

OPERACIONES DE CARGA/DESCARGA EN UN BUQUE PETROLERO "GUANARTEME"

**TRABAJO FIN DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
GRADUADO EN NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO.**

**UDE INGENIERÍA MARÍTIMA
SECCIÓN NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Santa Cruz de Tenerife**

AYTHAMI MÉNDEZ CASANOVA

SEPTIEMBRE 2016

DIRECTORES

JOSÉ AGUSTÍN GONZÁLEZ ALMEIDA

MARIA DEL CRISTO ADÁN DE GANZO

D. José Agustín González Almeida, Profesor Asociado UDE de Ingeniería Marítima, perteneciente al Departamento de Ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agraria e hidráulica de la Universidad de La Laguna certifica que:

D. Aythami Méndez Casanova, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: OPERACIONES DE CARGA/DESCARGA EN UN BUQUE PETROLERO "GUANARTEME".

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

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

En Santa Cruz de Tenerife a 15 de septiembre de 2016.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Agustín González Almeida', with a long horizontal flourish extending to the right.

Fdo.: José Agustín González Almeida.

Director del trabajo.

D. María del Cristo Adrián de Ganzo, Profesora Asociada de la UDE de Ingeniería Marítima, perteneciente al Departamento de Ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agraria e hidráulica de la Universidad de La Laguna certifica que:

D. Aythami Méndez Casanova, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: OPERACIONES DE CARGA/DESCARGA EN UN BUQUE PETROLERO "GUANARTEME".

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

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

En Santa Cruz de Tenerife a 15 de septiembre de 2016.



Fdo.: María del Cristo Adrián de Ganzo.

Director del trabajo.

Índice general.

Índice general.....	V
Índice de imágenes.....	IX
Índice de tablas.....	XI
Glosario.....	XIII
Resumen.....	1
Antecedentes. Evolución histórica.....	3
1. CARACTERIZACION DE UN BUQUE TANQUE PETROLERO	9
1.0 Buque tanque.....	9
1.1 Buque tanque Petrolero.....	9
1.2 Clasificación según su porte.....	10
1.2.1 Costeros:.....	10
1.2.2 Aframax	12
1.2.3 Suezmax.....	12
1.2.4 V.L.C.C. (Very Large Crude Carrier).....	13
1.2.5 U.L.C.C. (Ultra Large Crude Carrier).....	13
1.3 Clasificación según el producto que transportan.....	14
2. CARACTERIZACION DE LA CARGA.....	15
2.0 Introducción:	15
2.1 Hidrocarburos.....	15
2.2 Propiedades básicas y riesgos del petróleo.....	15
3. MATERIAL Y MÉTODOS	27
3.0 Características generales del Buque Tanque Guanarteme.....	27
3.1 Tanques de carga y lastre.....	29
3.2 Nivel de carga en el tanque:.....	31
3.3 Equipos para medir la concentración de gases de hidrocarburo en los tanques de	

carga.	32
3.4 Equipos para medir la concentración de oxígeno.	32
3.5 Sistema de respiración del tanque de carga.	32
3.6 Cubierta de carga.....	34
3.7 Sala de bombas.....	36
3.8 Sala de control de carga.	36
3.9 División de espacios de un buque tanque petrolero.....	37
4. RESULTADOS: PROCEDIMIENTOS Y PRECAUCIONES GENERALES EN LA TERMINAL.....	39
4.1 La Terminal.	39
4.2 Procedimientos y precauciones generales en la terminal.	40
4.2.1. Planificación de las operaciones de carga/descarga.	40
4.2.2 Estabilidad del buque.	41
4.3 Intercambio de información.....	41
4.3.1 Información del buque hacia la terminal.	41
4.3.2 Información de la terminal hacia el buque.	42
4.3.3 Del buque a la autoridad competente.	44
4.4 Precauciones a seguir al costado de un terminal.....	44
4.4.1 Precauciones del amarre.	45
4.4.2 Coordinación entre el buque y la terminal sobre los procedimientos de seguridad.	46
4.4.3 Precauciones generales del buque una vez amarrado.....	47
4.4.4 Otras consideraciones.	48
5. RESULTADOS: PROCEDIMIENTOS Y PRECAUCIONES ESPECÍFICAS EN LAS OPERACIONES.....	51
5.0 Introducción.....	51
5.1 Aberturas.....	51
5.2 Sobre presurización y vacío en los tanques de carga.....	52
5.3.1 Electricidad estática.....	53
5.3.2 Inspección de los tanques antes de cargar.	54
5.3.2.1 Ingreso a espacios cerrados.	54
5.3.3 Comprobación del sistema de respiración de los tanques.	56
5.4 Precauciones relacionadas con las conexiones de carga buque/tierra.	56

5.4.1 Mangueras de carga (flexible).....	56
5.4.2 Brazos de carga (Hard Arm).....	58
5.4.3 Descarga eléctrica.....	59
5.5. Riesgo de incendio y/o explosión.....	59
5.5.1. Filtraciones de gas de hidrocarburo.....	60
5.5.2 La fuente de ignición.....	61
5.5.3 Precauciones para evitar golpes de presión en la operación de las bombas.....	61
6. PROCEDIMIENTOS GENERALES EN LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE UN PETROLERO.....	63
6.0 Introducción.....	63
6.1 Plan de operaciones y reunión con el personal de guardia.....	63
6.2 Operación de carga.....	64
6.2.1 Plan de carga establecido.....	64
6.2.2 Conexión.....	68
6.2.3 Lista de chequeo.....	68
6.2.4 Inicio de la operación de carga.....	72
6.2.6 Supervisión y control durante el transcurso de la carga.....	75
6.2.7 Completado de tanques (top off) a bordo del buque.....	76
6.2.8 Drenaje de las líneas.....	77
6.2.9 Chequeos después de la carga.....	77
6.3 Consideraciones especiales.....	77
6.3.1 Precauciones con la carga de productos con alta presión de vapor.....	77
6.3.2 Precauciones al cargar hidrocarburos acumuladores de estática.....	78
6.3.3 Operación de carga en instalaciones costa afuera.....	78
6.4 Operación de descarga.....	79
6.4.1 Plan de descarga acordado.....	79
6.4.2 Conexión.....	80
6.4.3 Lista de chequeo.....	81
6.4.4 Inicio de la descarga.....	81
6.4.5 Supervisión y control durante el transcurso de la descarga.....	83
6.5. Limpieza de tanques.....	84
6.6 Operaciones de bunkering.....	84

6.6.1 Surveyor.....	86
6.7 Derrame y filtración accidental de petróleo durante operaciones.....	87
6.7.1 Tipos de derrames.	87
6.8 Procedimientos de emergencia en caso de incendio.....	89
Conclusiones.....	97
Bibliografía	99

Índice de imágenes.

Ilustración 1. Grabado del Buque Gluckauf (1886). Fuente: http://www.aukevisser.nl/german/id95.htm	4
Ilustración 2 Diseño del buque tanque tipo T2. Fuente: http://www.histarmar.com.ar/BuquesMercantes/Marina%20Mercante%20Argentina/Tanques/SanJulian-3.htm	4
Ilustración 3. Buque Petrolero Jahre Viking. Fuente: http://10mundo.blogspot.com.es/2011/11/los-barcos-mas-grandes-de-la-historia.htm	6
Ilustración 4. Clasificación de los buques tanque según su porte. Fuente: http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcia339s/doc/bmfcia339s.pdf	14
Ilustración 5. B/T Guanarteme. Fuente: http://www.petrogas.es/flota/Guanarteme.aspx	28
Ilustración 6. Distribución de los tanques de carga. Fuente: Elaboración propia.....	29
Ilustración 7: B/T Guanarteme en labores de lastrado. Fuente: http://www.petrogas.es/flota/Guanarteme.aspx	30
Ilustración 8. Distribución de los tanques de lastre segregados. Fuente: elaboración propia ...	30
Ilustración 9. Medición de vacíos de tanque por medio de una UTI. Fuente: http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcia339s/doc/bmfcia339s.pdf	31
Ilustración 10. Tank Radar. Fuente: Elaboración propia	31
Ilustración 11. Válvulas P/V. Fuente: Elaboración propia	33
Ilustración 12. Línea de retorno de gases. Fuente: Elaboración propia.....	34
Ilustración 13. Manifold de carga. Fuente: http://www.framo.com/default.aspx?pageId=26 ..	35
Ilustración 14. Bomba de carga. Fuente: Elaboración propia	35
Ilustración 15. B/T Guanarteme atracado de costado en la terminal de Leixoes. Fuente: Elaboración propia	46
Ilustración 16. Advertencia de prohibido fumar en la cubierta del B/T Guanarteme. Fuente: Elaboración propia	49
Ilustración 17. Mangueras de carga flexibles. Fuente: http://zebungmarinehose.es/1-1-3-oil-suction-discharge-hose/220119	57
Ilustración 18. Operación realizada con hard arm. Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Marine_Loading_Arm_KLE.jpg	59
Ilustración 19. Extractor del cuarto de bombas. Fuente: Elaboración propia	60
Ilustración 20. Diferentes elementos de seguridad de la tripulación. Fuente: http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcia339s/doc/bmfcia339s.pdf	72
Ilustración 21. Muestras de combustible. Fuente: http://captmsalinas.blogspot.com.es/2013/05/reclamaciones-en-los-transportes_7.html	82
Ilustración 22. Maniobra de abarloe para dar suministro. Fuente: Elaboración propia.....	86
Ilustración 23. Bomba Wilden. Fuente: http://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1030/BUNKERING.pdf?sequence=1 ...	88
Ilustración 24. Cilindros de material absorbente. Fuente: http://www.mx.all.biz/material-absorbente-para-acidos-g20717#.V9PcJijhDIU	89
Ilustración 25. Botellas del cuarto de CO ₂ . Fuente: http://www.monografias.com/trabajos96/informe-tecnico-pasantias-profesionales-bordo-del-buque-tanque-zeus/informe-tecnico-pasantias-profesionales-bordo-del-buque-tanque-zeus2.shtml	90

Ilustración 26. Sistema fijo de espuma. Fuente: Elaboración propia.....	91
Ilustración 27. Hidrante. Fuente: http://www.monografias.com/trabajos96/informe-tecnico-pasantias-profesionales-bordo-del-buque-tanque-zeus/informe-tecnico-pasantias-profesionales-bordo-del-buque-tanque-zeus2.shtml	92

Índice de tablas.

