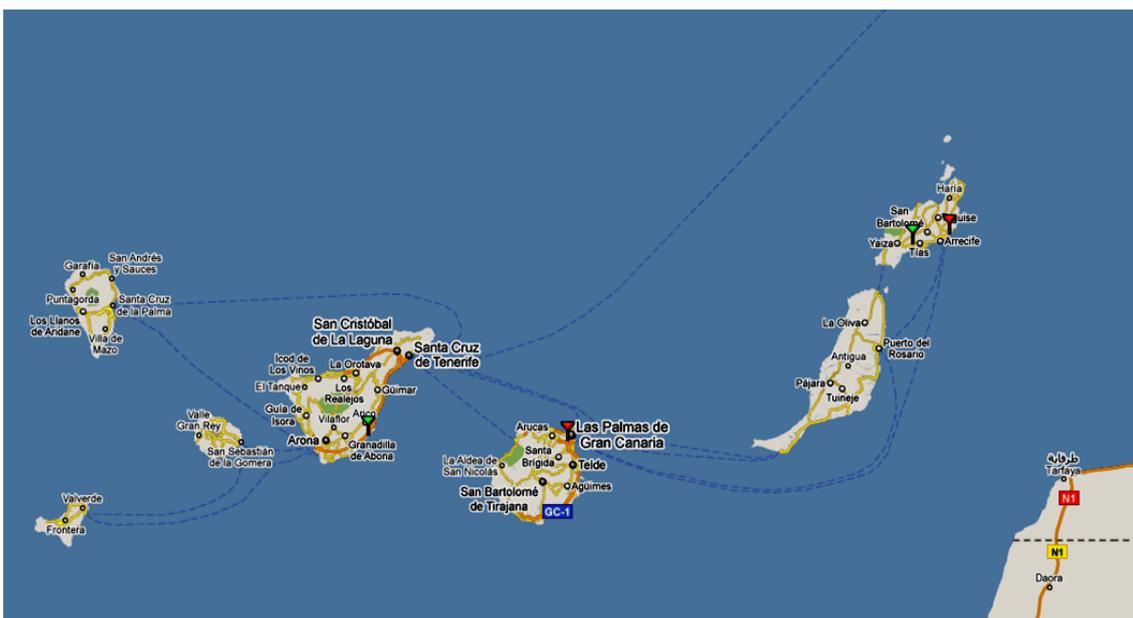


Imagen 3.54 ⇒ “Rutas de tráfico marítimo utilizadas en las simulaciones”

Fuente: Marine Traffic

<http://www.marinetraffic.com>

Los buques que transporten hidrocarburos u otras cargas peligrosas a granel con destino o procedencia de algún puerto de las Islas Canarias, situados dentro de alguna de las zonas a evitar o que tengan que atravesarlas para poder acceder a los mismos, deberán atravesarlas en el menor tiempo, todo ello sin menos cabo de las medidas de

seguridad marítima y de la navegación que sean determinadas por las autoridades marítimas.

### **3.12. Comportamiento de los hidrocarburos en caso de derrame, de acuerdo con sus características físico-químicas y bajo distintas hipótesis ambientales**

El proceso de modificación de las características físicas y químicas del hidrocarburo tras su vertido se denomina proceso de envejecimiento, y se genera casi en el mismo instante en el que se produce el derrame en el medio marino. Este envejecimiento está producido por los siguientes fenómenos:

- **Evaporación:** Es uno de los mecanismos más importantes de la eliminación del petróleo. La cantidad evaporada depende principalmente de las propiedades del hidrocarburo, velocidad del viento y temperatura del agua. En general, hemos comprobado que el grado de evaporación es mayor, cuanto menor es la densidad de la sustancia.
- **Dispersión:** Proceso por el que las olas rompientes pueden dispersar gotas de hidrocarburo en la columna de agua.
- **Disolución:** La disolución comienza inmediatamente tras el vertido, y continúa durante el proceso de envejecimiento. Es un proceso en el que la pérdida de producto es baja con respecto a otro proceso. En este caso se considera que el crudo tendrá una disolución menor al 0,1%, mientras que un gasoil alcanzará el 1%.
- **Emulsificación:** Proceso por el cual, pequeñas gotas de agua pasan a formar parte de la masa de vertido. Este proceso depende de las condiciones del mar y de las propiedades químicas del hidrocarburo. Este tipo de vertidos deben de experimentar un cierto grado de envejecimiento antes de formar una emulsión. Aunque el inicio de la emulsificación puede retraerse unos días, una vez en que se desencadena este proceso se completa en una hora. La emulsión puede contener hasta un 70% de agua, por lo que el volumen y superficie de la

mancha sobre el agua aumenta mucho más de lo que se esperaría tras el derrame original.

- **Sedimentación:** Se define como la adhesión de hidrocarburo a partículas sólidas en la columna de agua. El petróleo puede absorberse en la columna de agua para acabar depositándose en sedimentos del fondo.
- **Fotooxidación:** La luz solar altera las características físicas y químicas del petróleo y otras sustancias peligrosas derramadas, formando una delgada piel que limita la evaporación de los componentes más ligeros del petróleo. Es un proceso de duración de semanas.
- **Transporte:** El hidrocarburo es transportado sobre la superficie del agua debido a dos procesos: Extensión y advención.

El proceso de extensión se completa durante la primera hora de vertido, siendo más rápida para los petróleos ligeros que para pesados.

Los vientos, corrientes y turbulencias de gran escala con los principales mecanismos de advención que transportan el petróleo grandes distancias.

### **3.13. Localización de zonas donde es aconsejable la concentración de la contaminación para su posterior recuperación**

#### **3.13.1. Tipos de zonas**

La concentración de la contaminación en zonas determinadas a lo largo de la costa, minimiza la extensión de la contaminación y permite la recogida controlada y de manera más eficaz del hidrocarburo vertido.

Ya de manera natural los vertidos se acumulan en zonas prioritarias determinadas principalmente por la corriente, pudiendo llevarse a cabo labores de instalación de equipos que permitan la recogida del vertido.

Desde el punto de vista técnico, un vertido de forma general, puede alcanzar los siguientes tipos de costa:

- Zonas de instalaciones portuarias: La mayor parte de los vertidos que se realizan en los puertos quedan atrapados dentro de los diques, especialmente en la zona de menor velocidad de corriente.
- Zona de costa (playa de piedras): Corresponde al medio en el que resulta más difícil recuperar el vertido, normalmente por medios manuales.
- Zona de costa (playas arena): En este medio la recuperación puede realizarse por medios mecánicos, lo que facilita notablemente las labores de limpieza, aunque puede suponer un riesgo para la población, así como un notable impacto sobre el turismo.

Desde el punto de vista técnico y ambiental, la zona más favorable es la acumulación del vertido en las instalaciones portuarias, donde se favorece su control, confinamiento y eliminación; así como el despliegue de los medios de eliminación; sin embargo, esto no siempre es posible y la costa de las islas, en su mayor parte es de difícil acceso, por lo que un vertido sería muy difícil de eliminar.

Para llevar a cabo la máxima recuperación del vertido por medios mecánicos, manuales o combinados, sería conveniente disponer de puntos con acceso tanto para maquinaria pesada, como acceso a peatones, siendo las playas la zona donde esta operación es más fácil, por lo que la acumulación en esta zona sería la más operativa; pero desde el punto de vista del turismo sería la menos deseable.

## 4. Resultados de simulaciones

### 4.1. OCEANSMAP (OILMAP Web)

OILMAP es el programa utilizado para hacer las siguientes simulaciones. Éste software permite **(13)**:

- Predice trayectorias instantáneas o continuas.
- Incluye algoritmos para el estudio de procesos de difusión, evaporación, emulsificación, esparcimiento y deriva en vertidos de hidrocarburos.
- Animación del movimiento de la mancha en la superficie marina, la identificación de los impactos del litoral, representación gráfica del balance de masas y representación en Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Determina las probabilidades mensuales, estacionales o anuales de un derrame.
- Determinar la vulnerabilidad de un sitio en particular (por ejemplo; desalinizadora). Determinar posibles fuentes de aceite cuando el aceite se ha observado en un sitio particular.

### 4.2. Zonas donde se desarrollan las simulaciones y condiciones

#### 4.2.1. Campo de boyas de Guasimeta (Lanzarote)

Posición de la simulación: Arribada campo de boyas, I: 28 ° 55' 58'' N L: 013 ° 35' 58''

Cantidad derramada: 250 Toneladas de Jet Fuel A-1.

Viento: NCEP GFS. <http://mag.ncep.noaa.gov/>

Corriente: NCOM GFS. <http://www.opc.ncep.noaa.gov>

Software utilizado: OCEANSMAP - OILMAP.

#### 4.2.2. Puerto de Honduras (Tenerife)

Posición de la simulación: Posición de atraque Puerto de Honduras (Tenerife) en operaciones de carga/descarga, I: 28.4496 N ; L: 016.26475 W

Cantidad derramada: 50 m<sup>3</sup> (Gasolina y Gasoil)

Viento: 8 m/s NE

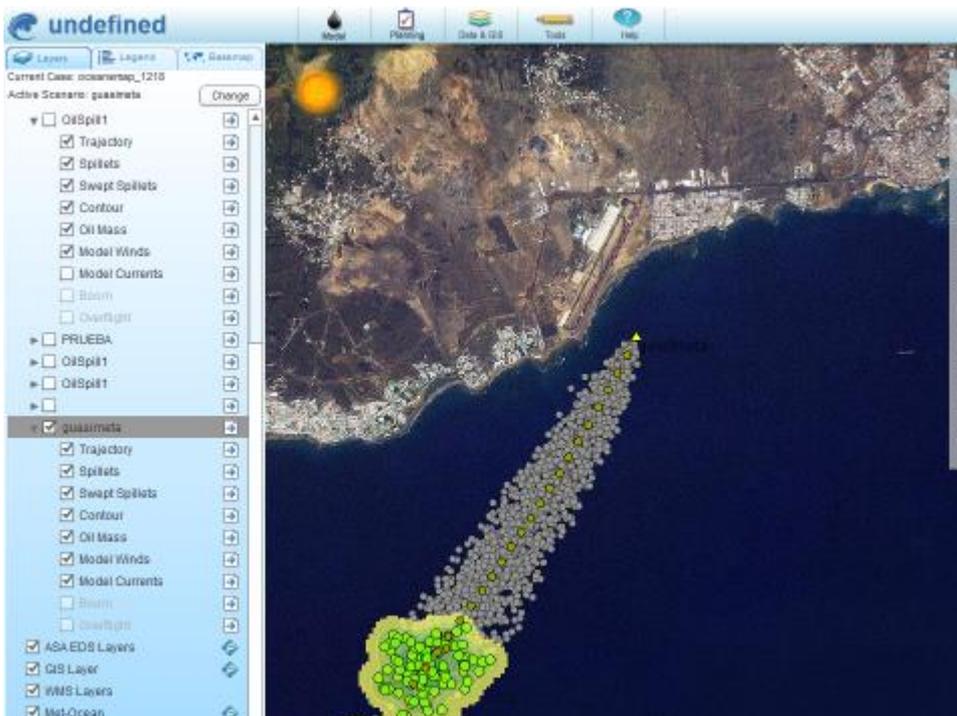
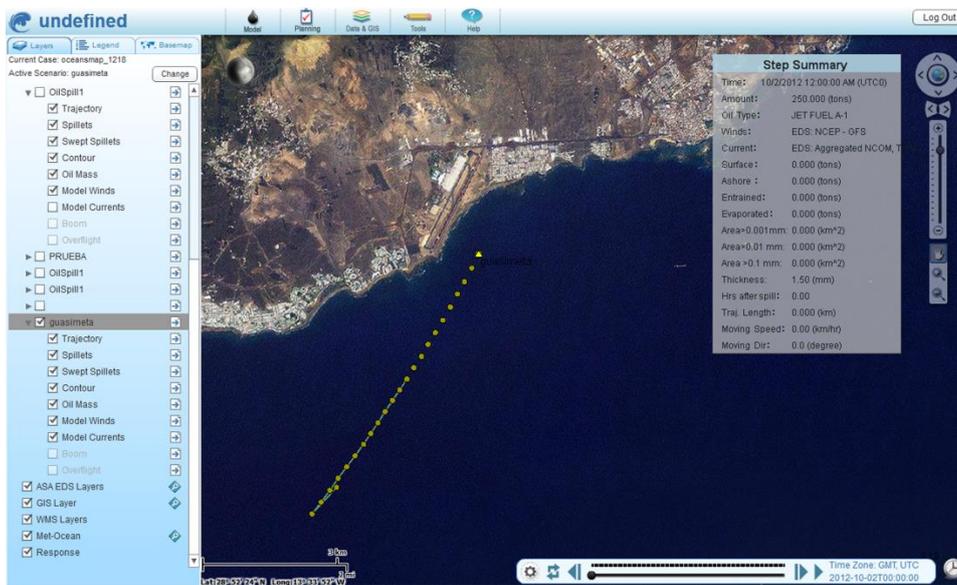
Corriente: 10.78 cm/s SW

Software utilizado: GNOME

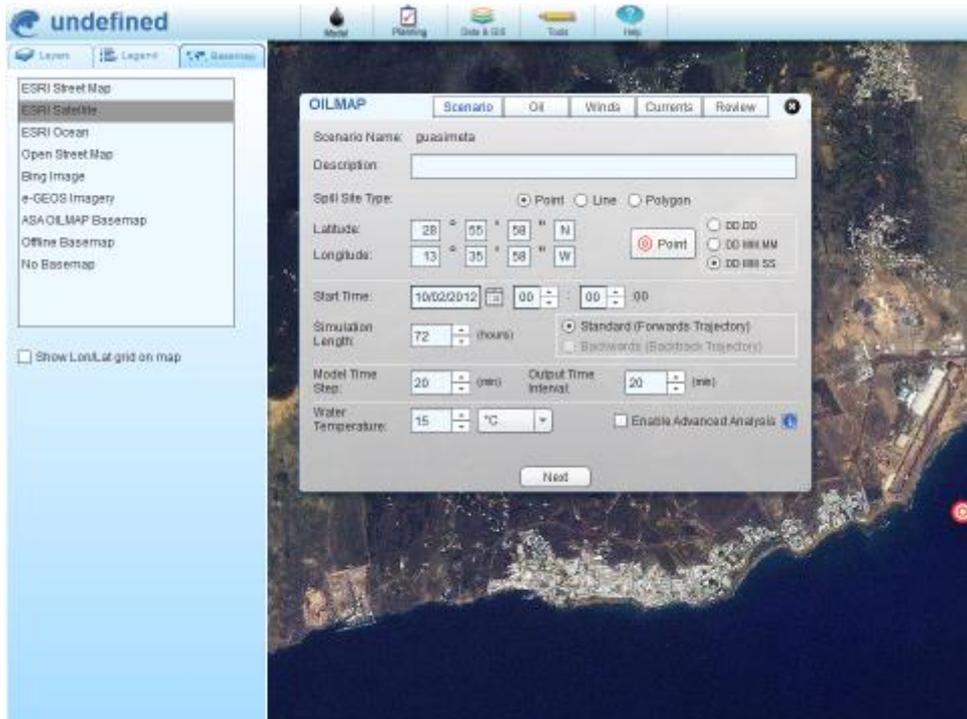
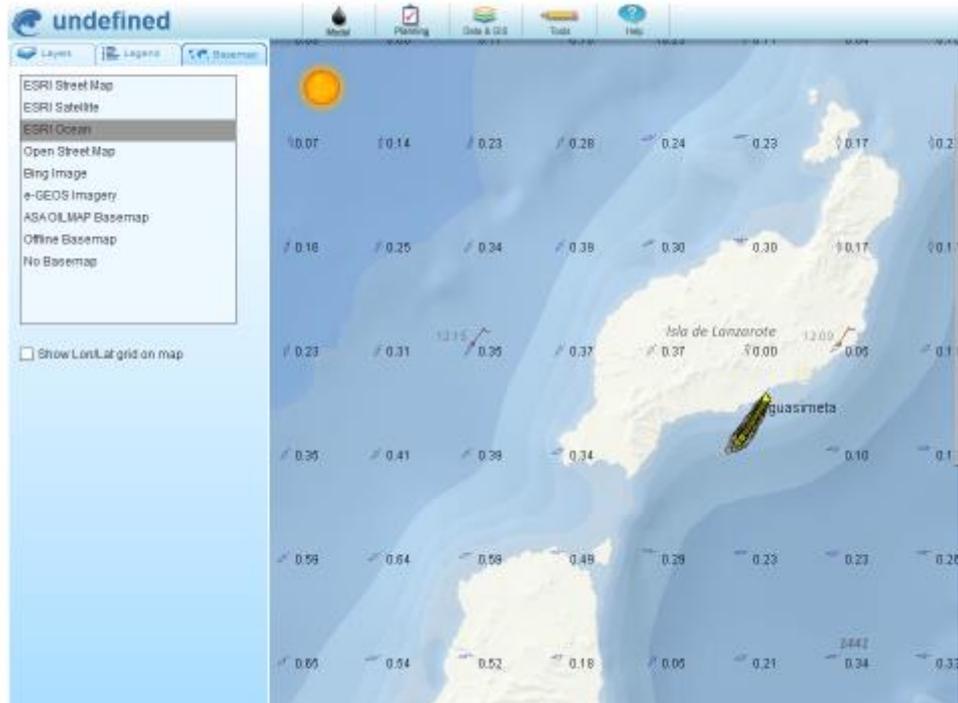
### 4.3. Simulaciones

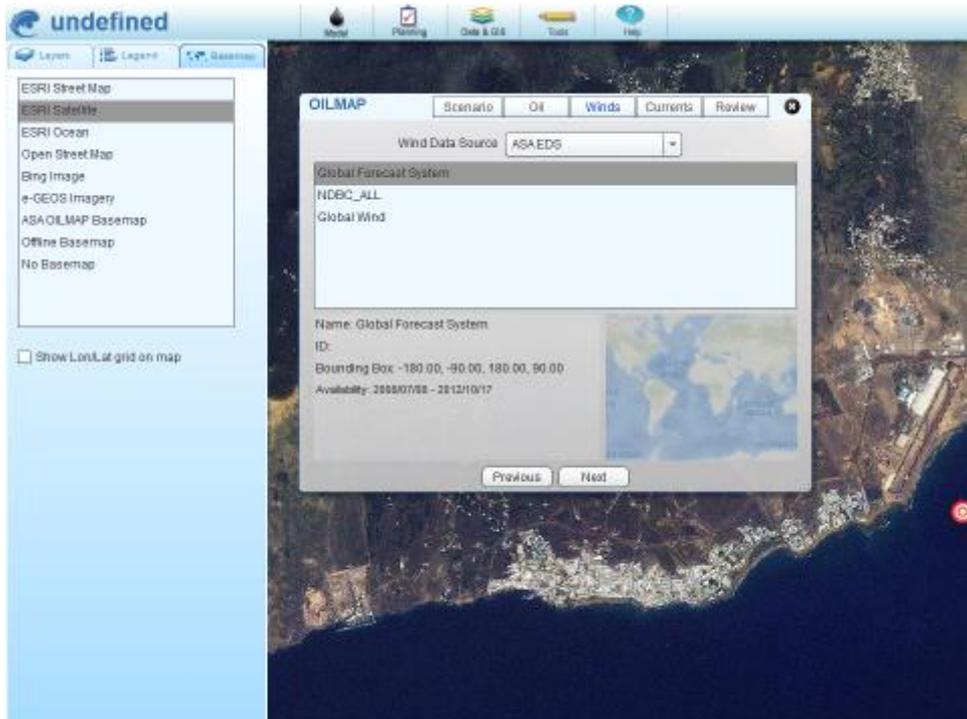
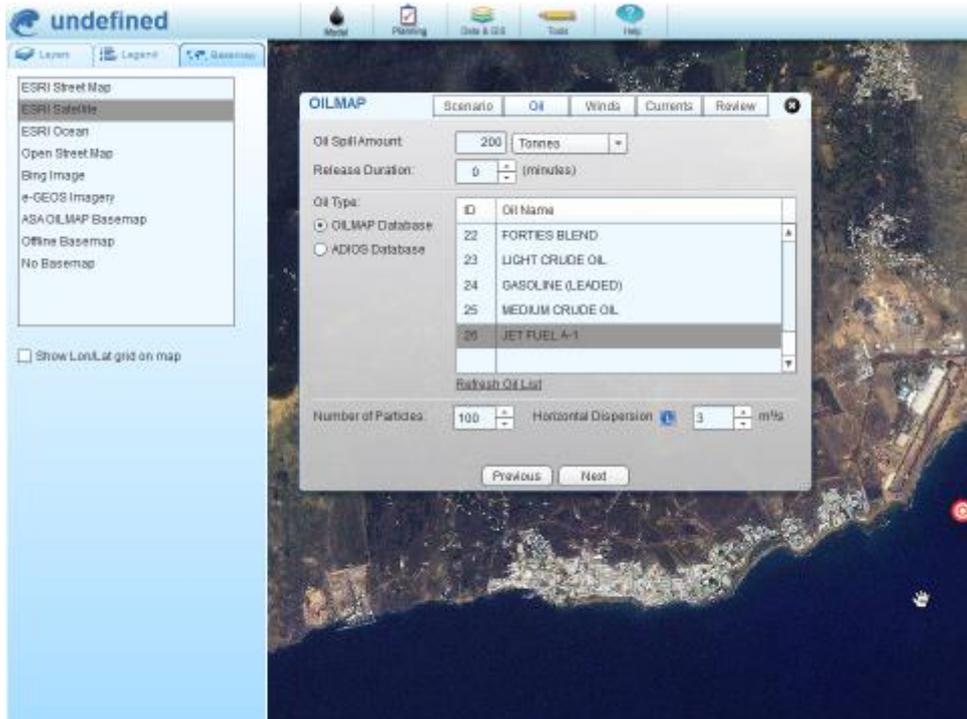
#### 4.3.1. Campo de boyas: Guasimeta

A continuación se expone una serie de imágenes correspondientes a las simulaciones en el campo de boyas de Guasimeta (Lanzarote), utilizando OCEANSMAP-OILMAP.

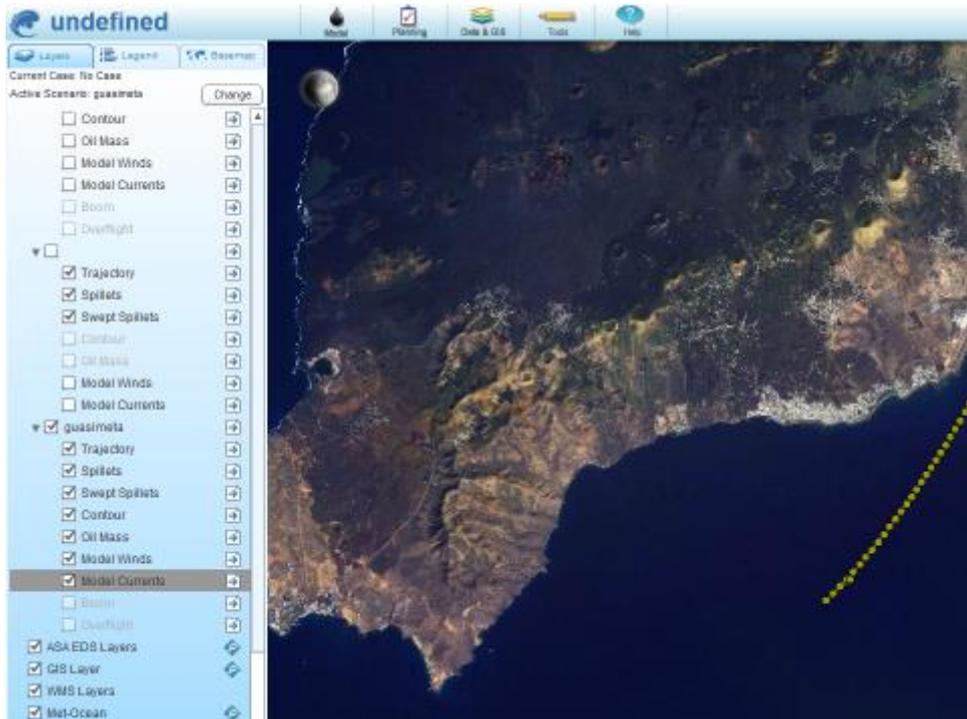
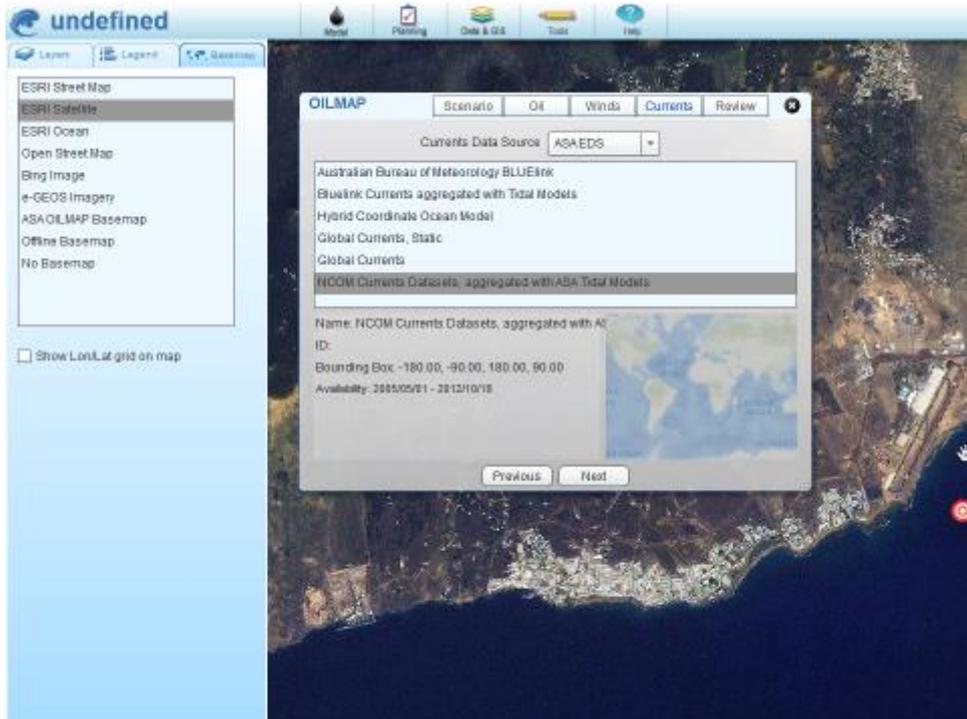


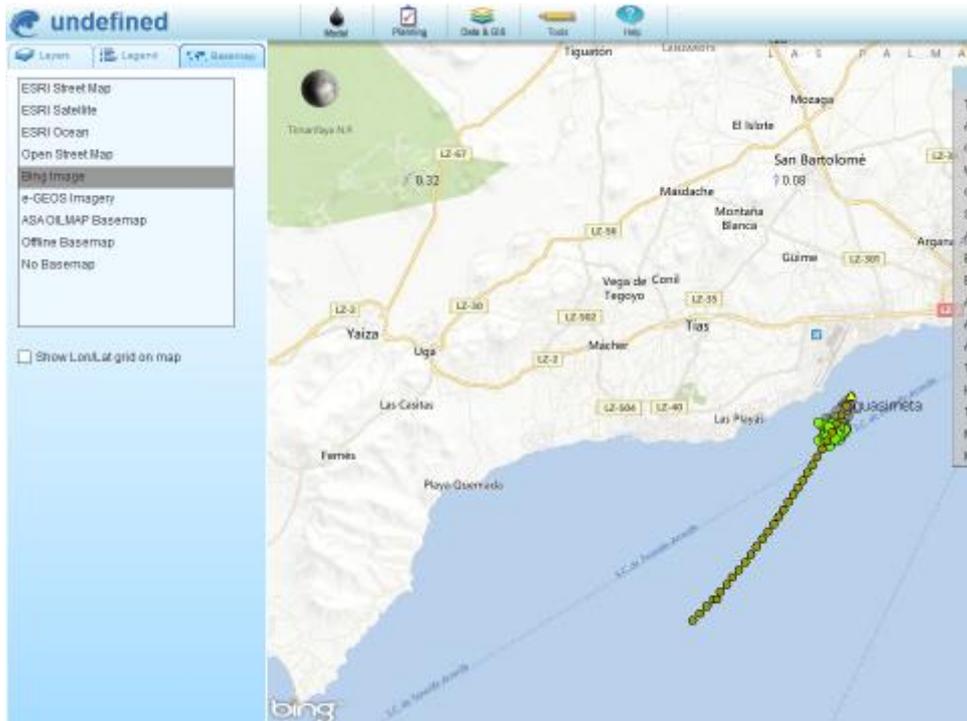
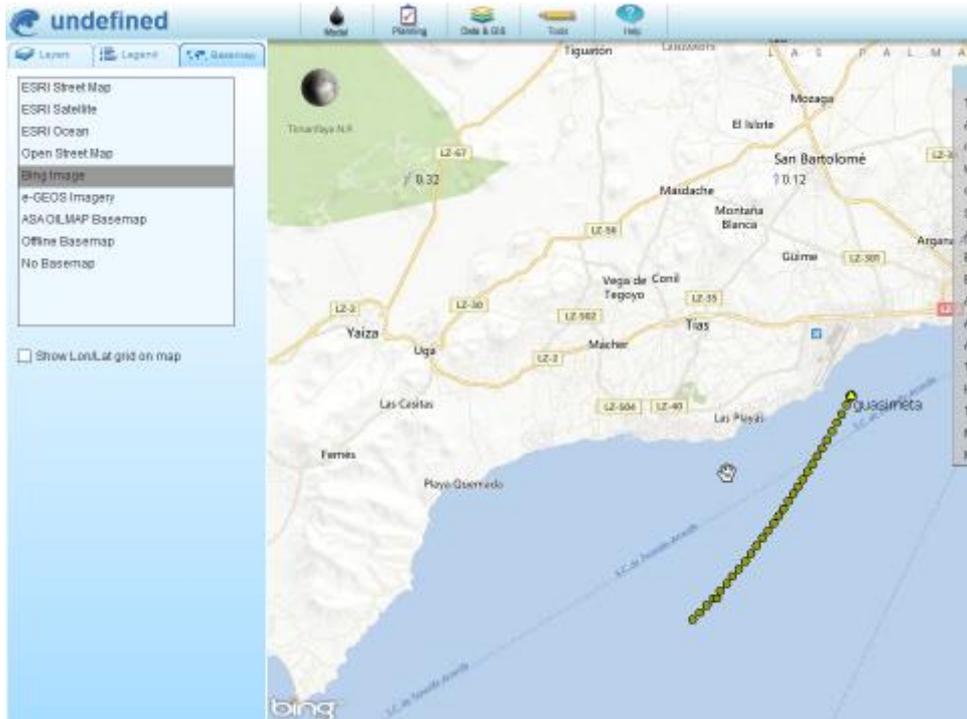
# RESULTADOS DE SIMULACIONES