Tabla 1: Tonelaje de la flota mercante mundial. Fuente: Lloyd's Register-Fairplay, World Fleet Statistics	7
Tabla 2. Límites inflamables. Fuente: ISGOTT	17
Tabla 3. Temperatura de inflamabilidad. Fuente: ISGOTT	18
Tabla 4. Densidad de los gases de hidrocarburos. Fuente: ISGOTT	22
Tabla 5. Efectos por la inhalación de gas de hidrocarburo. Fuente: ISGOTT	24
Tabla 6. Efectos por la inhalación de sulfuro de hidrogeno. Fuente: ISGOTT.....	25
Tabla 7. Características del B/T Guanarteme. Fuente: http://www.petrogas.es/flota/Guanarteme.aspx	27
Tabla 8. Cantidad de carga en cada tanque (m3). Fuente: Petrogas	29
Tabla 9: Check List Buque- Terminal. Fuente: Petrogas.....	71
Tabla 10. Velocidad de carga inicial-fase I. Fuente: Petrogas	73
Tabla 11. Velocidad de carga fase II. Fuente: Petrogas.....	74
Tabla 12. Velocidad de carga fase III. Fuente: Petrogas.....	75

Glosario.

SOLAS:	Safety of Life at Sea.
STCW:	Standars Training Certificates and Watchkeeping.
ISGOTT:	The International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals.
ISM:	International Safety Management Code.
OCIMF:	Oil Companies International Marine Forum.
MARPOL:	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships.
GLP:	Gas Licuado de Petróleo.
FPSOs:	Floating Poduction Storage and Offloading ships.
SWL:	Safe Working Load.
SOPEP:	Shipboard Oil Pollution Emergency Plan.
OMI:	Organización Marítima Internacional.
TVP:	True Vapor Pressure.
RVP:	Reid Vapor Pressure.
LFL:	Lower Flammable Limit.
UFL:	Upper Flammable Limit.
SPM:	Single Point Mooring Buoy.
TPM:	Tonelaje Peso Muerto
FPSO:	Floating Production Storage & Offloading.
Barril:	Es una unidad de medida que equivale a 159 litros y marca la referencia del mercado.
TLV:	Threshold limit valvue.
PEL:	Permissible exposure limit.

Resumen.

El presente trabajo ha sido elaborado por Aythami Méndez Casanova, alumno de 4º Grado en Náutica y Transporte marítimo, propuesto para el proyecto de fin de grado.

El objetivo principal del mismo es el conocimiento práctico de los equipos relacionados con las operaciones de carga/descarga de un buque tanque petrolero, así como las precauciones a tener en cuenta para operar bajo unas condiciones de seguridad aceptables.

Los dos primeros capítulos consisten en describir que es un buque tanque petrolero y citar las propiedades principales de los productos que transportan, que es de mera importancia, ya que estos conocimientos nos permitirá realizar unas operaciones aún más seguras.

Más adelante, el capítulo 3 se centra en los equipos y las características principales del buque tanque que hemos tenido como referencia para la realización de este trabajo, que se trata del B/T Guanarteme.

Ya en los últimos 3 capítulos comprende lo relacionado con las operaciones en una terminal, las precauciones a tomar según establece el Manual ISGOTT y los procedimientos generales, tanto en las operaciones de carga como de descarga.

Antecedentes. Evolución histórica.

Los orígenes del transporte de petróleo lo encontramos a mediados del siglo XIX, cuando se realizaba en buques convencionales y la forma de estibarlos a bordo era en barriles. Por aquel entonces, los marinos no estaban muy convencidos de transportar este tipo de producto en buques convencionales y en barriles de madera, ya que temían que se produjeran explosiones e incendios.

La demanda de este tipo de combustible era escasa, limitándose en su mayor parte a la alimentación de faros, con lo que la necesidad de su transporte fue mínima hasta el nacimiento de los motores diésel y de explosión interna, entonces el consumo de crudo paso a un nuevo plano en la economía, implementándose de esta manera su transporte.

Es en 1861, cuando un exportador de Filadelfia realiza la primera exportación de crudo a Londres, transportando 1329 barriles de petróleo a bordo de un buque convencional llamado *Elizabeth Watts*, llegando la carga a su puerto de destino de un modo seguro.

De allí en más, gracias a los buques tanque, los consumidores de todo el mundo comenzaron a disfrutar de los beneficios que brindaba el petróleo. Este producto había causado un fuerte impacto en el comercio mundial y los buques se habían transformado en un importante medio de transporte en el ámbito global de los intercambios comerciales.

En Inglaterra, en 1886, se construye el *Gluckauf*, de 2297 toneladas, primer buque diseñado para el transporte de petróleo crudo a granel en tanques estancos y separados, es además el primer buque tanque clasificado por una Sociedad de Clasificación (Bureau Veritas). Este se constituyó en el prototipo del buque petrolero moderno. El *Gluckauf* marcaría el comienzo de una nueva etapa en el transporte de crudo.

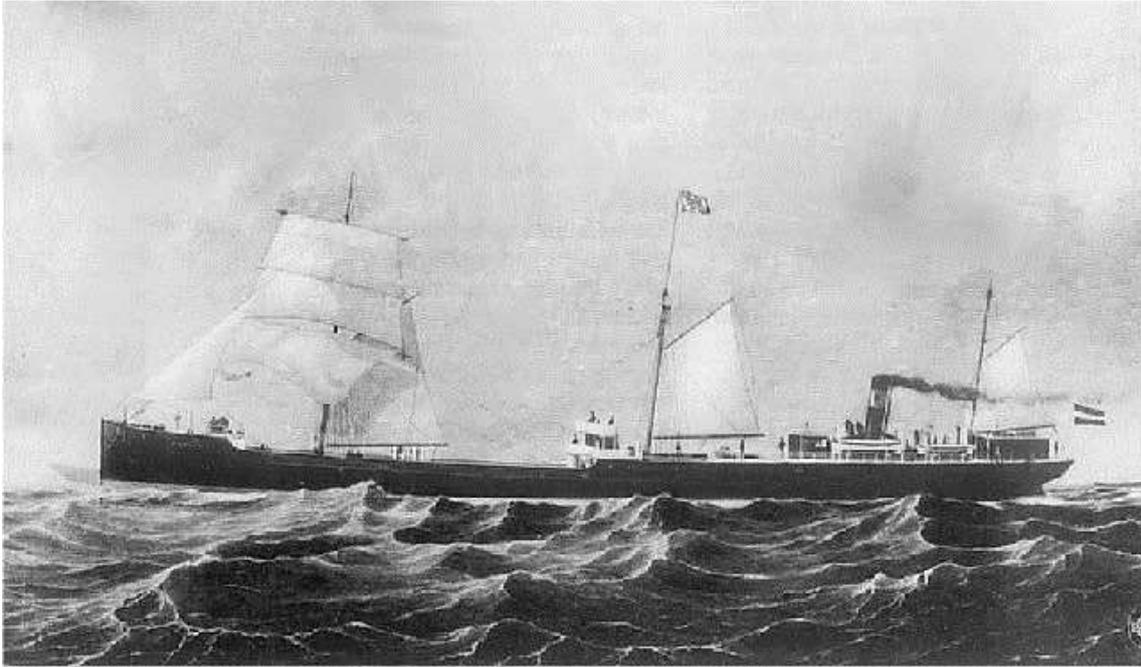


Ilustración 1. Grabado del Buque Gluckauf (1886). Fuente: <http://www.aukevisser.nl/german/id95.htm>

Más adelante, en el 1912 se produjo uno de los mayores avances en el diseño del buque tanque. Cuando un inspector del Lloyd's, agregó al diseño del Guckauf, mamparos longitudinales, equidistantes de la crujía, que dividen los espacios de carga en; babor- centro- estribor, además de dividirlos nuevamente por mamparos transversales, creando una serie de tanques de carga. Estos quedarían configurados, por ejemplo, en 1-babor, 1-centro, 1-estribor, 2- babor, 2- centro, etc. Este diseño se mantiene en la actualidad.

La estandarización de los petroleros no llegaría hasta la Segunda Guerra Mundial. Durante la guerra, EEUU diseñó el buque tanque tipo T2, con un peso muerto de 16.400 tns. En total se construyeron 620 unidades y tras la guerra estos petroleros fueron vendidos. La mayoría navegaron hasta finales de la década de los 60, aunque algunos llegaron hasta los años 80 como el Caltex Utrecht.