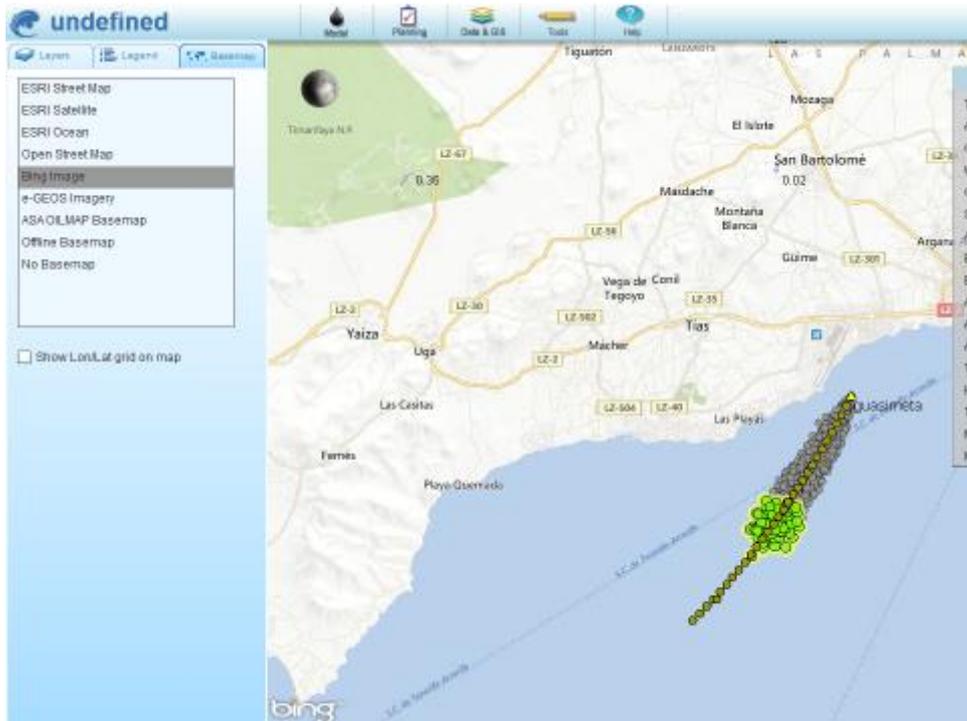
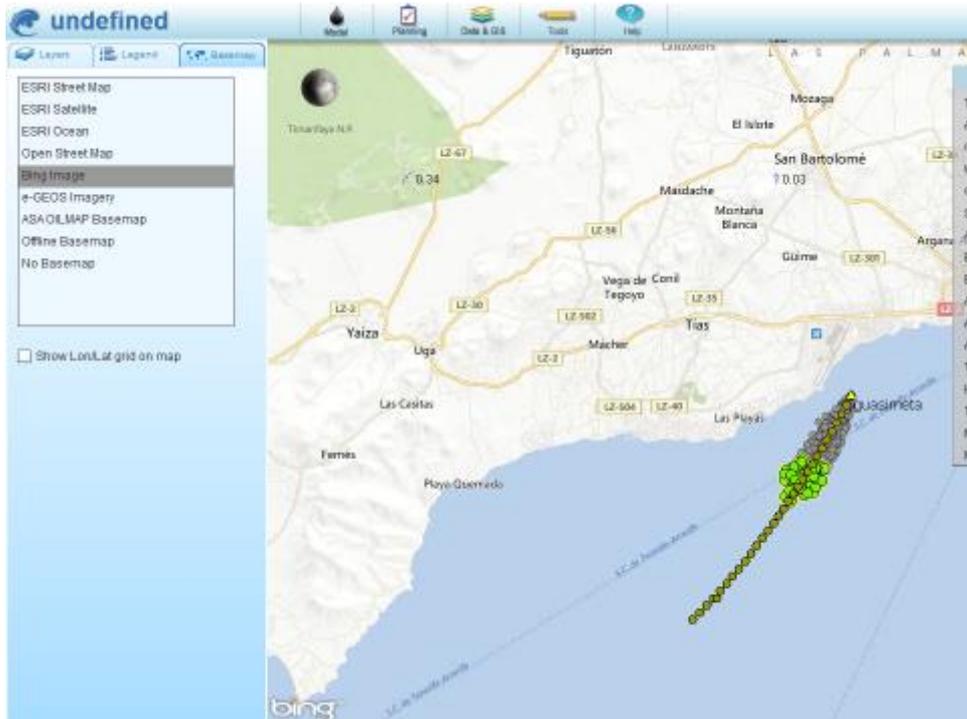


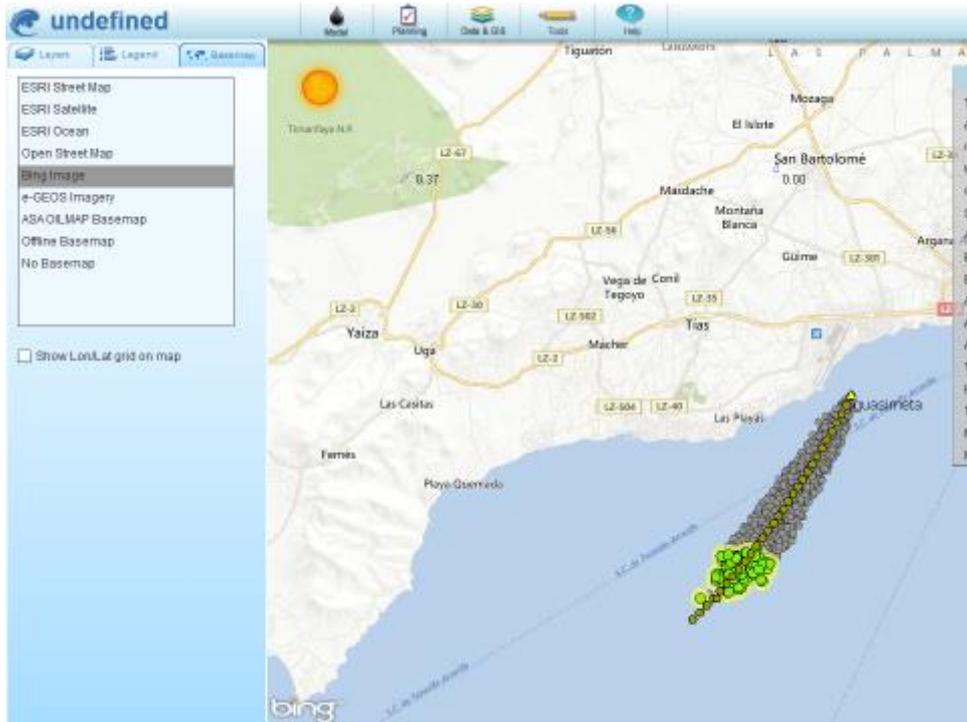
# RESULTADOS DE SIMULACIONES





# RESULTADOS DE SIMULACIONES



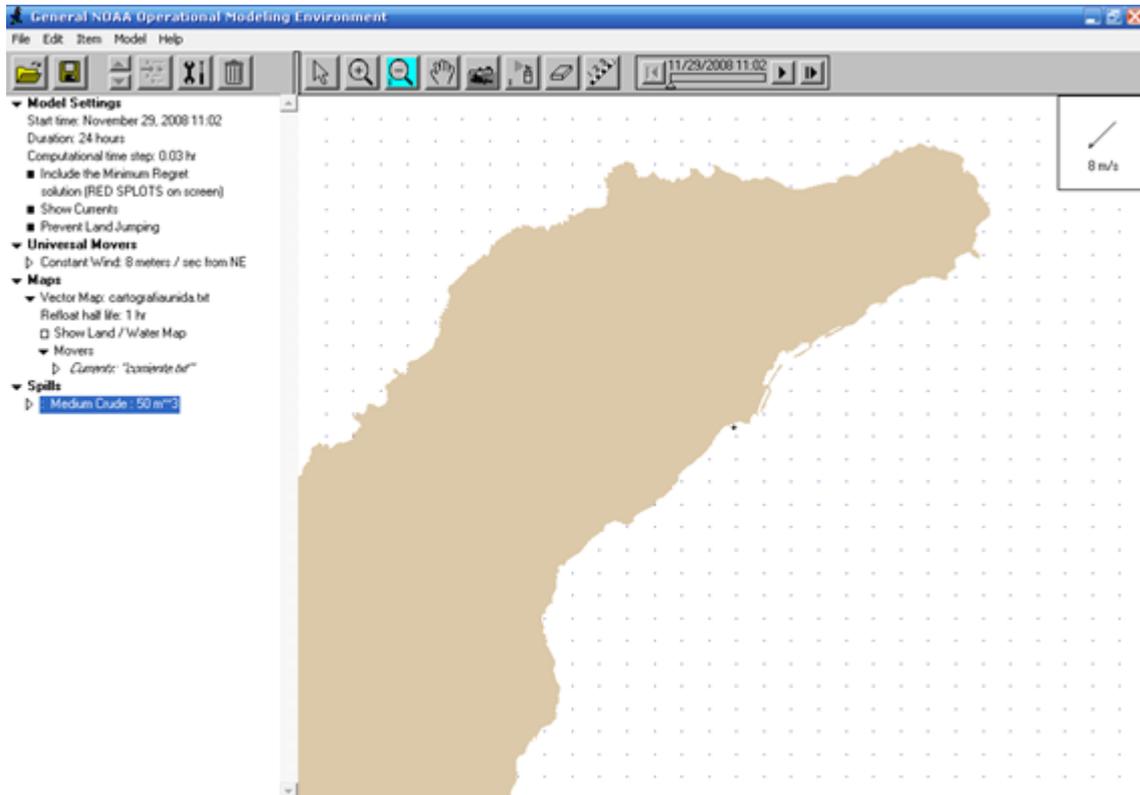




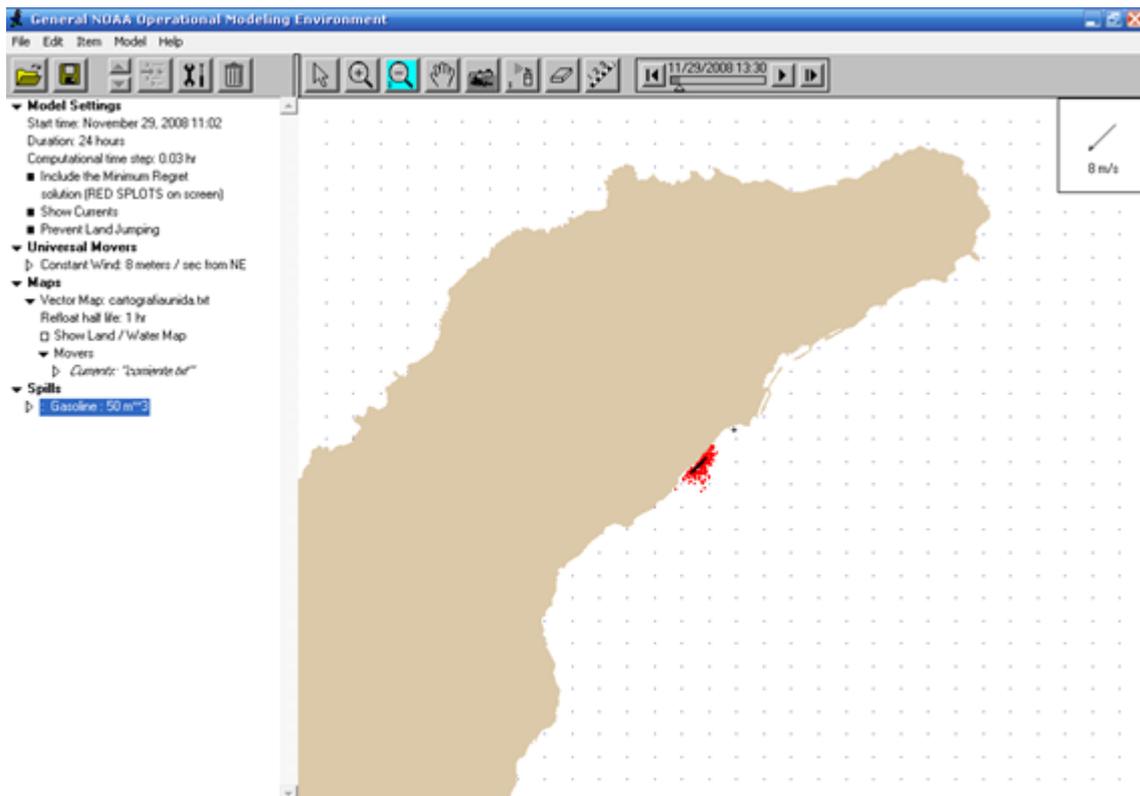
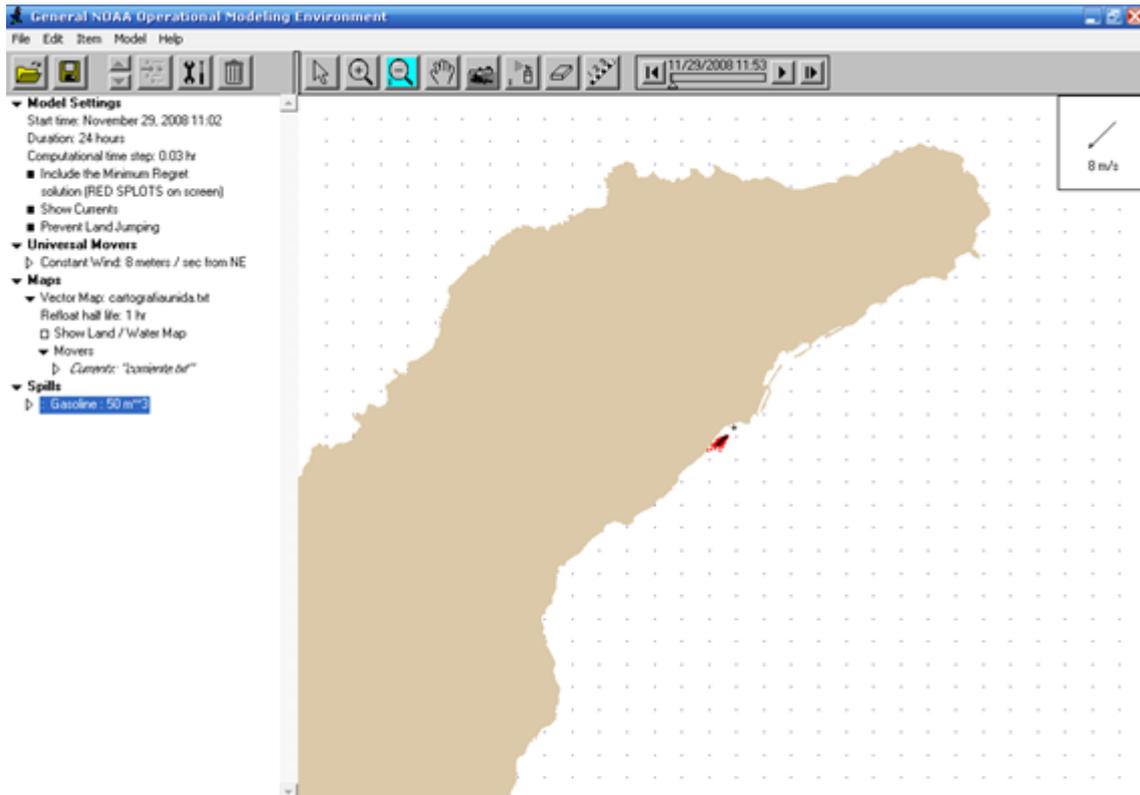
### 4.3.2. Puerto de Honduras (Tenerife)

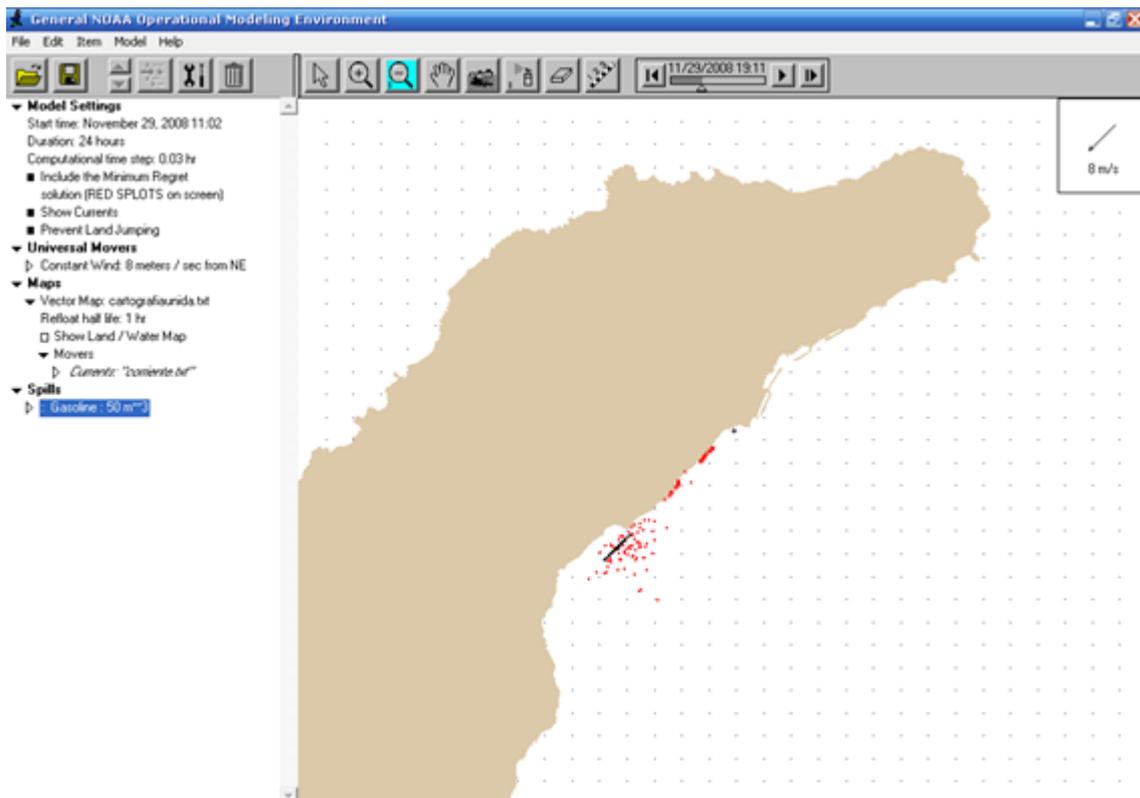
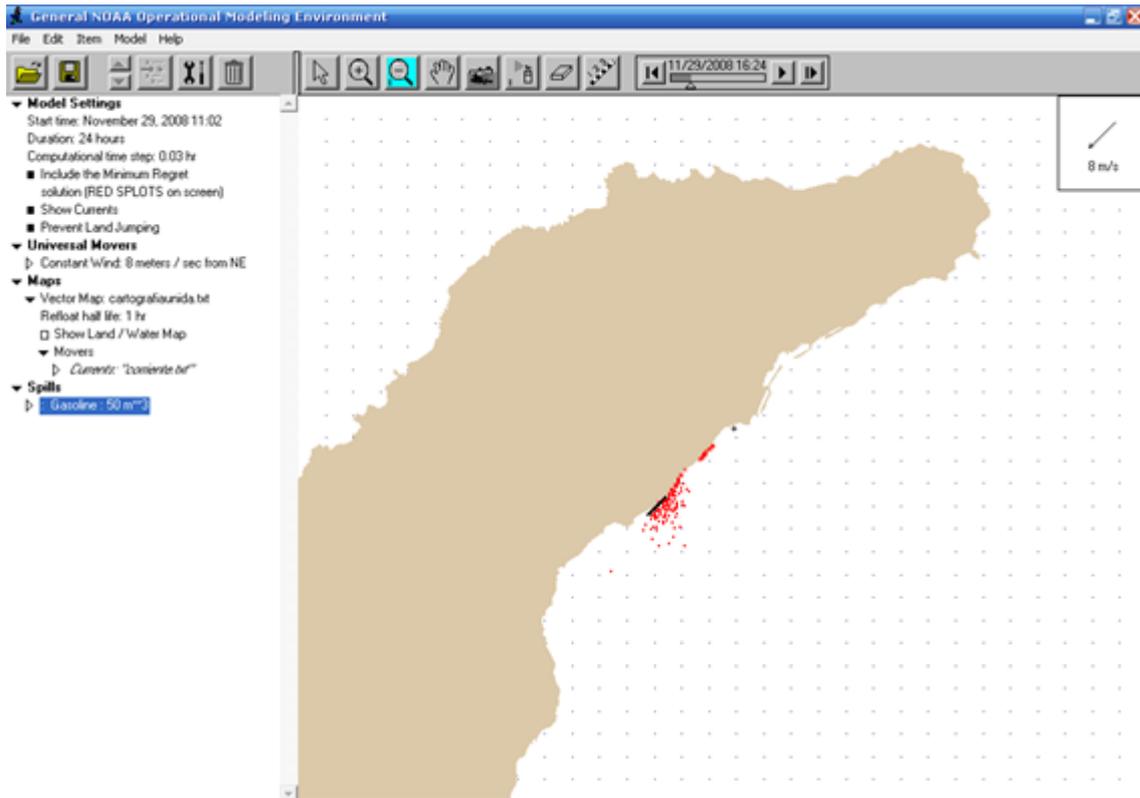
#### 4.3.2.1 Gasolina

A continuación se expone una serie de imágenes correspondientes a las simulaciones (gasolina) hechas en el Puerto de Honduras (Tenerife), utilizando el programa GNOME.

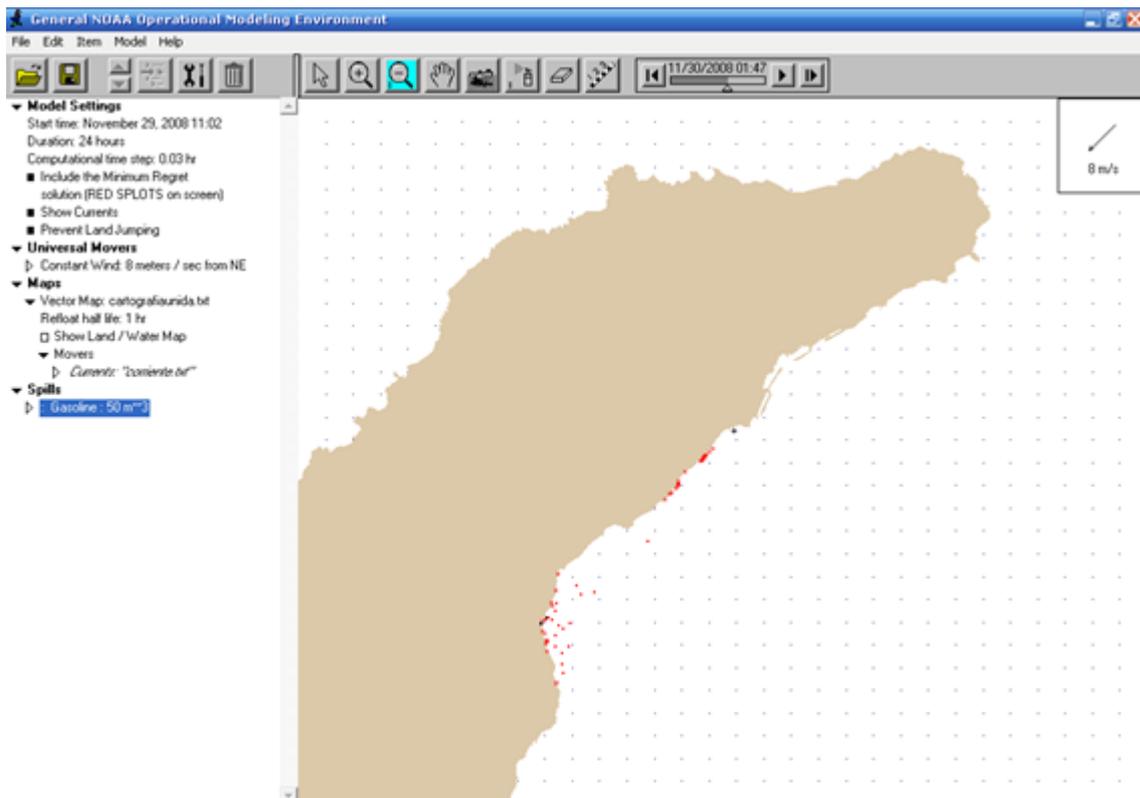
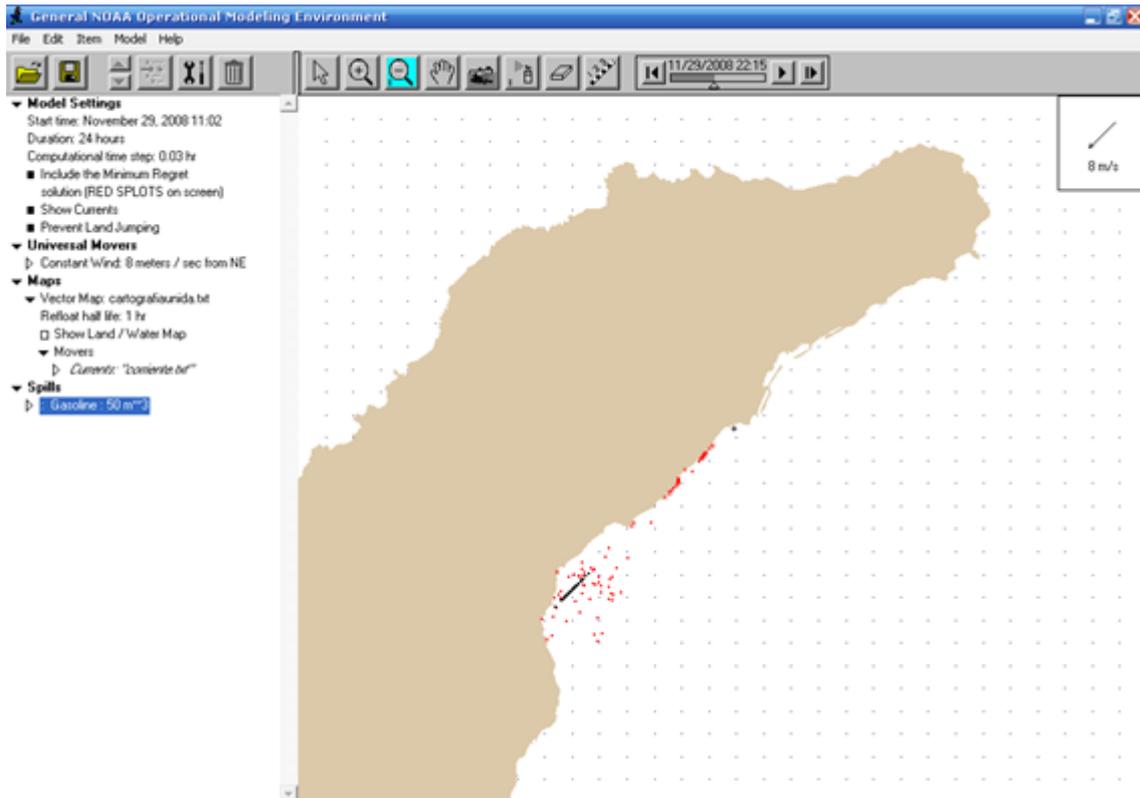