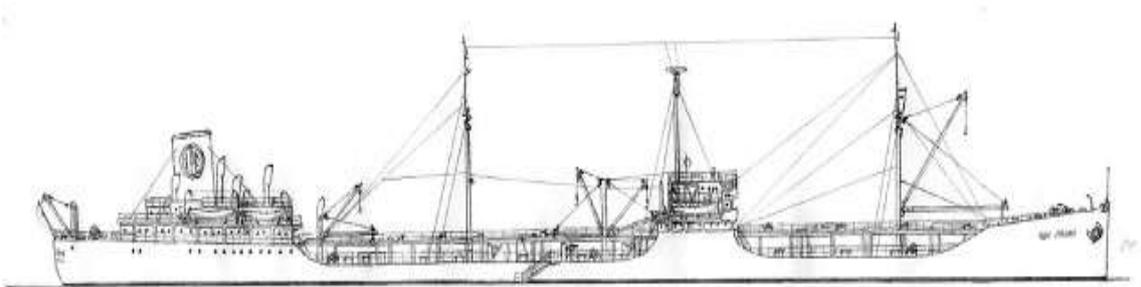


Ilustración 2 Diseño del buque tanque tipo T2. Fuente: <http://www.histarmar.com.ar/BuquesMercantes/Marina%20Mercante%20Argentina/Tanques/SanJulian-3.htm>

La progresiva utilización de los productos derivados del petróleo, en particular los combustibles, lubricantes y posteriormente los productos de la industria petroquímica, provocaron el enorme desarrollo del tráfico marítimo de petróleo crudo y sus derivados.

En los 50 la demanda de más y mayores petroleros hizo aumentar su tonelaje año tras año, en 1959 se sobrepasa por primera vez el umbral de las 100.000 Tm, con la construcción del buque Universe Apollo con 114.356 Tm, construido para transportar crudo desde Oriente Medio a Europa a través del Cabo de Buena Esperanza. Cabe destacar que la construcción de estos buques no representaba un problema técnico, eran diseños relativamente sencillos sin grandes sofisticaciones técnicas.

A mediados de los 60 y aplicando los armadores la economía de escala, los petroleros alcanzan las 200.000 Tm, por esta fecha un petrolero de 200.000 necesita 24 tripulantes mientras que un T2 necesitaba 45, con 2.7 veces más de fuerza se transportan 4.3 veces más de carga, con lo que nuevamente el límite lo pondrá la naturaleza, ya que la mayoría de los estrechos y canales no admiten barcos de más de 250.000 Tm. El canal de Suez en esta época era para buques con un máximo de 70.000 Tm, Malaca, el Bósforo.

Otro factor que incidió en el gran aumento del tamaño de los petroleros fue el cierre del Canal de Suez en 1956 y 1967 que obligó a transportar estos productos y otros, vía el Cabo de Buena Esperanza (rodeando África), en la confluencia de los océanos Índico y Atlántico. Una distancia muy superior a la de las rutas utilizadas regularmente.

La crisis de 1973, provocó de nuevo un aumento en el tonelaje de los petroleros y se encargan buques de 300.000 Tm, en imparable proceso de crecimiento llega a su cima con la construcción en 1979 en Japón, del Jahre Viking, el mayor petrolero de todos los tiempos de 564.763 Tm de desplazamiento, 458.45 m de eslora, 68.86 m de manga y 24.61 m de calado



Ilustración 3. Buque Petrolero Jahre Viking. Fuente: <http://10mundo.blogspot.com.es/2011/11/los-barcos-mas-grandes-de-la-historia.htm>

A finales de los años 80 y durante los años 90, por razones mercantiles, de políticas empresariales, de logística y otras vinculadas al impacto de la opinión pública sobre aspectos medioambientales, se comienzan a producir cambios estructurales en la operación de las flotas y su propiedad pasa a estar, casi mayoritariamente, en manos de armadores privados.

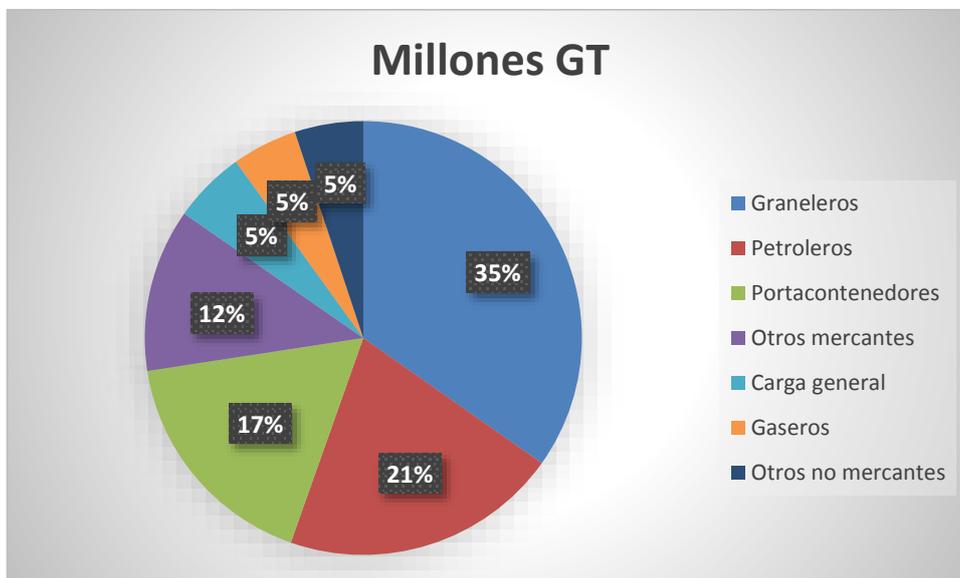
Con el paso del tiempo, la tecnología aplicada a la construcción de estos buques ha ido evolucionando año tras año. De hecho, adelantos tales como el lavado con crudo y el uso de sistemas de gas inerte con el objetivo de evitar incendios y/o explosiones, las construcciones de doble casco, el avance de las comunicaciones, la automatización y los sistemas de navegación, así como las estrictas exigencias para operarlos permiten inferir que los buques, y en particular los petroleros, continuarán experimentando una gran evolución años tras años.

Flota petrolera y el comercio mundial.

Los buques petroleros actualmente conservan el segundo mayor tonelaje de la flota mercante mundial, aproximadamente 240 millones de toneladas de peso muerto, que corresponde al 21% del total de la flota mundial. Cediendo la primera posición en estos últimos años a los Bulk Carrier, con aproximadamente 405,4 millones de toneladas de peso muerto.

Tipos	Millones GT	Miles de barco
Graneleros	405,4	10,9
Petroleros	240,0	7,7
Portacontenedores	200,3	5,1
Otros mercantes	141,6	14,5
Carga general	62,7	16,7
Gaseros	56,3	1,7
Otros no mercantes	59,1	53

Tabla 1: Tonelaje de la flota mercante mundial. Fuente: Lloyd's Register-Fairplay, World Fleet Statistics



Grafica 1: Porcentaje de la flota mercante mundial. Fuente: Lloyd's Register-Fairplay, World Fleet Statistics

1. CARACTERIZACION DE UN BUQUE TANQUE PETROLERO

1.0 Buque tanque.

Como principal descripción de lo que es un buque tanque, encontramos la dada por el convenio SOLAS, que define a un buque tanque, como un buque de carga construido o adaptado y utilizado para el transporte a granel de cualquiera de los productos líquidos de naturaleza inflamable (OMI O. M., Convenio SOLAS, 1914, págs. Capítulo 1, regla 2).

Una clasificación general de buques tanque los puede dividir en; petroleros, gaseros (LPG- LNG), quimiqueros, combinados (pueden transportar minerales a granel o hidrocarburos) y los FPSOs, que son buques fondeados en campos de explotación, que cuentan con instalaciones apropiadas para el almacenamiento y procesamiento del crudo.

1.1 Buque tanque Petrolero.

Por buque tanque petrolero, MARPOL lo define como un buque construido o adaptado para transportar principalmente hidrocarburo a granel en sus espacios de carga. Este buque es conocido comúnmente como petrolero, buque tanque, Oil Tanker o simplemente Tanker. (OMI O. M., MARPOL, 1973-1978, págs. Anexo 1, regla 1)

Las diferencias básicas entre un buque de carga general y un petrolero son:

1. Resistencia estructural: En un buque normal la carga es soportada por las cubiertas en el espacio de las bodegas; en un petrolero gravita sobre el fondo, forro exterior y mamparos. Además, en aguas agitadas se producen fuerzas de inercia que actúan sobre los costados y mamparos. Debiendo ser la estructura del petrolero debe de ser más resistente que otros barcos.
2. Estanqueidad al petróleo: Los tanques de carga deben ser estancos al petróleo y sobre todo a los gases producidos por él, que al mezclarse con el aire hacen una mezcla explosiva. Debe de evitarse que circuitos eléctricos pasen por los tanques o cámara de bombas.

3. Variación del volumen de la carga: La carga aumenta su volumen 1% por cada 10º C de incremento de la temperatura. Si el tanque se llena mucho, al calentarse rebosaría. Y si se llena poco se tendrá un cargamento móvil que reduce la estabilidad y el espacio libre se llena de gases explosivos.
4. Ventilación: Se producen vapores, que son más pesados que el aire y es necesario expulsarlos de estos espacios. (Vidal, 2003)

1.2 Clasificación según su porte.

A medida que avanzaban las décadas, el porte y el tonelaje de estos buques aumentaron de forma exponencial. En los años 30, alcanzan un peso muerto de 10.000 toneladas. En los años 40, el peso muerto de los petroleros llegaría a 16.000 toneladas. Después del término de la “Segunda Guerra Mundial”, se introduce la soldadura a la construcción naval, lo que benefició a la estanqueidad de los espacios de carga, un menor peso y mayor capacidad para la carga. Ubicando la habilitación, puente y sala de bombas en la zona de popa.

En los años 50, los buques tanques alcanzan las 45.000 toneladas de peso muerto. La revolución en la construcción, llegaría en los años 60 con el comienzo de la “era” de los supertanques. Durante esta etapa se construyeron buques petroleros, de hasta 200.000 toneladas de peso muerto, transformando a la flota petrolera, en términos de tonelaje, en la mayor de los buques mercantes. (CANDIA, 2009)

Las razones del aumento del tonelaje fueron:

- La gran demanda de países desarrollados.
- Reducir costes económicos en el transporte, mediante la construcción de buques de mayor capacidad de carga.
- El cierre del canal de Suez en los años 1956 y 1967, que obligó a los buques a rodear África, navegando distancias superiores a las regulares.