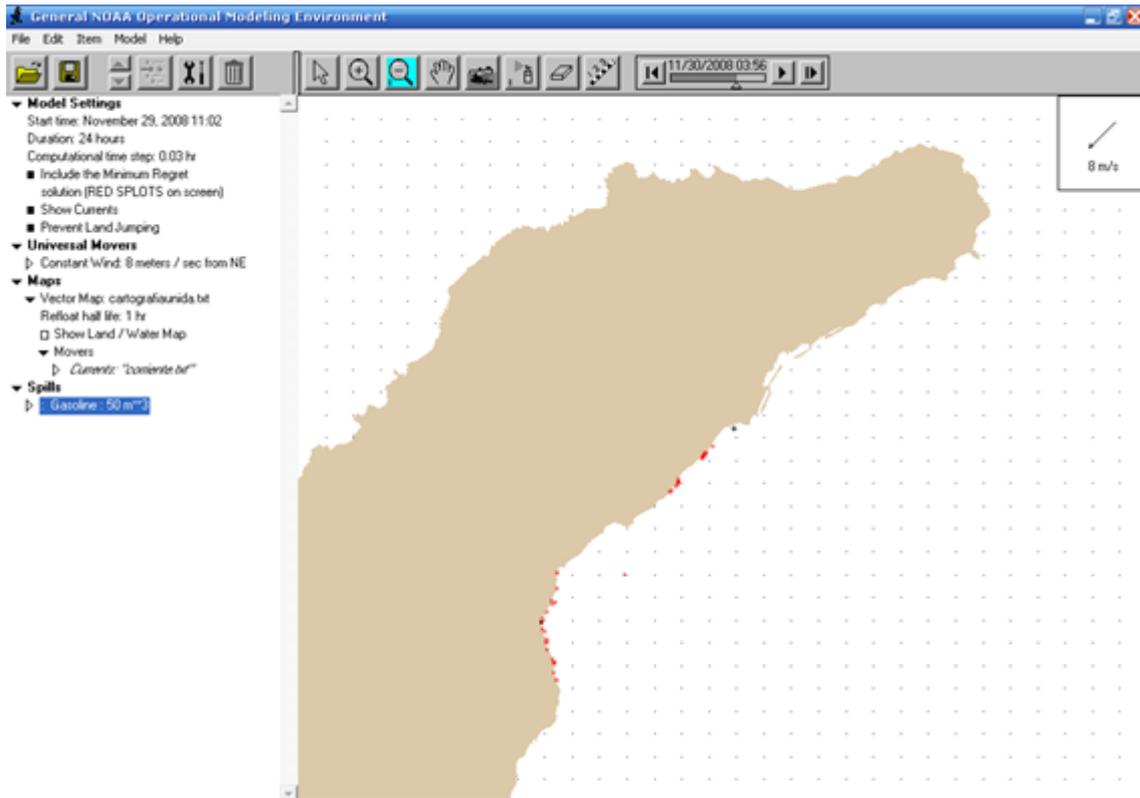
# RESULTADOS DE SIMULACIONES





# RESULTADOS DE SIMULACIONES

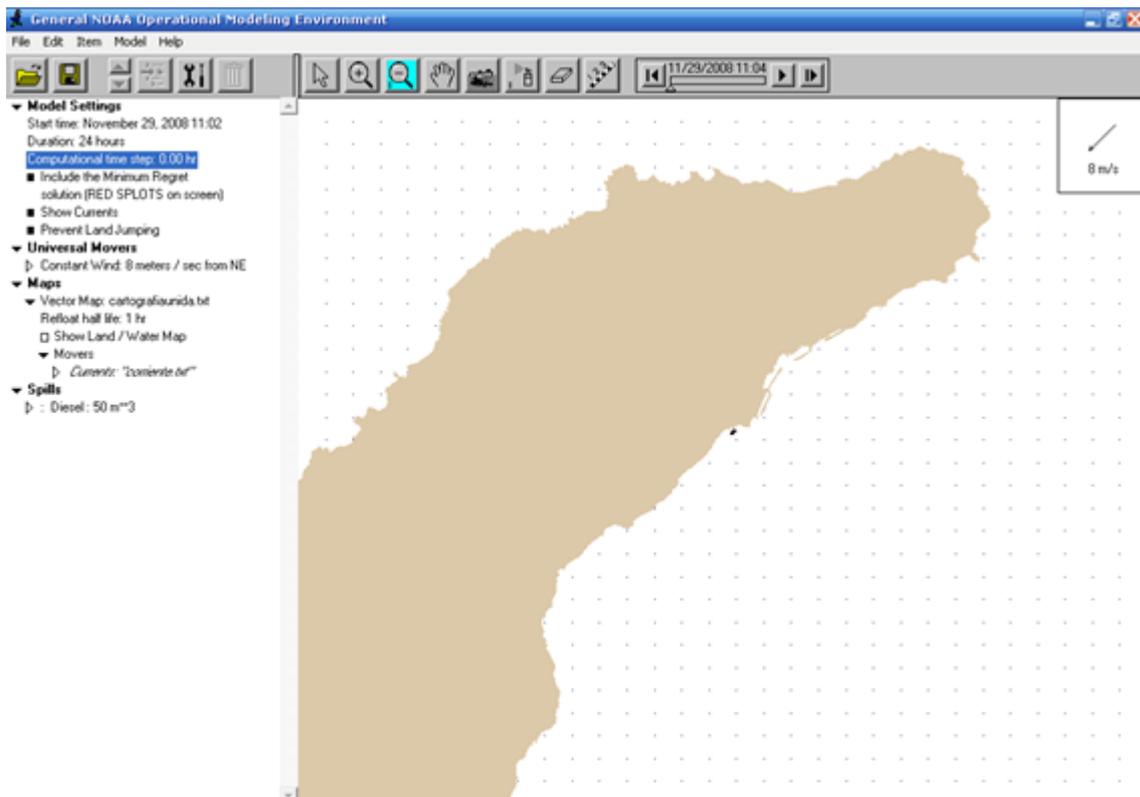
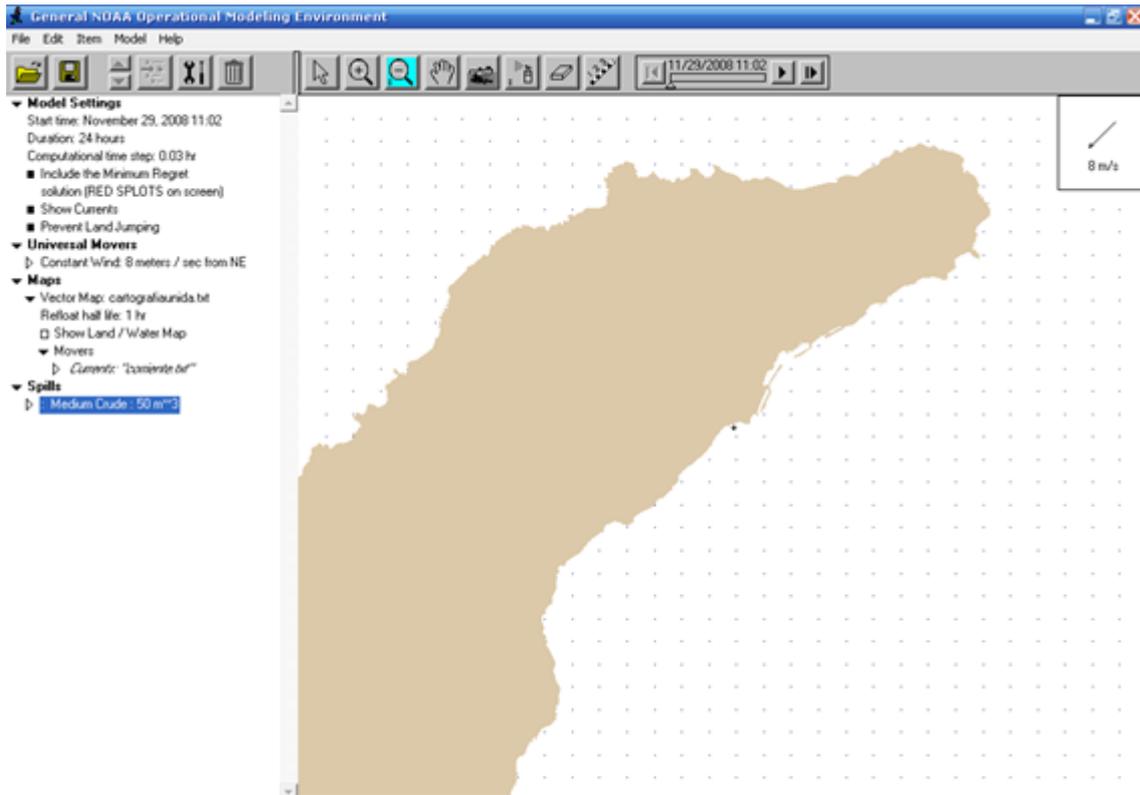


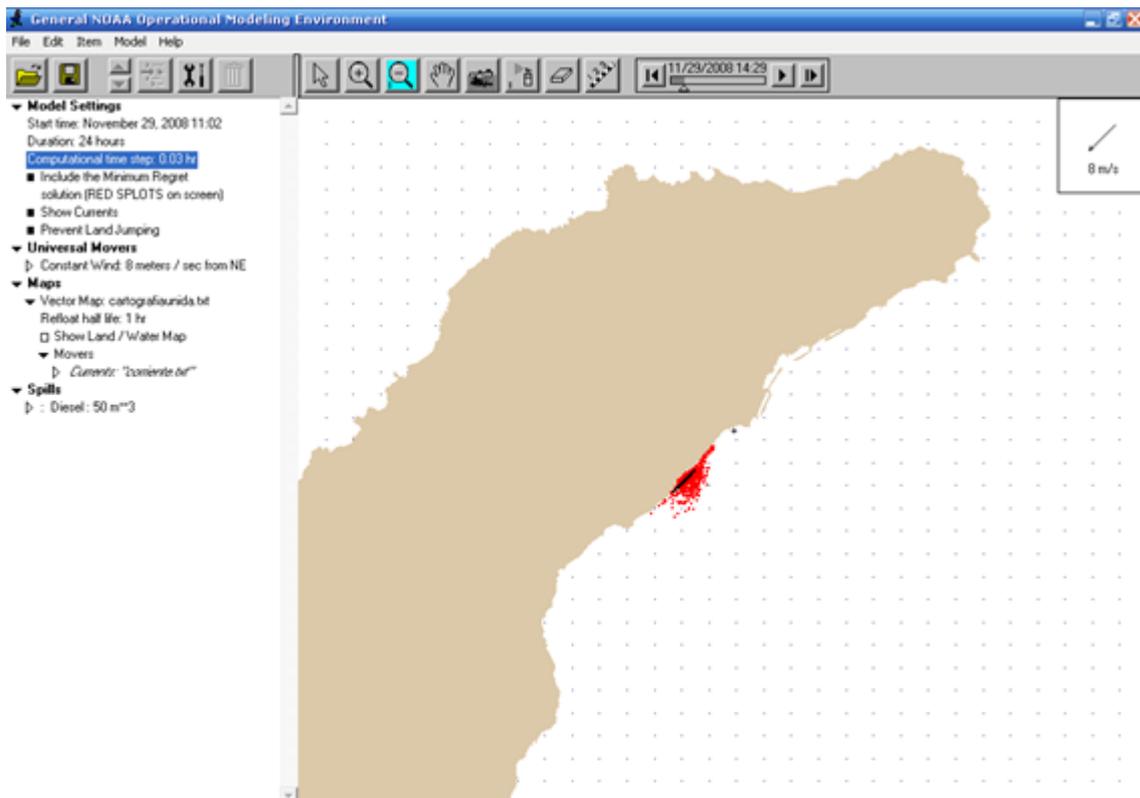
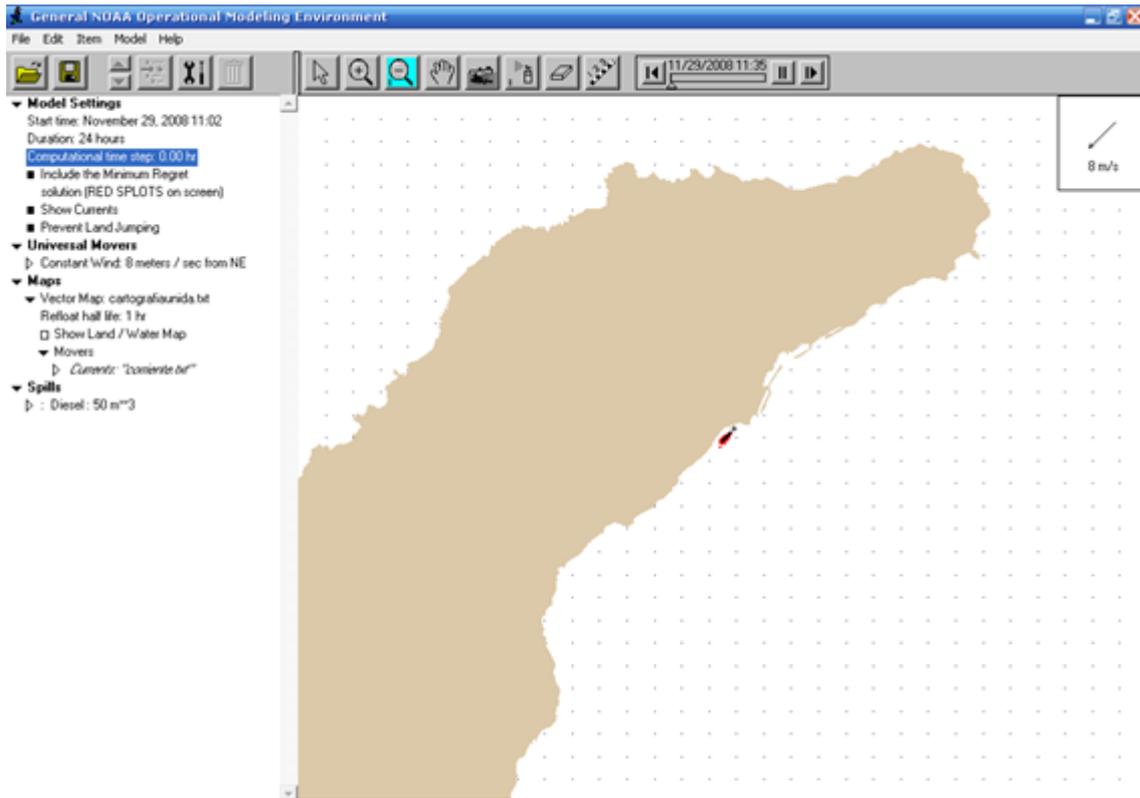


#### 4.3.2.2. Gasoil

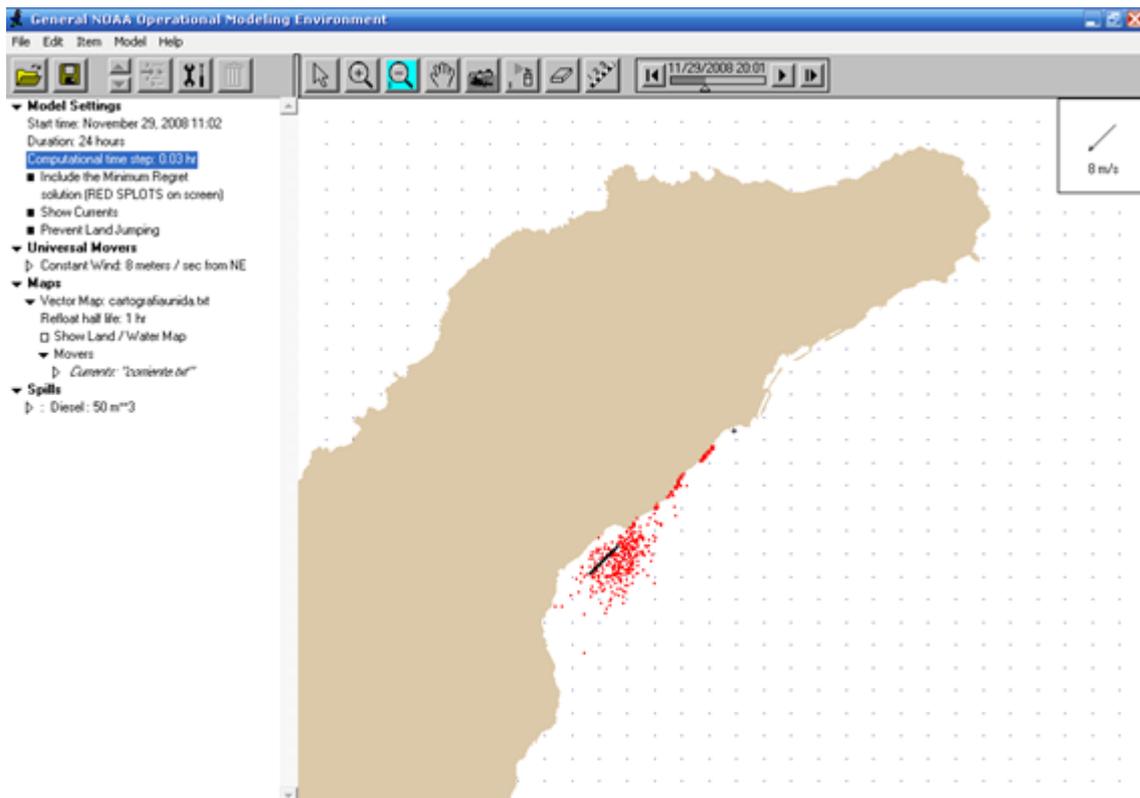
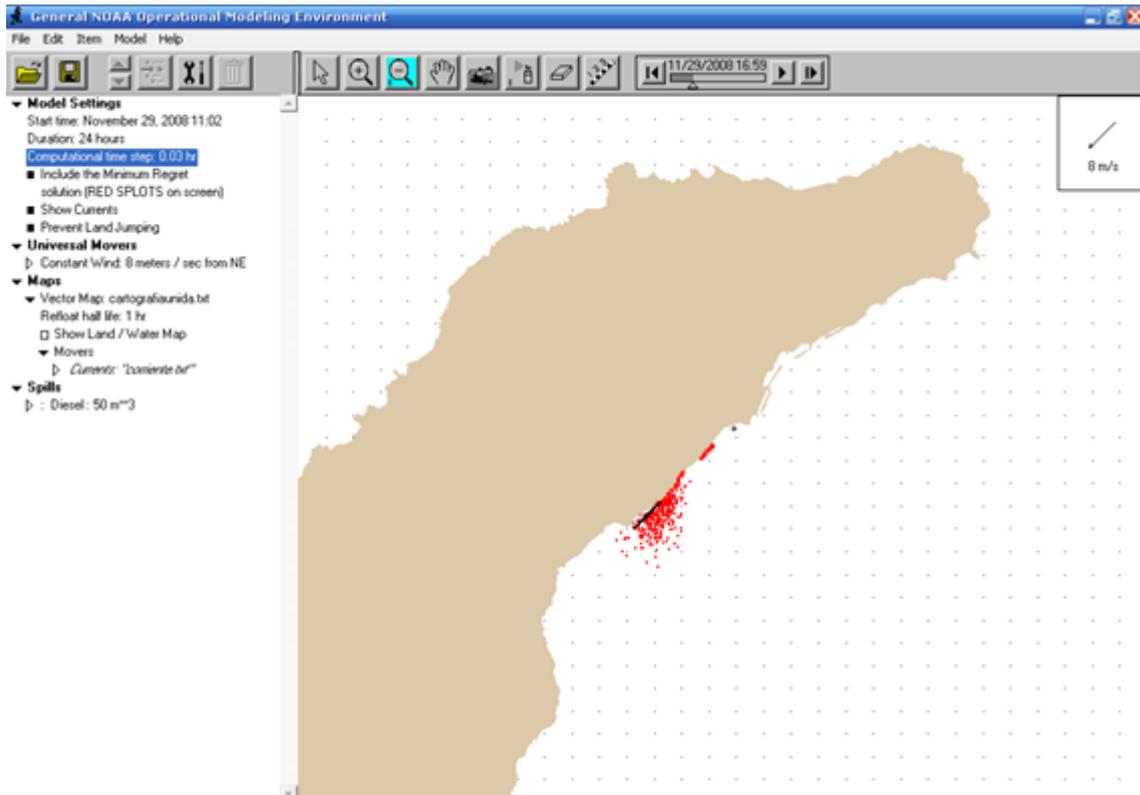
A continuación se expone una serie de imágenes correspondientes a las simulaciones (gasolina) hechas en el Puerto de Honduras (Tenerife), utilizando el programa GNOME.

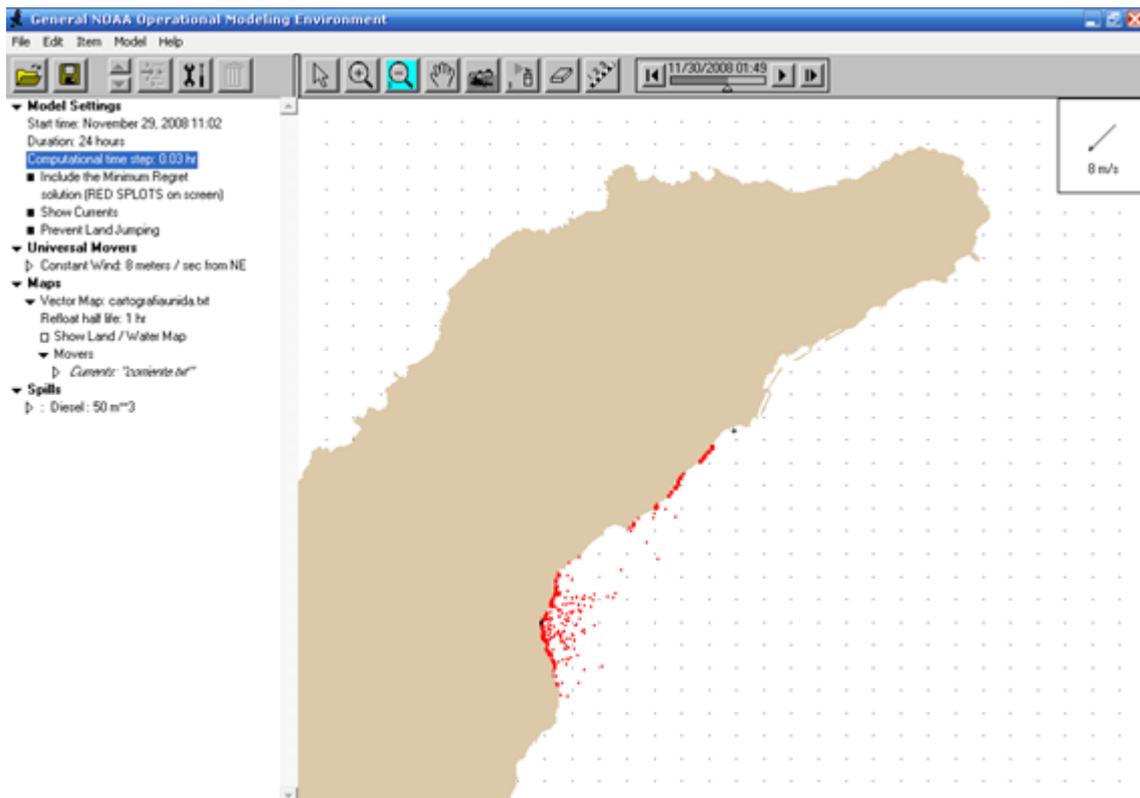
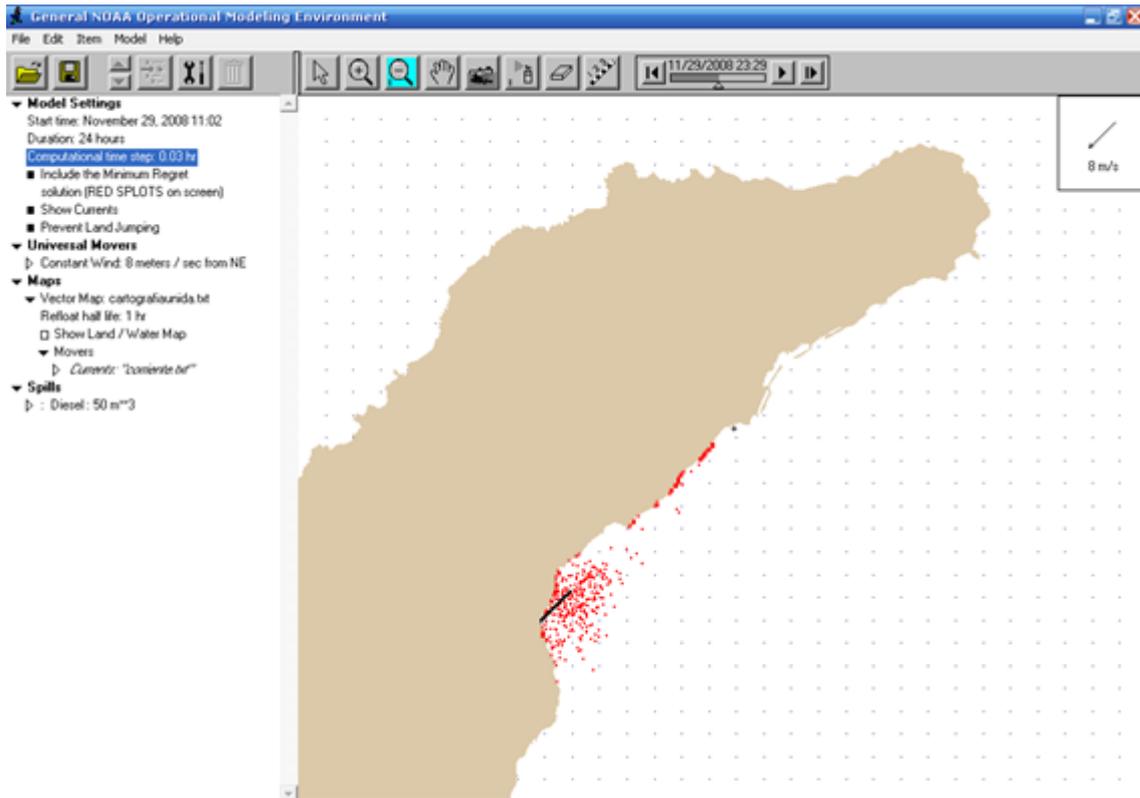
# RESULTADOS DE SIMULACIONES