Realizada esta primera evaluación y desde un punto de vista general, podemos agrupar los buques petroleros según su capacidad de transporte e idoneidad para cada tráfico:

1.2.1 Costeros:

Los buques petroleros costeros, se dividen a su vez en; coastal tanker, general purpose tanker, handy-size y panamax. Siendo este último tipo, el de mayor tonelaje, llegando

casi a las 50.000 toneladas de peso muerto. Son capaces de transportar entre 350 mil y 500 mil barriles.

Como su nombre lo indica, este tipo de tanquero, realizan trayectos costeros, cortos. Con excepción de los hand size y panamax, que generalmente son destinados a rutas más largas.

Este tipo de buques puede transportar crudo o productos de refinación. Pero generalmente están destinados al transporte de estos últimos, desde refineras a los centros de distribución.

Sus máximas dimensiones son:

- Eslora: 205 m
- Manga: 32 m
- Calado: 12,6 m

a) Coastal Tanker

- Se trata de buques de hasta 16.500 TPM.
- Por lo general son utilizados en trayectos costeros, cortos y/o cautivos.
- Pueden transportar petróleo crudo o derivado.

b) General Porpouse Tanker (Multipropósito)

- Desde 16.500 TPM hasta 25.000 TPM.
- Operan en tráficos diversos.
- Transportan petróleo crudo o derivado.

c) Handy Size Tanker

- Se trata de módulos de 25.000 TPM hasta 30.000 TPM.
- Ejemplos de áreas de operación son el Caribe y la costa Este de los Estados Unidos o puertos del mar Mediterráneo y del Norte de Europa.
- Pueden transportar petróleo crudo o derivado.

d) Panamax

- Su tonelaje puede llegar hasta los 50.000 TPM. En otros términos, poseen una capacidad que oscila entre los 350.000 y los 500.000 barriles de petróleo.

- El nombre de este módulo se debe a que originalmente, las dimensiones de estos buques cumplían con las máximas permitidas para su tránsito por el Canal de Panamá (unos 205 m de eslora, poco más de 32 m de manga y entre 12 y 13 m de calado).
- Se trata de buques que transportan petróleo crudo aunque también existen tráficos con cargamentos de derivados livianos (por ejemplo, Golfo Pérsico – Japón).
- En lo que respecta a petróleo crudo, como ejemplo de tráficos clásicos, podemos mencionar el Caribe, el mar Mediterráneo o el Norte de Europa.

1.2.2 Aframax

El London Tanker Brokers Panel lo define como un módulo de 80.000 TPM, aunque usualmente se acepta un rango entre 50.000 TPM y 80.000 TPM, es decir, de 500.000 a 800.000 barriles de petróleo.

Transportan petróleo crudo. Y sus tráficos habituales incluyen cargamentos entre puertos ubicados en áreas como el Caribe, el mar Mediterráneo o el Golfo Pérsico.

Presenta las siguientes dimensiones:

Eslora: 245 m

Manga: 44 m

Calado: 11 m

1.2.3 Suezmax

Sus módulos van desde los 80.000 TPM hasta los 160.000 TPM. Transportan entre 900.000 y 1.200.000 barriles de petróleo crudo.

En sus orígenes, su nombre estaba vinculado a que el módulo con su mayor carga cumplía con las máximas dimensiones permitidas para el tránsito por el Canal de Suez. Hoy en día navegan por ese canal buques de hasta 300.000 TPM.

Su demanda se concentra en la costa Oeste de África con destino al Caribe, la costa Este de los Estados Unidos o el Norte de Europa y el Mar Negro.

Sus dimensiones son:

Eslora: 285 metros

Manga: 50 m

Calado: 14,5m

1.2.4 V.L.C.C. (Very Large Crude Carrier).

Módulos desde los 160.000 TPM hasta los 300.000 TPM. En promedio, transportan dos millones de barriles.

Por sus dimensiones se trata de buques que operan por lo general en terminales de mar adentro. Entre sus tráficos habituales, de largas distancias, cargan crudo en el Golfo Árabe con destino a los Estados Unidos o puertos de la India y Asia.

Sus dimensiones son:

Eslora: 350m

Manga: 57m

Calado: 21m

1.2.5 U.L.C.C. (Ultra Large Crude Carrier)

Sus módulos son todos aquellos cuyo porte es mayor a los 300.000 TPM (aproximadamente tres millones de barriles). Estos supertanques aparecen en el mercado a fines de los años 60 y se afirman durante los años 70. Se encuentran muy limitados para operar en aguas restringidas o poco profundas.

Como en el caso de los V.L.C.C., son habituales los viajes largos. Sus tráficos más frecuentes se realizan entre puertos del Golfo Árabe y el Golfo de los Estados Unidos; también con puertos de Asia o la costa Oeste de África.

Dentro de estos módulos, podemos mencionar al "Jahre Viking". Que como ya hemos citado anteriormente, se trata, del buque petrolero más grande del mundo. Puede transportar aproximadamente hasta 650.000 m³ de crudo (unos 4,1 millones de barriles)

Las dimensiones estándares de un ULCC son:

Eslora: 415m

Manga: 68m

Calado: 23 m

(Gadea, 2004)

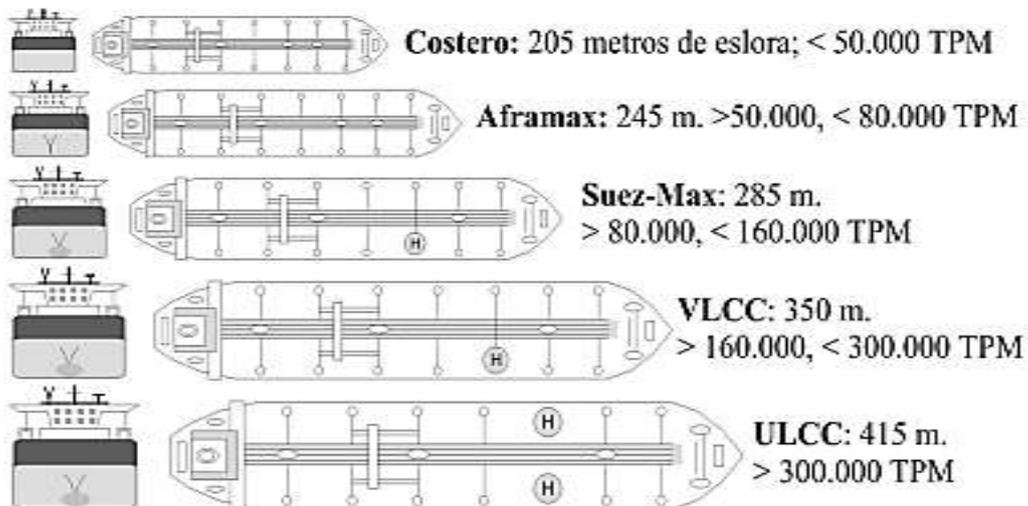


Ilustración 4. Clasificación de los buques tanque según su porte. Fuente: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcia339s/doc/bmfcia339s.pdf>

1.3 Clasificación según el producto que transportan.

También podemos clasificar los buques tanques petroleros desde el punto de vista de los productos que deben transportar, podemos dividir estos buques en dos tipos principales:

- Cruderos (Crude Oil Tankers). Pesados o sucios: crudos, asfalto, fueloil.
- Livianeros (Product Tankers). Ligeros o limpios: gasolinas, gasoil, keroseno, etc.

Las cargas pesadas son el crudo, asfaltos o fuel oil residuales, y son transportadas por tanqueros de gran porte como el aframax, VLCC y ULCC. Los productos limpios son, gasolinas naturales, gasolinas de automóviles, diesel oil liviano, kerosene, etc, y son transportadas por buques con menor tonelaje, correspondientes a la clasificación de buques costeros.

A diferencia del buque de transporte de crudos, el tanquero de productos limpios, generalmente, transporta varios tipos de productos en el viaje. Lo que vuelve más delicada la operación de manipulación de carga, ya que naturalmente no pueden mezclarse los diferentes tipos de productos, puesto que provocaría la contaminación total de la carga.

2. CARACTERIZACION DE LA CARGA

2.0 Introducción:

Este capítulo tiene por objetivo, especificar y examinar las cargas transportadas por mar en un buque tanque petrolero, ya sean pesadas o ligeras. Conociendo los aspectos que veremos a continuación como son: sus propiedades básicas, riesgos de manipulación, etc. Haremos aún más seguro el transporte de hidrocarburos por el mar.

2.1 Hidrocarburos.

Para su definición recurriremos a la dada por MARPOL, que entiende como hidrocarburo al petróleo en todas sus manifestaciones, incluidos los crudos de petróleo, fuel-oil, los fangos, los residuos petrolíferos y los productos de refinación. (OMI O. M., 1973-1978)

Es un cuerpo cuyas moléculas están formadas por Carbono e Hidrogeno. Dependiendo del número de átomos de estas en su formación se pueden obtener diferentes estructuras moleculares:

- Moléculas livianas: Gases (hasta 6 átomos)
- Moléculas intermedias: keroseno, diesel,... (Hasta 25 átomos)
- Moléculas pesadas: asfalto, bitumen,... (Más de 25 átomos)

El petróleo es muy importante para la Economía Mundial como proveedor de energía y como punto de partida para un gran número de productos de la industria química. El 95% de la gasolina para motores se obtiene del petróleo, así como el carburante diésel para automóviles y barcos, el fuel-oil para fábricas y para usos domésticos, los aceites lubricantes, disolventes, plásticos, colorantes, detergentes, productos farmacéuticos y muchos otros compuestos químicos.

2.2 Propiedades básicas y riesgos del petróleo.

En este apartado describiremos las principales características de los hidrocarburos transportados por el mar. De esta forma, conoceremos aún más su comportamiento y saber cómo manipularnos sin riesgos para la tripulación. Y qué precauciones debemos tener en cuenta en las distintas operaciones que se lleven a cabo.