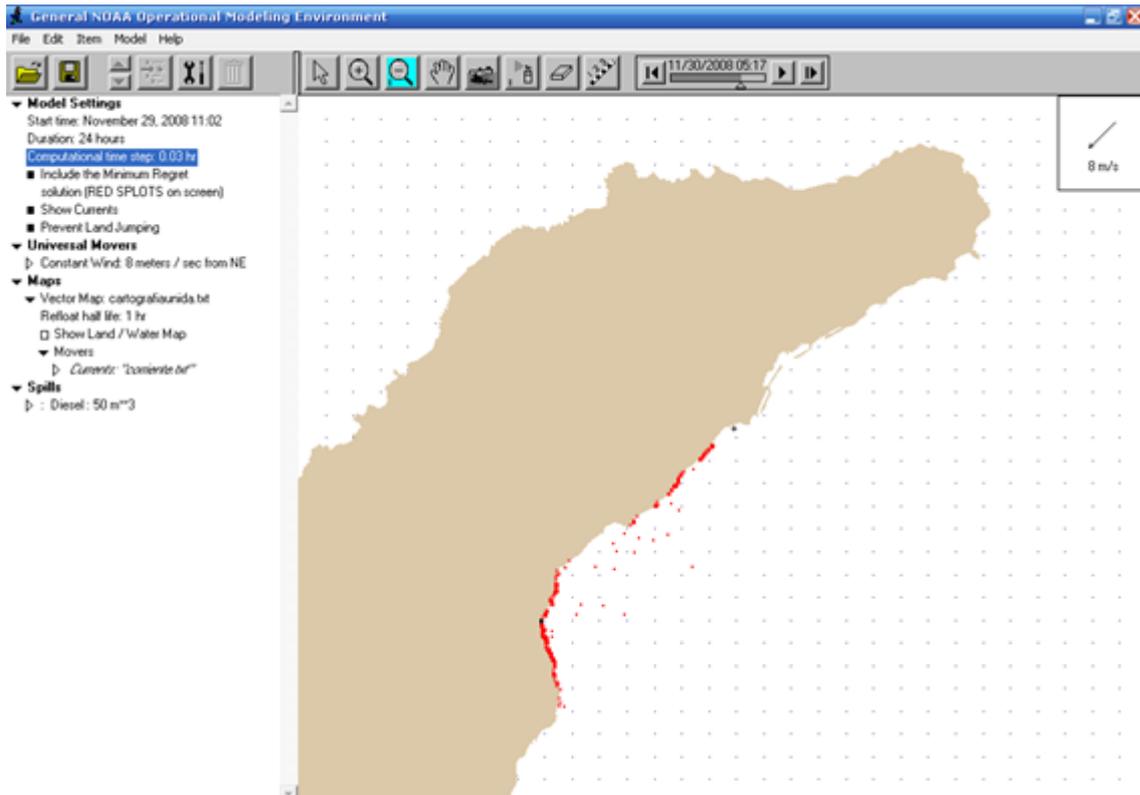




# RESULTADOS DE SIMULACIONES

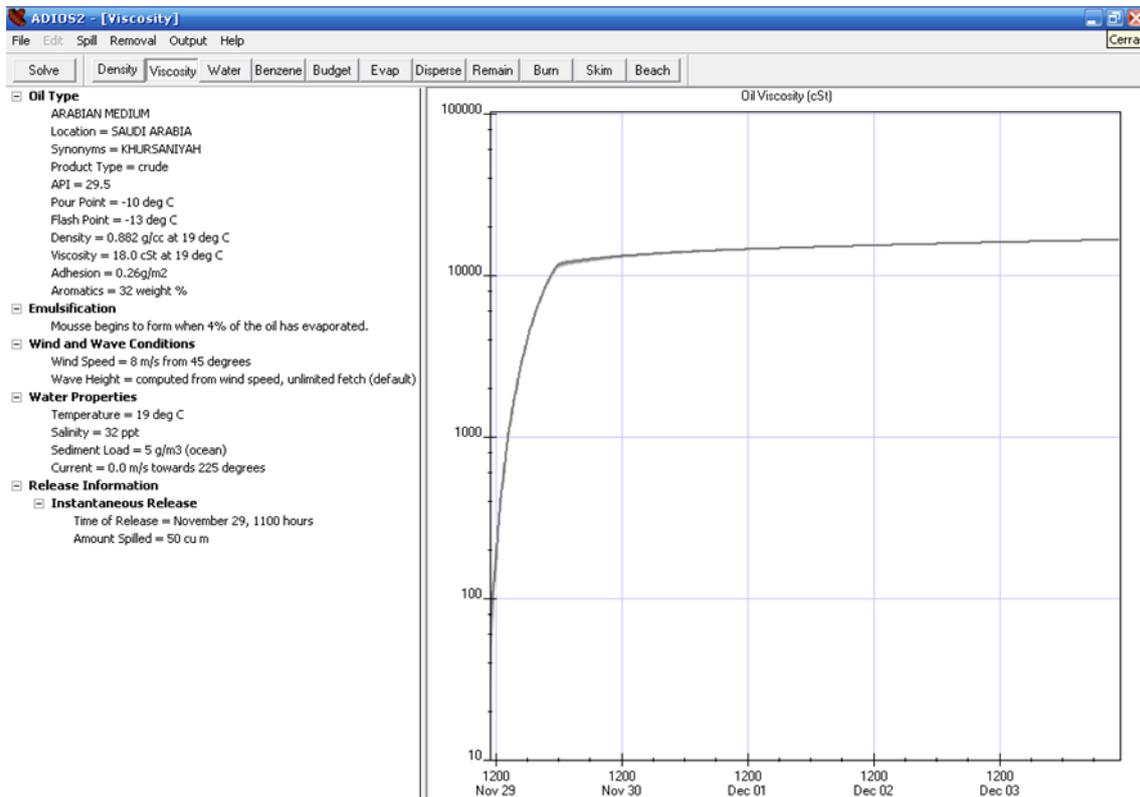
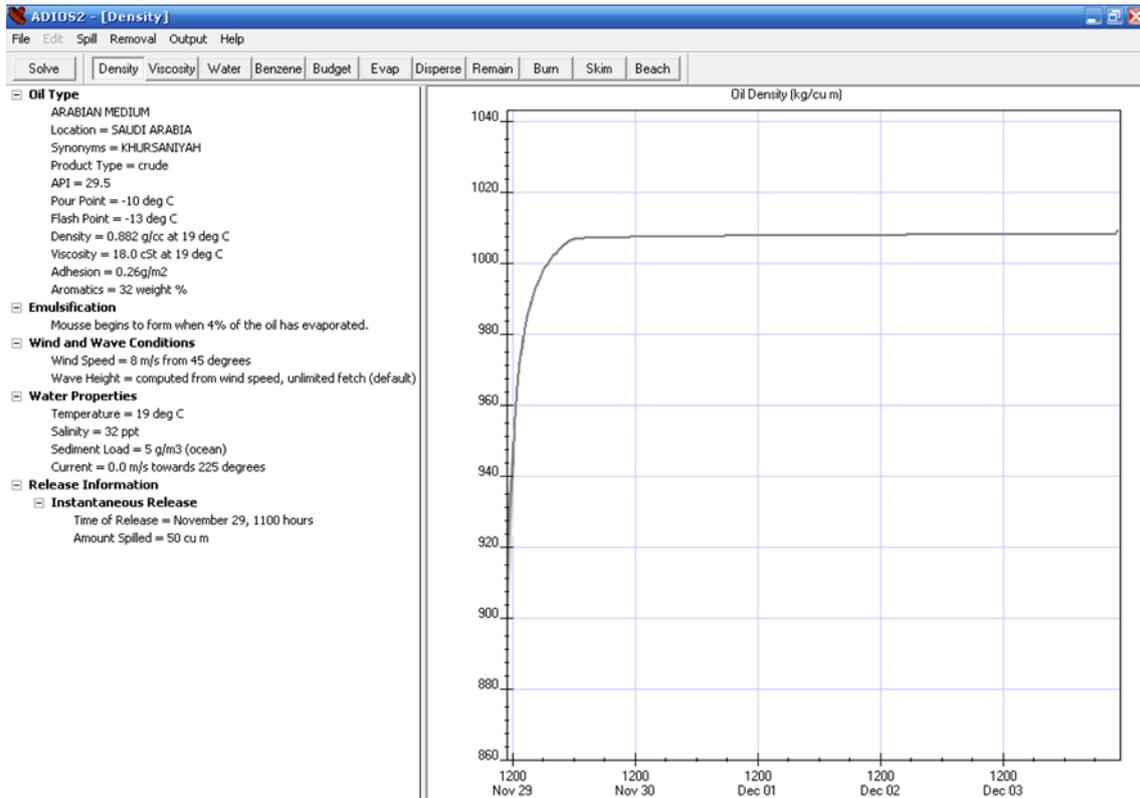




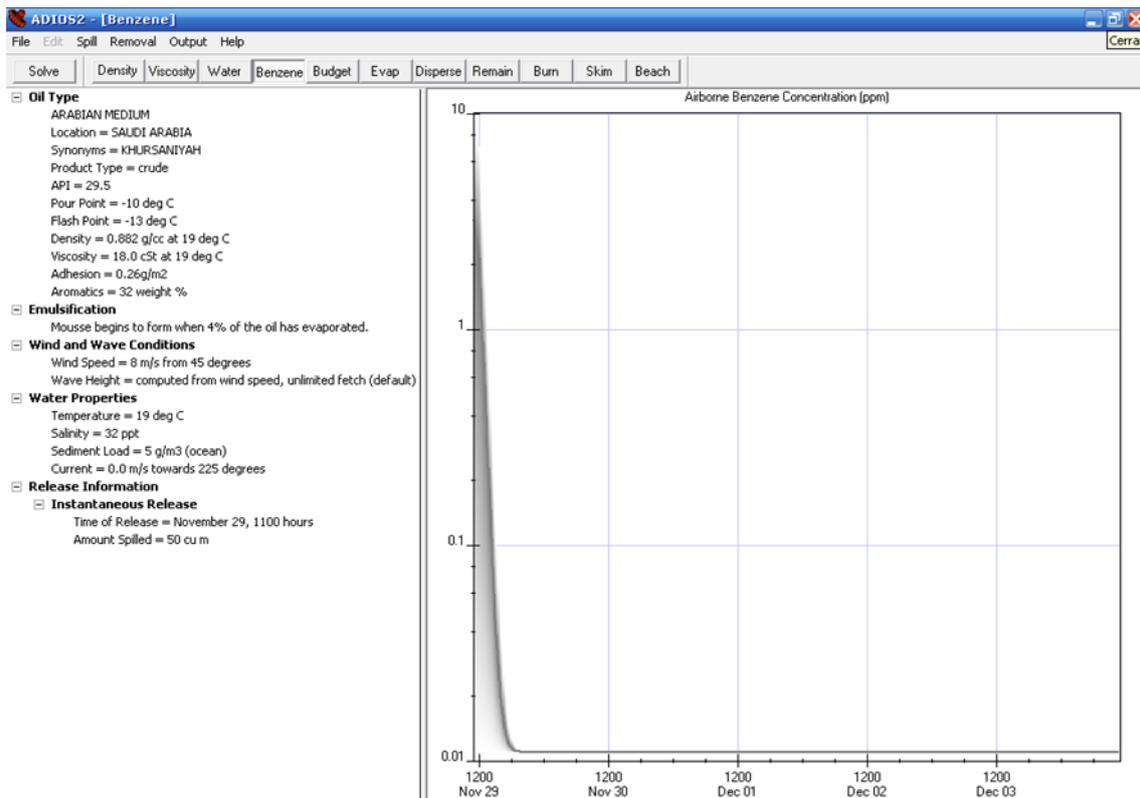
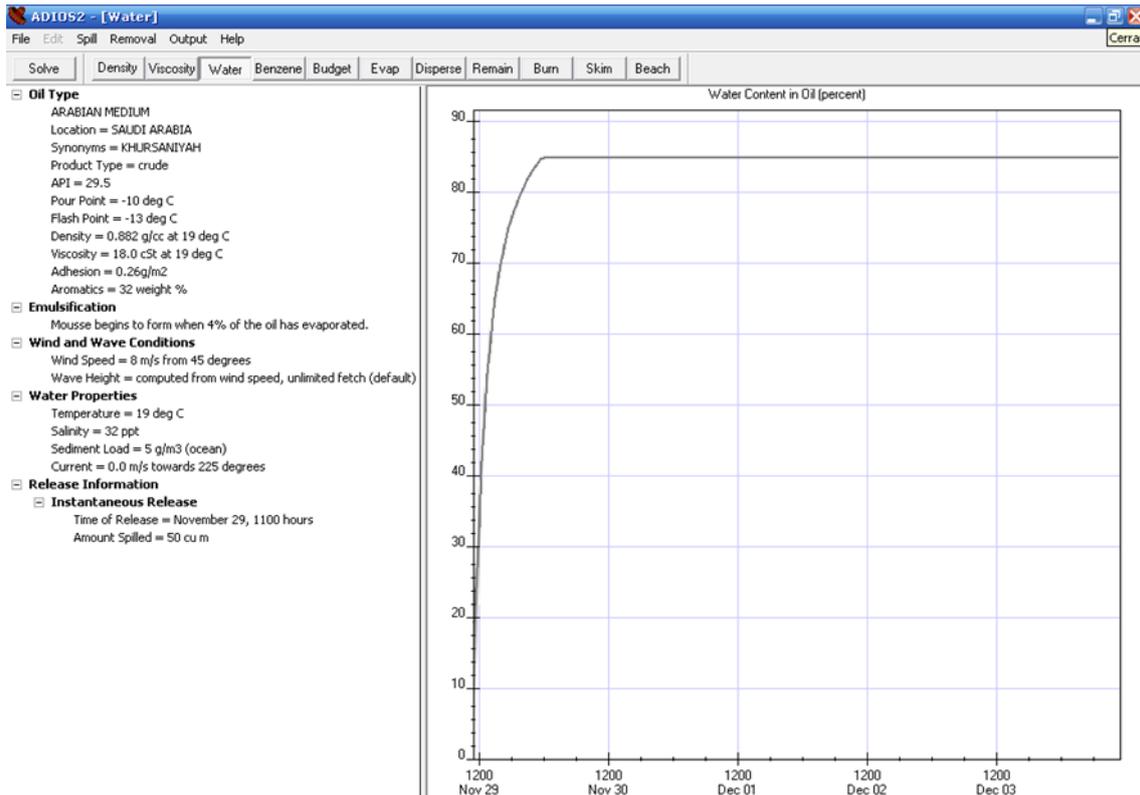


#### 4.4 ADIOS 2

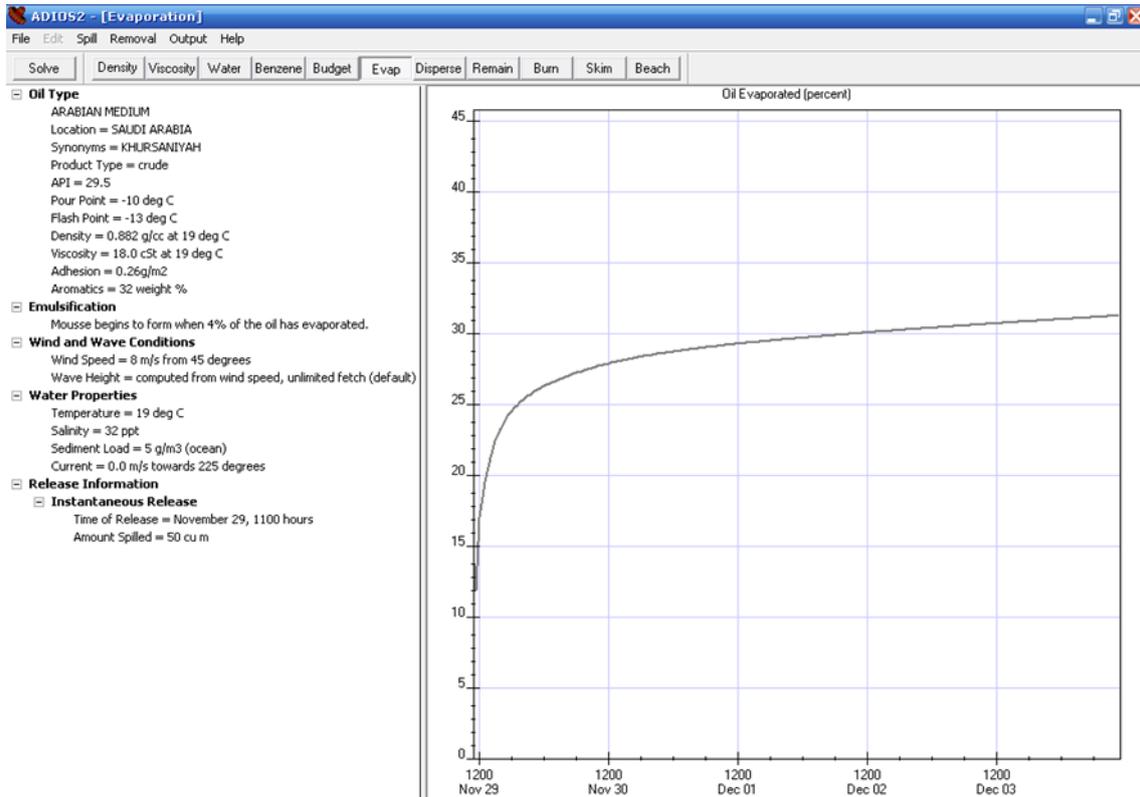
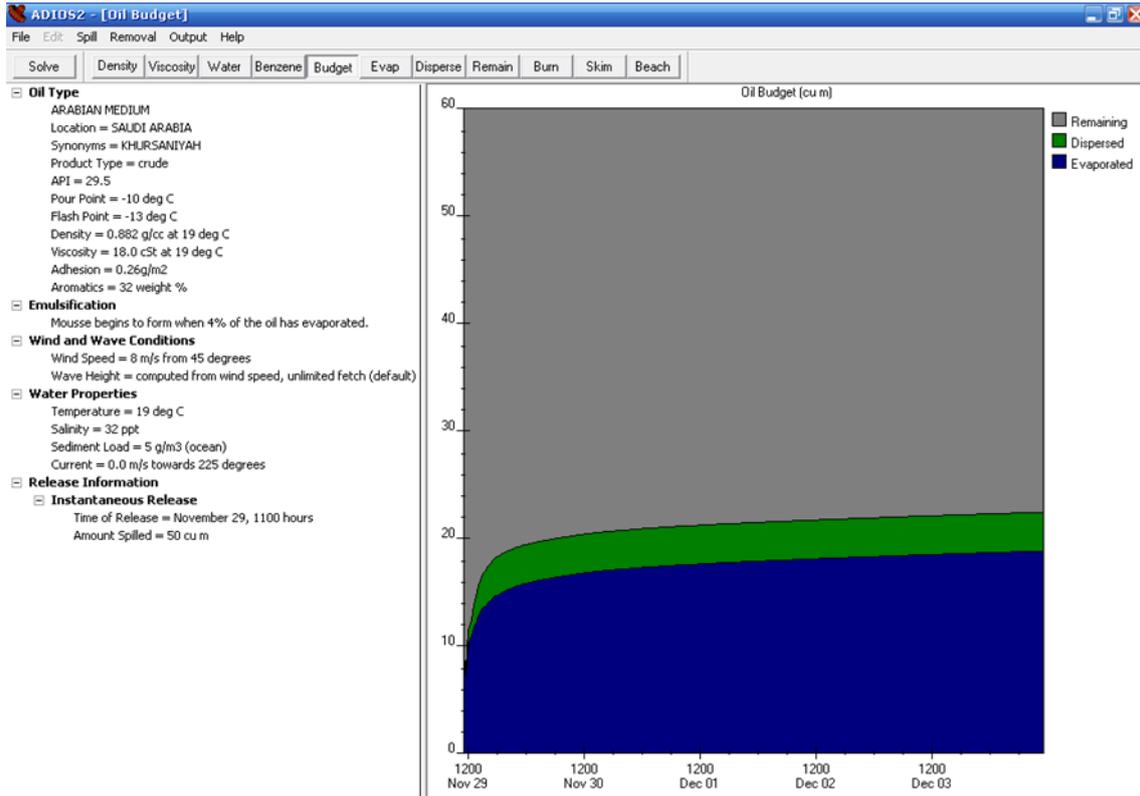
Las imágenes que se presentan en este apartado corresponden al envejecimiento que sufre un determinado tipo de hidrocarburo: ARABIAN MEDIUM.