Presión de vapor verdadera (TVP).

En las operaciones de carga, a medida que el hidrocarburo ingresa a un tanque vacío, comienza rápidamente a evaporarse dentro del espacio. Estos gases tienen la tendencia de re-disolverse en el líquido, llegando a un equilibrio con cierta cantidad de vapores distribuidos uniformemente en todo el espacio sobre la superficie del líquido. La presión verdadera de vapor, es la presión que ejercen los vapores sobre la superficie del líquido, a una temperatura específica, una vez que los vapores han cesado de re-disolverse con el líquido.

La TVP es la propiedad que caracteriza la volatilidad, que es la tendencia de un líquido a generar vapores. Es directamente proporcional a la temperatura, y si la TVP excede la presión atmosférica, el hidrocarburo líquido comenzará a evaporarse.

La TVP de un compuesto puro depende sólo de su temperatura. A diferencia de una mezcla, que depende de su temperatura, componentes y volumen del espacio de gas en el cual se produce la vaporización.

Hidrocarburos con alta TVP, bajo condiciones de temperaturas muy altas, como pueden ser gasolinas naturales, gasolinas para aviación, etc... Pueden presentar problemas en operaciones de carga. Se generarían grandes salidas de gases, por el sistema de respiración de los tanques, en cantidades suficientes para originar "mezclas inflamables" con el oxígeno del exterior.

Presión de Vapor REID (RVP).

La Prueba de Presión de Vapor Reid es un método simple y se usa para medir la volatilidad de líquidos de petróleo. Se realiza en un aparato patrón y de una forma cuidadosamente definida. Se introduce una muestra de líquido en el interior del recipiente de prueba a presión atmosférica, de forma que el volumen del líquido alcance a ser la quinta parte de volumen total interno del recipiente. El recipiente se sella y sumerge en un baño de agua, donde es calentado a 100°F (37,7°C). Después de haber agitado el recipiente para lograr las condiciones de equilibrio, se lee el alza de la presión (debida a la vaporización) sobre un manómetro adherido. Esta lectura da una aproximación ajustada de la presión de vapor del líquido a 100°F, o en bares.

La RVP es útil para comparar las volatilidades de una amplia gama de líquidos de petróleo de un modo general. No obstante, en sí misma tiene poco valor como medio para estimar la probable evolución del gas en situaciones específicas, principalmente debido a que la medición se concreta a la temperatura patrón de 100°F y a una relación fija de gas / líquido. Para esta finalidad resulta mucho más útil la TVP.

Combustibilidad/Inflamabilidad.

Lo definimos como la propiedad que tienen los hidrocarburos para arder. Para que esto se cumpla se necesitan tres condiciones:

- a) Que el hidrocarburo haya alcanzado una temperatura o punto de inflamación (flash point), a la cual empiece a desprender gases, dentro de los "límites inflamables" (LFL y UFL).
- b) Una fuente de ignición.
- c) Y un nivel de oxígeno en la atmósfera, mayor al 11 % en volumen.

Límites inflamables (LFL-UFL).

Una mezcla de gas de hidrocarburo y aire no puede ser encendida y arder a menos que su composición esté comprendida dentro de un rango de concentraciones de gas en aire, conocido como el 'rango inflamable'.

El límite inferior de este rango, conocido como límite inflamable inferior, es aquella concentración de hidrocarburos por debajo de la cual no hay suficiente gas hidrocarburo como para sostener y propagar la combustión.

El límite superior de este rango, conocido como límite inflamable superior, es aquella concentración de hidrocarburos por sobre la cual no hay aire suficiente como para sostener y propagar una combustión.

En términos generales se considera que los gases predominantes de los hidrocarburos y sus derivados son, el propano, butano y pentano.

En la práctica se adoptan, como valores de LFL y UFL, 1% y 10 % respectivamente. Los cuales ofrecen un buen margen de seguridad.

Gas	Límites inflamables: % en volumen, hidrocarburo de aire		Número de diluciones, por aire, para reducir una mezcla de 50% en volumen
	Superior	Inferior	
Propano	9,5	2,2	23
Butano	8,5	1,9	26
Pentano	7,8	1,5	33

Tabla 2. Límites inflamables. Fuente: ISGOTT

Punto de inflamación (Flash Point):

La medición de este valor se realiza por medio de una prueba conocida como *Test a vaso cerrado*. Esta prueba consiste en calentar gradualmente una muestra del líquido dentro de una cápsula especial, aplicándose una llama pequeña repetida y momentáneamente a la superficie del líquido. El punto de inflamación es la temperatura más baja del líquido en la que una pequeña llama inicia una llamarada fugaz que recorre la superficie del líquido, indicando así la presencia de una mezcla de gas inflamable sobre el líquido. Esta mezcla de gas-aire corresponde estrechamente a la mezcla del límite inflamable inferior (LFL).

Producto	Temperatura de inflamabilidad
Gasolina	-40 °C
Diesel Oil	71 °C
Fuel Oil	82 °C
Aceite lubricante	148 °C

Tabla 3. Temperatura de inflamabilidad. Fuente: ISGOTT

Para efectos de manipulación de la carga a bordo de los petroleros, se clasifica la combustibilidad en dos grandes grupos.

No volátil

Punto de inflamación de 60°C (140°F) igual o superior, según lo determinado por el método de prueba a copa cerrada. Cuando se encuentran a cualquier temperatura ambiente normal, estos líquidos producen concentraciones de gas en equilibrio por debajo del límite inferior de inflamación (LFL). Los mismos comprenden los aceites combustibles (fuel oil) residuales, gas o pesados, diésel.

Volátil

Punto de inflamación por debajo de 60°C (140°F), determinado por el método de prueba a copa cerrada. En esta categoría, algunos líquidos de petróleo son capaces de producir una mezcla en equilibrio de gas/aire dentro del rango inflamable cuando se encuentran en cierta parte del rango normal de la temperatura ambiente, mientras que la mayoría de los demás dan mezclas en equilibrio de gas-aire por encima del límite inflamable superior (UFI) a cualquier temperatura ambiente normal. Ejemplos de los primeros son los combustibles para reacción (jet fuels) y los kerosenos y de los últimos las naftas y la mayoría de los petróleos crudos. En la práctica, las naftas y los

petróleos crudos frecuentemente se manipulan antes de haberse logrado las condiciones de equilibrio, por lo que pueden presentarse mezclas de gas-aire que estén dentro del rango inflamable. Algunos hidrocarburos de esta categoría son capaces de producir una mezcla inflamable aire/gas, a temperatura ambiente.

Fuentes de ignición.

Lo definimos como aquella fuente de energía que puede producir un incendio en contacto con un combustible y en presencia de una concentración de oxígeno adecuada. Es otro de los requisitos en la combustión.

Los podemos clasificar en mecánicas, eléctricas y químicas:

A-Fuentes de ignición mecánica.

A bordo de un Petrolero, las fuentes de ignición mecánicas, como fricción y compresión, se puede dar debido a máquinas y herramientas utilizadas en reparaciones como, martillos, taladros, etc, que puede producir fuentes de ignición, en forma de una chispa, por ejemplo.

Los trabajos que pueden producir fuentes de ignición mecánica, están prohibidos en las zonas de riesgo y peligro de un petrolero.

Si los trabajos fueran urgentes, se expedirá un “Permiso de trabajo en caliente”, el cual certifica que en la zona de trabajo se cumple con:

- El porcentaje de oxígeno en la atmósfera de trabajo es del 21 %.
- Que el área se encuentra desgasificada; con un resultado de gas de hidrocarburo, bajo el 1% del LIE. Y no está afectada por escapes de gases de hidrocarburo.
- No se esté realizando operaciones de manipulación de carga.
- El equipo de lucha contra incendio está disponible y listo para entrar en operación en el área de trabajo.
- La zona de trabajo tendrá una ventilación continua y apropiada.

El capitán decide si el trabajo en caliente es seguro y justificado. En puerto este tipo de trabajo es autorizado además por la Terminal.

B- Fuente de ignición eléctrica

La electricidad estática es un fenómeno que se debe a una acumulación de carga eléctrica en un objeto. Esta acumulación puede dar lugar a una descarga eléctrica

cuando dicho objeto se pone en contacto con otro, entregándole la carga eléctrica. La electricidad estática, como fuente de ignición puede presentarse durante la manipulación de carga y otras operaciones relacionadas.

Existen tres etapas básicas que conducen a una descarga electroestática:

1) Separación de carga eléctrica.

Se produce al entrar en contacto dos materiales distintos. Se produce una separación de carga eléctrica en la interfase (superficie de separación). Electrones se separan y se reubican en la superficie del otro material, que ofrece mejores niveles energéticos (conductor). La interfase puede darse entre dos sólidos, un sólido y un líquido o entre dos líquidos no mezclables.

2) Acumulación de carga eléctrica.

Las cargas que fueron separadas, intentan recombinarse y neutralizarse en un proceso llamado “relajación de cargas”, el tiempo de este proceso es inversamente proporcional a la conductividad del material. En materiales “no conductores”, el tiempo de relajación es largo, por lo que la recombinación se ve impedida, acumulando la carga eléctrica en el material “no conductor”. Los materiales “conductores” debido a sus propiedades, son incapaces de retener carga eléctrica, pero esto cambia si el material “conductor” está aislado por un material “no conductor”.

La acumulación de carga eléctrica se pueda presentar entonces en:

- Materiales no-conductores, sólidos o líquidos.
- Materiales conductores sólidos o líquidos, eléctricamente aislados.

3) Descarga electroestática.

La descarga ocurrirá cuando el material cargado eléctricamente se ponga en contacto con otro, produciendo la ruptura electroestática entre estos dos.

La intensidad de la descarga eléctrica dependerá de los materiales en cuestión:

- Descarga eléctrica entre dos materiales conductores. En el caso de que en un conductor que se encuentre aislado eléctricamente surja una descarga eléctrica, toda la carga disponible en el conductor es liberada instantáneamente, provocando una chispa potente.

- Descarga eléctrica entre un no-conductor y un conductor aislado. La carga eléctrica retenida en el material “no-conductor”, es inducida al “conductor” aislado, provocando una descarga eléctrica de menor energía que la del primer caso.

Grandes corrientes eléctricas pueden fluir en tuberías eléctricamente “conductoras” y sistemas de manguera flexible entre el buque y la tierra. Las fuentes de tales corrientes son:

- Protección catódica del muelle o del casco del buque, provista ya sea por un sistema de corriente imperes DC (corriente continua) o ánodos de sacrificio.
- Corrientes parásitas que surgen de las diferencias de potencial galvánico, entre buques y tierra o corrientes de fuga de fuentes eléctricas.
- Un brazo o manguera de carga provoca una conexión de resistencia muy baja entre el buque y tierra, existiendo un peligro real de generación de un arco incendiario cuando la “corriente” resultante es interrumpida de golpe, durante la conexión o desconexión al manifold de carga del buque. La práctica recomendada es insertar una brida aislante, en los brazos y mangueras de carga de la terminal, para evitar la continuidad eléctrica

C- Fuente de ignición química

Una fuente de ignición química que se encuentra a bordo, es la del “Sulfuro de hierro pirofosfórico”. Esta fuente de ignición se da cuando se carga hidrocarburos con altos niveles sulfuro de hidrógeno. El sulfuro de hidrogeno reacciona con las superficies “oxidadas” de los tanques de carga, formando depósitos de sulfuro de hierro pirofosfórico. Debido a su composición química, estos depósitos se “calientan” al entrar en contacto con el aire. Si se está en presencia de una atmósfera inflamable, la reacción del sulfuro de hierro pirofosfórico, se puede tomar como una potencial fuente de ignición.

La reacción entre la superficie del tanque y el sulfuro de hidrógeno es anulado en buques que transportan cargas refinadas (costeros), ya que sus tanques de carga, poseen revestimientos que impiden su oxidación.

Niveles de oxígeno.

En el aire, el oxígeno se encuentra en una proporción del 21% de volumen, un 78% corresponde a nitrógeno y otros componentes como anhídrido carbónico, vapor de agua, etc.

Para que exista una combustión, el oxígeno debe encontrarse en una proporción mayor al 11% de volumen. Si la proporción de oxígeno en la atmósfera, es inferior al 11% o superior al 21% en volumen, la combustión será imposible.

Densidad de los gases hidrocarburos.

Los gases de hidrocarburo son más densos que el aire (1,0 g/l), lo que implica que en las operaciones de carga se forme una capa en el fondo del tanque, que sube a medida que la operación de carga continúa. Estos gases son diluidos con el aire, al ser venteados por el sistema de respiración de los tanques.

La siguiente tabla proporciona las densidades del gas relativas al aire para los tres gases de hidrocarburos puros, propano, butano y pentano, que representan aproximadamente las mezclas de gases producidas por los petróleos crudos, por las naftas para motores y las de aviación, y por las naftas naturales respectivamente. Si se sustituye el aire por gas inerte estos valores no cambian significativamente.

Densidad relativa al aire			
Gases	Hidrocarburo puro	Hidrocarburo 50% en Vol.	Mezcla al límite inflamable inferior (LFL)
		Aire 50% en Vol.	
Propano	1,55	1,25	1,0
Butano	2,00	1,50	1,0
Pentano	2,50	1,80	1,0

Tabla 4. Densidad de los gases de hidrocarburos. Fuente: ISGOTT

Se verá que la densidad del gas no diluido proveniente de un producto como la nafta para motor probablemente sea unas dos veces la del aire y que la densidad de un petróleo crudo típico sea alrededor de una vez y media la del aire. Estas densidades altas y los efectos de estratificación que de ellas resultan son significativos sólo mientras el gas permanezca concentrado. A medida que se diluye con aire, la densidad de la mezcla gas/aire de los tres tipos de cargamento se aproxima a la densidad del aire y en el límite inflamable inferior (LFL) no se distingue de la misma.

Viscosidad.

Se define como la resistencia interna de un líquido a fluir o cambiar de forma. Tiene su importancia en la determinación de cálculos del flujo a través de tuberías y bombas. En los líquidos, la viscosidad es inversamente proporcional a la temperatura, de manera que la temperatura del agua de mar y el grado al cual el hidrocarburo puede absorber calor del sol son consideraciones importantes.

En el caso de cargas de gran viscosidad, se debe mantener la temperatura entre los rangos apropiados para que la carga fluya normalmente, por ejemplo, en operaciones de descarga, y así dejar el mínimo de residuos a bordo.

Toxicidad de la carga.

En un petrolero la tripulación se expone al riesgo de toxicidad por la inhalación de gases provenientes de la carga. En esta sección analizaremos los componentes tóxicos y sus respectivas consecuencias

Indicadores para medir concentraciones de vapores tóxicos:

a) Valor límite umbral TLV.

El TVL hace referencia al valor límite aceptado de un agente tóxico para ambientes de trabajo. A menudo, se expresa en promedio de tiempo; durante 8 horas diarias, 40 horas semanales.

b) Límite de exposición permisible PEL.

El término PEL, se refiere a la máxima exposición a un agente tóxico. Generalmente, también se expresa como promedio calculado por tiempo. Suele ser sobre un periodo de ocho horas de trabajo.

Inhalación de gas de hidrocarburo.

El principal efecto en las personas que respiran gases de hidrocarburo, es la narcosis. Los principales síntomas son irritación de los ojos, dolores de cabeza, acompañado con una disminución de la responsabilidad y somnolencia, similar a un estado de embriaguez. Cuando las concentraciones de gases son muy altas, pueden llegar a provocar la muerte de forma inmediata.

La toxicidad de los gases de hidrocarburo, varía ampliamente en los componentes principales de estos gases. El TLV para gases de hidrocarburo que no contengan compuestos de los llamados “hidrocarburos aromáticos” y de sulfuro de hidrógeno, es de 300 ppm, que corresponde al 2% del LIE.

A continuación veremos la peligrosidad de exponerse a la inhalación de gases de hidrocarburos (sin compuestos de hidrocarburos aromáticos ni sulfuro de hidrógeno) y como varía los efectos a medida que aumenta la concentración.

Concentración	% LIE	Efectos
0.1% Vol. (1000 ppm)	10%	Irritación de los ojos, en un periodo de una hora
0.2% Vol. (2000 ppm)	20%	Irritación de los ojos, nariz y garganta. Somnolencia e inestabilidad en un periodo de media hora.
0.7% Vol. (7000 ppm)	70%	Síntomas similares al estado de embriaguez. En un periodo de 15 minutos
1.0% Vol. (10000 ppm)	100%	Rápido desarrollo del estado de embriaguez que puede conducir a la inconsciencia y muerte si la exposición continúa.
2.0% Vol. (20000 ppm)	200%	Parálisis y muerte de forma rápida.

Tabla 5. Efectos por la inhalación de gas de hidrocarburo. Fuente: ISGOTT

Algo muy importante a tener en cuenta, es que la ausencia de olor, nunca debe tomarse como indicativo de ausencia de gas de hidrocarburo, ya que en algunos casos, los gases pueden insensibilizar al sentido del olfato. Un ejemplo, son las mezclas de gases de hidrocarburo que contienen sulfuro de hidrógeno.

Hidrocarburos aromáticos

El benceno, tolueno y xileno, son los denominados hidrocarburos aromáticos. Estas sustancias son componentes de cargas de hidrocarburo como las gasolinas, naftas y crudos. Los riesgos a la salud provocados por los hidrocarburos aromáticos no están totalmente establecidos hasta el momento, pero para ver su peligrosidad, tomemos como ejemplo la tabla anterior, que indica que una concentración de 1000 ppm, de gas de hidrocarburo (10% del LIE), sin componentes de hidrocarburos aromáticos causa irritación ocular. Sin embargo, concentraciones de los mismo 1000 ppm de gases que

contengan “benceno” causa inconsciencia y la muerte posteriormente si no se abandona esa atmósfera de forma inmediata.

Sulfuro de Hidrógeno (H₂S)

El caso del Sulfuro de Hidrógeno se da porque muchos petróleos crudos son extraídos con altos niveles de éste. Aunque por lo general, los niveles son reducidos antes de ser embarcados, a veces algunos crudos nunca son estabilizados y se entregan al buque con altos niveles.

Se puede encontrar sulfuro de hidrógeno en cargas como; nafta, fuel oil, bitúmenes y gas oil. El PEL del sulfuro de hidrógeno, expresado en promedio por tiempo de exposición, durante 5 días de trabajo, con un régimen de 8 horas diarias, es de 10 ppm.

Efectos a la exposición de gases de hidrocarburos tratados con sulfuro de hidrogeno:

Concentración	Efectos
50 a 100 ppm	Irritación ocular y en conductos respiratorios, después de una exposición de una hora.
200 a 300 ppm	Ojo pronunciados e irritación del conducto respiratorio, después de una hora.
500 a 700 ppm	Somnolencia, dolor de cabeza, náuseas dentro de 15 minutos. Pérdida de conocimiento y muerte después de 30 minutos de exposición.
700 a 900 ppm	Rápida pérdida del conocimiento, seguida de muerte en minutos.
1000 a 2000 ppm	Colapso instantáneo y cese de la respiración.

Tabla 6. Efectos por la inhalación de sulfuro de hidrogeno. Fuente: ISGOTT

Las personas que se han expuesto por sobre los límites permitidos, a gases de sulfuro de hidrógeno, son llevados de inmediato, a tomar aire fresco, ya que así las probabilidades de salvarle la vida, aumentan.