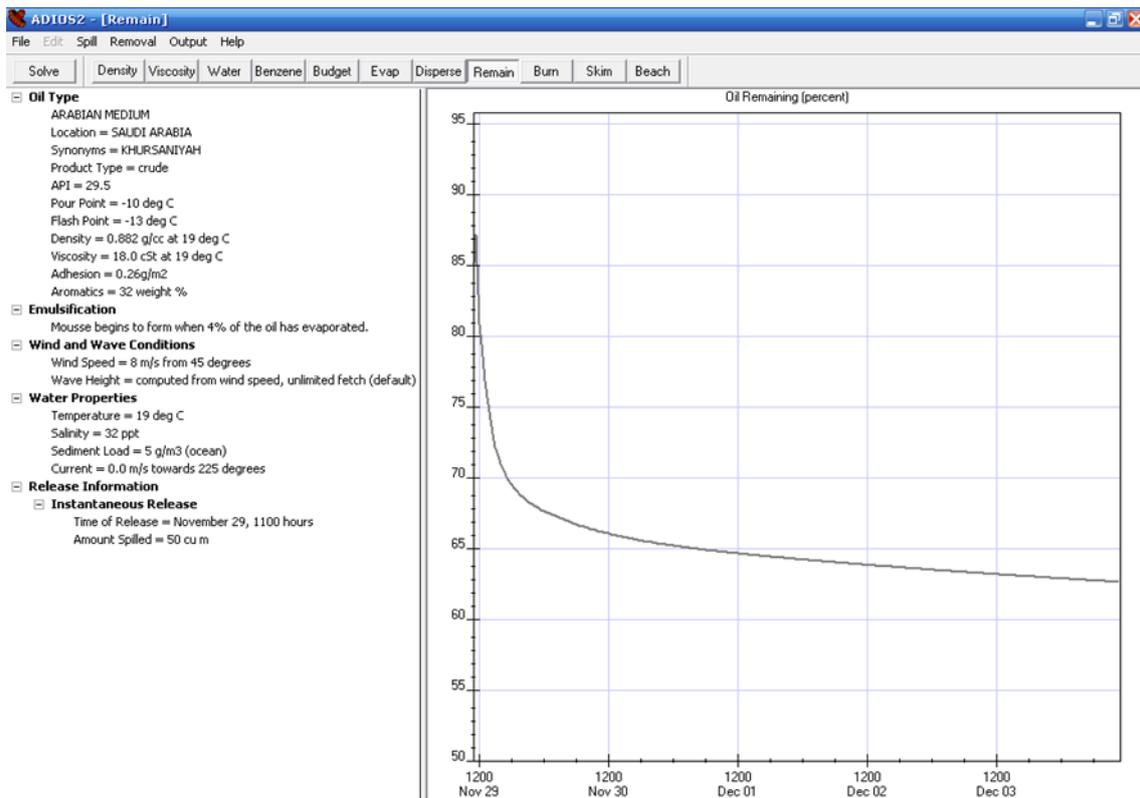
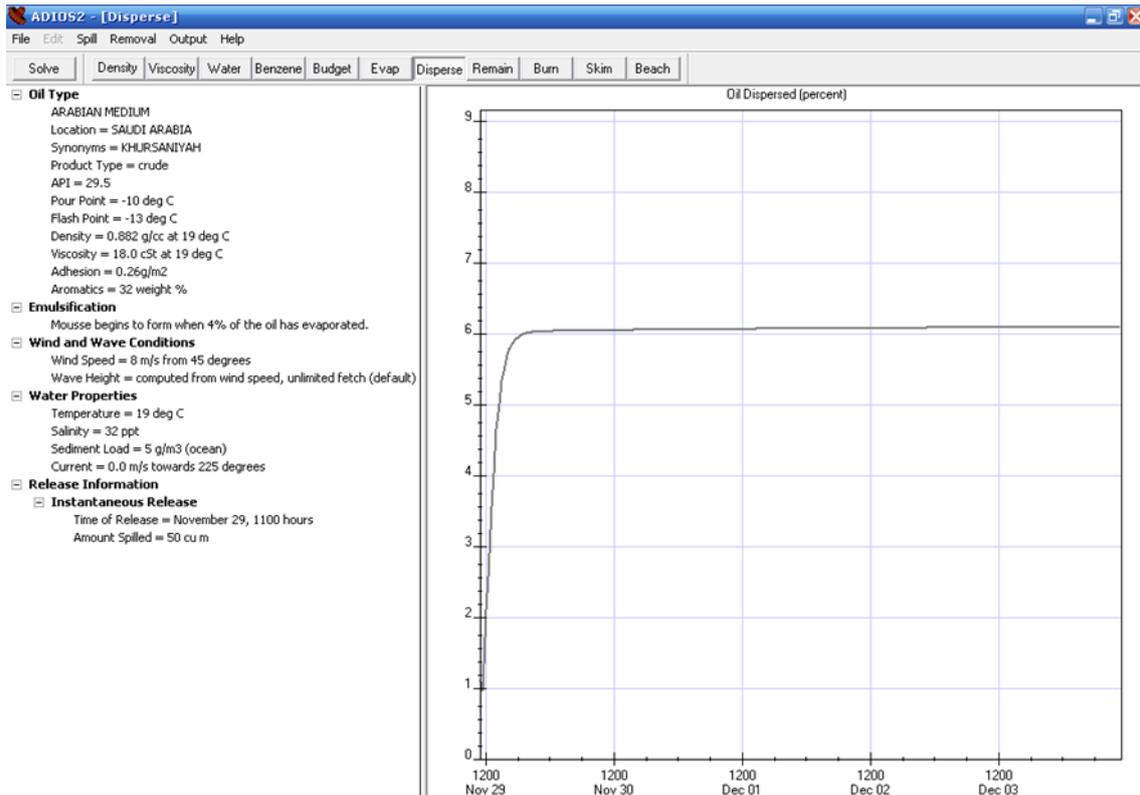
# RESULTADOS DE SIMULACIONES



TRABAJO FIN DE GRADO



# RESULTADOS DE SIMULACIONES



## 5. Conclusiones

Como resultado de las simulaciones desarrolladas y presentadas en dicho trabajo, es posible concluir diciendo lo siguiente:

Un vertido dentro de la ZMES de Canarias tendría como resultado gravísimas consecuencias, independientemente de la cantidad derramada. La gravedad de las consecuencias aumentaría a mayor cantidad de hidrocarburos derramados.

Canarias posee unas condiciones climatológicas (vientos y mareas) bastantes constantes a lo largo del año, facilitándonos el estudio de las zonas con mayor riesgo.

Los productos derivados del petróleo que sean más volátiles tienen un menor despliegue, respecto a los productos con menos volatilidad. Se debe a que al evaporarse más rápido, el hidrocarburo apenas llega a la costa, así se reduce el riesgo; sin embargo, es necesario la vigilancia de la mancha para saber cómo evoluciona.

Por lo tanto; las mercancías pesadas pueden cubrir extensas superficies, llegando incluso a la costa. Con el paso del tiempo aumenta la viscosidad, lo que hace difícil su eliminación si llega a costas abruptas del archipiélago canario. Es de vital importancia actuar ante los derrames de hidrocarburos pesados, por las condiciones anteriores.

La mayor parte de la economía de las islas se debe al turismo. Es lógico pensar que un derrame que afecte a la costa las consecuencias serían trascendentales para la economía canaria. Debido a esto, las medidas para evitar deben estar estudiadas con sumo cuidado.

Pese a la aprobación del PECMAR, PAIN y PAM, éstos son insuficientes en caso de un gran derrame, por eso pienso que es vital importancia trabajar sobre estos planes para que sean lo más eficaces posibles.

Podemos comprobar a la vista de las simulaciones, la alta peligrosidad existente para las aguas y costas Canarias, de producirse un vertido de hidrocarburos en algunas de las zonas estudiadas, o en otras. Es de vital importancia que la coordinación entre administraciones se lleve a cabo de forma rápida y eficaz, para poder actuar ante potenciales vertidos en aguas del archipiélago.

En la simulación hecha en el Puerto de Honduras, con las condiciones de viento, corrientes, tipo de hidrocarburo y cantidad (antes citadas en el punto 4.3 "Simulaciones") la zona de costa afectada por el derrame del hidrocarburo iría desde Igueste de Candelaria hasta el Puertito de Güimar, afectando las aguas a su paso. En ésta zona resultaría muy complicada la tarea de recogida del hidrocarburo, debido a la orografía de ésta zona de la isla.

En la simulación hecha en el campo de boyas de Guasimeta, con las condiciones de viento, corrientes, tipo de hidrocarburo y cantidad (antes citadas en el punto 4.3 "Simulaciones") si se produjese un derrame de las características mencionadas la zona de costa más afectada sería la costa NE de Fuerteventura.

*As a result of simulations developed and presented in this work, it is possible to conclude the following:*

*A spill in the Canary Islands ZMES would result in serious consequences, regardless of the amount spilled. The severity of the consequences increase to greater quantity of oil spilled.*

*Canary has a quite constant throughout the year, weather conditions (wind and tide), facilitating the study of the areas most at risk.*

*The petroleum products that are more volatile with a smaller deployment, for products with less volatility. It is because it evaporates faster, the oil just comes to shore, so the risk is reduced; However, monitoring of the spot is necessary to know how it evolves.*

*Thus; heavy goods can cover large areas, even to the coast. With the passage of time increases the viscosity, which makes them difficult to remove if it rugged coasts of the Canary Islands. It is vital to act before heavy hydrocarbon spills, for the above conditions.*

*Most of the economy of the islands is due to tourism. It stands to reason that a spill affecting the coast the consequences would be far-reaching for the Islands' economy. Because of this, measures to avoid should be studied carefully.*

*Despite the adoption of PECMAR, PAIN and PAM, they are insufficient in case of a major spill, so I think it's vitally important work on these plans to be as effective as*

*possible.*

*We can see the light of the simulations, the existing high hazard to waters and Canary costs of a spill of oil in some of the areas studied, or other cause. It is vital that coordination between administrations is carried out quickly and efficiently in order to act against potential discharges into waters of the Canary.*

*In the simulation done in the Port of Honduras, with wind conditions and currents (cited above in paragraph 4.3 "Simulations") the coastal area affected by the spill of the oil would go from Igueste Candelaria to the Port of Güimar, affecting waters in its path. In this area it would be very difficult the task of collecting the hydrocarbon due to the topography of this part of the island.*

*In the simulation done in the field of Guasimeta buoys with wind conditions, currents, type of oil and amount (cited above in paragraph 4.3 "Simulations") if a spill of the features mentioned the coastal area should occur more affected would be the NE coast Fuerteventura.*

# Bibliografía

(1) VÁZQUEZ BOTELLO, A. *La contaminación marina y la urgencia de su legislación*.

[Página web] [consultado 27 de junio de 2014] URL:

[www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant\\_omnia/23/07.pdf](http://www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant_omnia/23/07.pdf)

(2) UN. *Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 1982. Parte I:*

*Introducción (artículo 1: Términos empleados y Alcance)*. [Página web] [consultado 27 de junio de 2014] URL:

[www.un.org/depts/los/convention\\_agreements/texts/.../convemar\\_es.pdf](http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/.../convemar_es.pdf)

(3) DISTRIBUIDORA MARÍTIMA – PETROGÁS. [Página web], 2014 [consultado 08 de

agosto de 2014] URL: [www.petrogas.com](http://www.petrogas.com)

(4) ATMOSFERIS. *ATK (queroseno)* [Página web] [consultado 11 de agosto de 2014]

URL: [www.atmosferis.com/queroseno/](http://www.atmosferis.com/queroseno/)

(5) WIKIPEDIA. *Gasolina* [Página web] [consultado 11 de agosto de 2014] URL:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Gasolina>

(6) WIKIPEDIA. *Gasóleo* [Página web] [consultado 11 de agosto de 2014] URL:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Gas%C3%B3leo>

(7) MARINE TRAFFIC. [Página web], 2014 [consultado 20 de junio de 2014] URL:

[www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com)

(8) PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIAS POR CONTAMINACIÓN MARINA ACCIDENTAL.

*Ministerio de Fomento*. [Página web] [consultado 16 de agosto de 2014] URL:

[www.cipex.net/Anexo-Plan-Cont.Marina.pdf](http://www.cipex.net/Anexo-Plan-Cont.Marina.pdf)

(9) GOBIERNO DE CANARIAS. *PECMAR*. [Página web], 2006 [consultado 17 de agosto de 2014] URL:

[www.gobiernodecanarias.org/dgse/descargas/pecmar/PECMAR%20DICIEMBRE%202006.pdf](http://www.gobiernodecanarias.org/dgse/descargas/pecmar/PECMAR%20DICIEMBRE%202006.pdf)

(10) PUERTOS DE TENERIFE. *Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife. Puertos de Tenerife*. [Página web], 2014 [consultado 17 de agosto de 2014] URL:

<http://www.puertosdetenerife.org/index.php/es/tf-seguridad-industrial/tf-planes-de-emergencia>

(11) ISGOTT. [Página web] [consultado 15 de agosto de 2014] URL:

[https://dl.dropboxusercontent.com/u/89323157/ISGOTT\\_5ta\\_Edici%C3%B3n\\_-\\_Versi%C3%B3n\\_Espa%C3%B1ol.doc](https://dl.dropboxusercontent.com/u/89323157/ISGOTT_5ta_Edici%C3%B3n_-_Versi%C3%B3n_Espa%C3%B1ol.doc)

(12) SALVAMENTO MARÍTIMO. *Ministerio de Fomento. Flota y Medios*. [Página web], 2014 [consultado 18 de agosto de 2014] URL:

<http://www.salvamentomaritimo.es/sm/flota-y-medios/>

(13) ASA – Applied Science Associates. *OILMAP*. [Página web], 2014 [consultado 01 de septiembre de 2014] URL: <http://www.asascience.com/software/oilmap/>