Hidrocarburo líquido.

Aunque el hidrocarburo tenga baja toxicidad oral para las personas, la ingestión de estos gases provoca malestar agudo y náuseas. De esta manera, existe la posibilidad de que se pueda arrastrar petróleo líquido a los pulmones durante los vómitos. Esto puede tener serias consecuencias, especialmente con productos muy volátiles tales como naftas y kerosenos.

Muchos productos de petróleo, especialmente los más volátiles, causan irritación de la piel y quitan de ella aceites esenciales provocando su inflamación (dermatitis).

No obstante para evitar cualquier contacto con la piel, se hará un uso adecuado de los EPIs, en especial guantes y antiparras.

Hoja de seguridad de las cargas transportadas.

Antes de iniciar cualquier operación de carga, la terminal le hará entrega al buque de una hoja de seguridad de la carga (safety data sheet). La cual contiene un desarrollo completo del producto que se cargará.

- Nombre técnico y número de las naciones unidas UN.
- Propiedades básicas del producto como, presión verdadera de vapor, viscosidad, densidad, flash point, etc.
- Compatibilidad con otras cargas
- Acciones a seguir en caso de derrame o fugas
- Indicadores de toxicidad, TLV y PEL
- Medidas en caso de contacto accidental con personas
- Procedimientos para el combate de incendio.
- Etc.

El deber del capitán es informarse y dar a conocer los riesgos que implica la manipulación de un producto, para la seguridad del buque y para la salud de la tripulación.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Durante mi periodo de prácticas, he pasado dos meses de los mismos a bordo del buque tanque B/T Guanarteme de la compañía DISA Petrogás, como alumno de puente.

En este apartado, describiremos en detalle las características del buque, travesías y los equipos relacionados con las operaciones de carga/descarga.

3.0 Características generales del Buque Tanque Guanarteme.

Indicativo de llamada	ECFV
Nº IMO	9280134
Bandera	Española
Arqueo bruto	2.815 GT
Arqueo neto	1.183 GT
Eslora total	96,91 m.
Eslora entre perpendiculares	88,60 m.
Manga	14.20 m.
Puntal	7,65 m.
Calado	6,20 m.
Peso muerto	4.220,0 DWT
Desplazamiento	6.136 T
Velocidad en carga/lastre	13 nudos/13.5 nudos
Casco	Doble casco

Tabla 7. Características del B/T Guanarteme. Fuente: <http://www.petrogas.es/flota/Guanarteme.aspx>

El B/T Guanarteme, cuyas características principales he nombrado, construido en el astillero RMK Marine Shipyard, en Estambul (Turquía), fue entregado al armador (PETROGAS) el 14 de junio del 2004, para su explotación como buque tanque para transporte de productos de hidrocarburo.

Actualmente se encuentra realizando servicios de bunkering en Sines, Setúbal y Lisboa. Y por otro lado realiza travesías desde Leixoes hasta Porto Santo y Madeira transportando producto.

Con una eslora total de 96,91 m y una capacidad total de 4250,9 m³, el buque dispone de 14 tanques, 7 a babor y 7 a estribor, que se encuentran separados por un mamparo longitudinal en su crujía.

A popa de la zona de tanques se sitúa la cámara de bombas, y entre ésta y la cámara de máquinas, se disponen los tanques verticales de fuel para la alimentación de calderas y motores principales.

El diseño general del buque está definido por SOLAS (capítulo II-2, regla 4.5). En donde la sala de bombas, tanques de carga y tanques de decantación (Slops), llamado en conjunto como zona de carga, estarán situados a proa de la sala de máquinas. Y la superestructura, donde se ubica, la habilitación, puente de navegación y sala de control de carga, estará dispuesta a popa de la zona de carga.

Está propulsado por un motor MAK 8M32C. Proporcionando una potencia de 3264 BHP (2400 kW) a 750 rpm sobre un eje y una hélice de paso variable. Dispone de tres motores auxiliares Yanmar de 580 CV cada uno, más otro motor auxiliar Yanmar de 210 CV de potencia. Consume 9,5 m³ de MFO diario, para disponer de una velocidad de servicio a plena carga de 12,5 nudos.

La buena maniobrabilidad del buque se consigue también con la ayuda de una hélice de empuje transversal, dispuesta a proa, con paso controlable y accionada eléctricamente por un motor de 250 kW.



Ilustración 5. B/T Guanarteme. Fuente: <http://www.petrogas.es/flota/Guanarteme.aspx>

3.1 Tanques de carga y lastre.

Los tanques de carga son los espacios donde se transporta el hidrocarburo. Este barco en concreto consta de 14 tanques de carga, destinados para el transporte de Fuel Oil y Diésel. Cada uno de los 14 tanques de carga cuenta con una bomba sumergida accionada hidráulicamente.

Cuentan con una serie de equipos y alarmas para conocer el espacio vacío del tanque (ullage), presión, nivel de oxígeno, gases de hidrocarburo y un sistema que permite la ventilación de éste.

Los tanques se destinan a abrigar los siguientes combustibles:

- T1B/E, T2B/E, T4B/E, T5B/E, T6B/E: Fuel Oil, Fuel Madeira.
- T3B/E, T7B/E: Diesel, Gasóleo.

Tanques de carga 98%	
T1B	317,8
T1E	315,5
T2B	316,0
T2E	317,1
T3B	297,5
T3E	299,0
T4B	312,0
T4E	310,6
T5B	310,6
T5E	312,0
T6B	285,4
T6E	285,4
T7B	286,0
T7E	286,0
TOTAL	4250,9

Tabla 8. Cantidad de carga en cada tanque (m3). Fuente: Petrogas

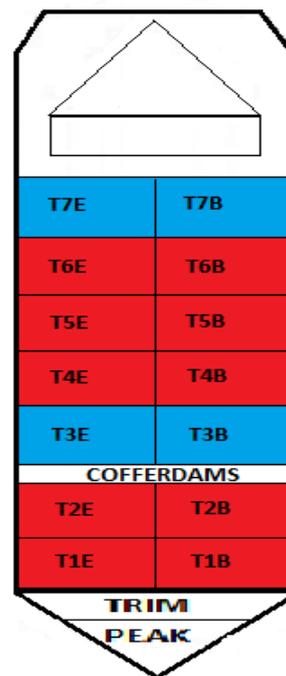


Ilustración 6. Distribución de los tanques de carga. Fuente: Elaboración propia.

En sus inicios los tanques T1B, T1E, T2B y T2E estaban destinados solo para cargas sucias, mientras que el resto de tanques estaba destinado para cargas limpias. Por este motivo entre los tanques 2 y 3 se encuentra un cofferdam, que tiene la función de aislar estos tanques de posibles filtraciones e intercambio de temperaturas entre los diferentes combustibles, como por ejemplo fuel y diésel.

Anteriormente, los tanques de carga se usaban tanto para la carga como para el lastre. Pero debido a la contaminación que generaba esto, MARPOL 73/78 en el anexo I, regla 13, obligó a todos los petroleros que transporten crudo y productos refinados, a usar tanques de lastre segregado (SBT). Los cuales están diseñados para proporcionar el calado suficiente y así permitir que el buque opere con seguridad.

Los tanques de lastre segregado son una parte fundamental para las actividades de carga y descarga, ya que juegan un papel importante para la estabilidad del barco.

La técnica consiste en lastrar los tanques, es decir, la admisión o toma directa de agua del entorno en el que se encuentra el buque en ese momento, para la inundación total o parcial de unos tanques especialmente diseñados en el interior del casco. O bien para el deslastre, que consiste en el proceso contrario, expulsar el agua de dichos tanques.



Ilustración 7: B/T Guanarteme en labores de lastrado. Fuente: <http://www.petrogas.es/flota/Guanarteme.aspx>

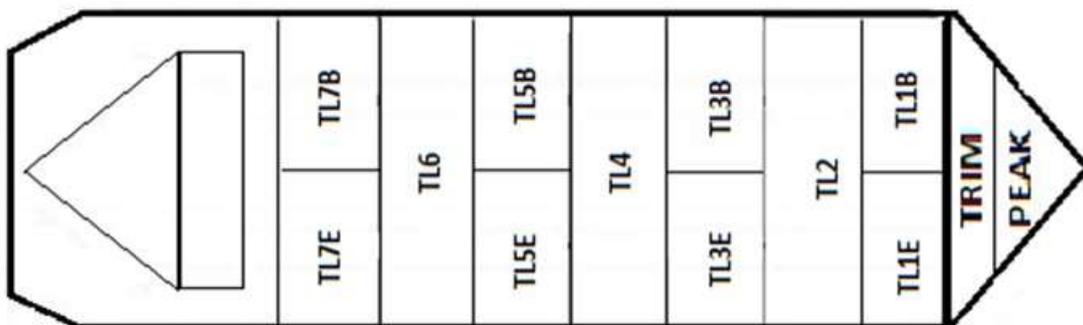


Ilustración 8. Distribución de los tanques de lastre segregados. Fuente: elaboración propia

Por último, se usa los tanques TL7B/E como slop para productos limpios (572 m³ al 98% de llenado) y los tanques TS2B/E como slop para productos sucios (633 m³ al 98% de llenado).

3.2 Nivel de carga en el tanque:

- Se mide manualmente introduciendo un equipo denominado UTI por la boca de sondaje, que se encuentra ubicada en la cubierta de carga. La UTI se encarga de entregar presión, temperatura e Interfase (nivel de agua en la carga).

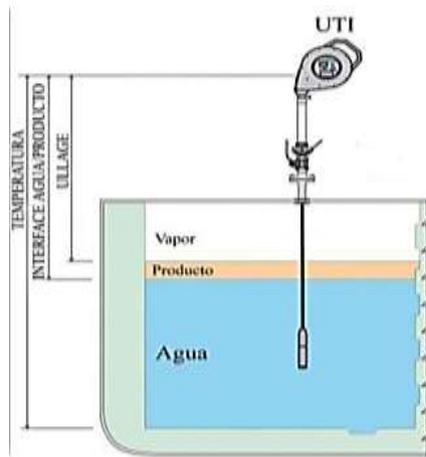


Ilustración 9. Medición de vacíos de tanque por medio de una UTI.

Fuente: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcia339s/doc/bmfcia339s.pdf>

- Tank Radar. Ubicado en la parte superior de la cubierta de carga. Funciona como radar enviando ondas electromagnéticas, las cuales al chocar con el nivel de carga son reflejadas al dispositivo de cubierta, calculando el nivel de vacío existente según el tiempo que tardan las ondas en regresar.



Ilustración 10. Tank Radar. Fuente: Elaboración propia

- Alarmas de llenado de tanque de 95% y 98. Que sonará en caso de que la carga sobrepase estos límites.

3.3 Equipos para medir la concentración de gases de hidrocarburo en los tanques de carga.

Como ya hemos citado anteriormente, debemos conocer el comportamiento de los hidrocarburos para dominar como actúan y qué medidas tomar para la protección del buque y de la carga.

Estos equipos van instalados en los tanques de carga y su misión es indicar la cantidad de gases de hidrocarburo presentes en estos espacios.

3.4 Equipos para medir la concentración de oxígeno.

Los analizadores de oxígeno se utilizan para determinar el porcentaje de oxígeno en la atmósfera de un tanque de carga, lo que permite determinar si se puede considerar el tanque como inertizados o seguro para el ingreso de personas al espacio (volumen de oxígeno del 21%).

Los tipos de analizadores de oxígeno más comunes a bordo son los llamados, Sensores paramagnéticos, Sensores electrolíticos y líquidos de absorción química selectiva, los cuales entregan lecturas en porcentaje de volumen, en la atmósfera.

3.5 Sistema de respiración del tanque de carga.

Los tanques de carga cuentan con un sistema de respiración, por donde se controla la salida de los gases que se encuentran en su interior, gases de hidrocarburo, aire y gas inerte, y así brindar una protección frente a escenarios de vacío o sobre-presión, que puedan llegar a causar deformaciones en el tanque.

El sistema de respiración lo compone:

- Válvulas de presión/ vacío (P/V): diseñadas para proveer protección contra presión o vacío de pequeños volúmenes de vapor de hidrocarburo, aire o gas inerte, producto de variaciones térmicas, que se puedan generar en el interior de los tanques.

Están dispuestas a una altura no menor de 2 metros, por encima de la cubierta y horizontalmente nunca a menos de 5 metros de la superestructura y equipos de cubierta, que puedan presentar un riesgo de fuente de ignición, para los vapores ventilados.

El B/T Guanarteme consta de dos válvulas P/V por cada tanque, con las siguientes características:

Válvulas P/V

- Máxima presión tanque → 240 mb = 24 Kpa
- Máxima vacío tanque → -70 mb = -7 Kpa
- Alarma presión ig tanque 10 % → 176 mb
- Alarma presión ig tanque 10 % -38 mb

$$1 \text{ P/V} \begin{cases} p = 140 \text{ Mb} \\ V = -35 \text{ Mb} \end{cases} \quad 2 \text{ P/V} \begin{cases} p = 160 \text{ Mb} \\ V = -35 \text{ Mb} \end{cases}$$



Ilustración 11. Válvulas P/V. Fuente: Elaboración propia

• **Línea de retorno de gases:** en caso de que la terminal no admita la expulsión de gases a la atmósfera, se emplea el uso de estas líneas, que consiste en calibrarlas por medio de una válvula timbrada en tierra, a una presión de trabajo un 10% menor que las P/V, y de esta forma hacer salir estos gases a tierra a través de la línea presión vapor, que estará conectada a otra línea de la terminal.

En la imagen podemos ver señalada esta línea de retorno de gases, con sus respectivas válvulas de apertura.



Ilustración 12. Línea de retorno de gases. Fuente: Elaboración propia

Estos dispositivos se encuentran ubicados en la parte superior de la cubierta de carga.

3.6 Cubierta de carga.

Cubierta expuesta donde se encuentra una serie de líneas relacionadas o no, con la carga. A continuación describiremos los equipos y sistemas más importantes, presentes en la cubierta de carga.

- **Línea de carga/descarga:** Tuberías que cruzan toda la cubierta y que se conectan a los tanques de carga. Estas líneas comunican las bombas, manifold y los tanques de carga. Estas líneas se pueden distinguir de las demás, por poseer un gran diámetro.
- **Manifold de carga:** Ubicado en la cubierta, corresponde a la zona de válvulas que tienen conexión con todas las líneas de carga/descarga de los tanques. Por este set de válvulas se distribuye o se extrae la carga desde los tanques seleccionados. Las válvulas de conexión del manifold, están provistas de “bridas ciegas”, que tiene como objetivo evitar cualquier filtración de hidrocarburo por estas válvulas.



Ilustración 13. Manifold de carga. Fuente: <http://www.framo.com/default.aspx?pageld=26>

- **Bombas de carga:** Ubicadas encima de cada tanque, su función es descargar el producto de los tanques. Se trata de 14 bombas eléctricas sumergidas Svanehoj de velocidad variable. Cada bomba puede regularse para trabajar entre el 0 % y el 100% de carga. El caudal máximo de las bombas correspondientes a los cuatro tanques mayores, el 1B/E y el 2B/E.



Ilustración 14. Bomba de carga. Fuente: Elaboración propia

- **Líneas contra incendios:** Tuberías que se reparten por toda la cubierta. En éstas circulará el agua y la espuma, principal medio para extinguir un incendio de hidrocarburo.
- **Línea de lavado de tanques.** La limpieza de los tanques se realizará con agua. Estas tuberías se acoplan a las maquinillas lavadoras de los tanques de carga, por medio de un tubo flexible.
- **Línea de calefacción:** Debido a la viscosidad de cargas como el fuel, los tanques del buque, cuenta con calefacción para una mejor circulación de la carga. Su función es calentar la carga a través de la circulación de aceite térmico por el interior de las

líneas, que llegará a los tanques por medio de serpentines de calefacción de acero inoxidable que estarán distribuidos por las paredes y fondo. Cuenta con una línea de retorno, que hace llegar el aceite térmico para calentarlo de nuevo. Dispone de una capacidad de calefacción para mantener los tanques de productos sucios a 60°C.

·**Línea hidráulica:** son líneas de pequeño diámetro, que van repartidas por toda la cubierta. Sirven para el accionamiento de las maquinillas de maniobra u otros servicios.

·**Línea de aire comprimido:** se emplea para trabajos en cubierta e incluso para el drenaje de líneas al final de las operaciones.

Se puede reconocer también en la cubierta de carga, a las grúas que manipulan las mangueras de conexión que provee la terminal, yokohamas, escala,..

3.7 Sala de bombas.

Espacio vital para las operaciones de carga y descarga de un buque petrolero, y a la vez uno de los espacios del buque más peligrosos para la tripulación.

Como su nombre lo indica, aquí se dispone las bombas de lastre. Las bombas tienen indicadores que señalan, volúmenes, revoluciones, temperatura y presión. Los indicadores de cada bomba, tienen sus repetidores en la sala de control de carga.

Debido a peligros de incendio o explosión y toxicidad, que presentan las cargas de hidrocarburo, la sala de bombas es un sector muy propenso a accidentes. Por esto se siguen una serie de precauciones y procedimientos que buscan la seguridad tanto del buque, como la del personal que transitará por la sala.

3.8 Sala de control de carga.

Esta sala se encuentra ubicada en el puente, en ella se encuentra toda la instrumentación relacionada con la carga y su manipulación. Por lo tanto, es el lugar desde donde se dirigen todas las operaciones de manipulación de carga.

Esta sala controla, por ejemplo:

- La operación de las bombas de carga, controlando el caudal, supervisando los diferentes indicadores y alarmas relacionados con el funcionamiento de éstas.

- Los niveles de carga, oxígeno y de gas de hidrocarburo de los tanques de carga. También tanto la presión que se está ejerciendo en el interior del tanque como la temperatura.
- La presión que se está ejerciendo en las líneas de carga/descarga y el contenido de oxígeno en ellas.
- Comunicación con la sala de bombas y cubierta de carga.

La sala de control de carga cuenta con una guardia continua, durante las operaciones de manipulación de carga.

3.9 División de espacios de un buque tanque petrolero.

Después de conocer los principales espacios de un buque tanque petrolero, se pueden reconocer tres divisiones básicas:

·**Zona segura:** La compone la sala de máquinas, habitación, sala de control de carga y puente de navegación. Estas zonas están seguras de gases de hidrocarburos, debido a la presencia de medidas de seguridad como puertas estancas, que impide el paso de estos gases

·**Zona de riesgo:** Abarca toda la cubierta de carga, donde por el diseño de la ventilación de los tanques de carga no debería haber presencia de gases de hidrocarburo.

·**Zona de peligro:** Esta zona incluye los tanques de carga, tanques de lastre y sala de bombas. Donde existen concentraciones de gases de hidrocarburo que puede ser inflamable y tóxico a la vez para la salud humana.

La zona de carga abarca la zona de riesgo y de peligro, en las cuales la presencia de gases es algo esperado. Estos gases son los causantes de accidentes, como incendios y explosiones, al encontrar una fuente de ignición que los encienda, o de intoxicación al ser inhalados.

4. RESULTADOS: PROCEDIMIENTOS Y PRECAUCIONES GENERALES EN LA TERMINAL

4.1 La Terminal.

Los lugares donde carga y descargan los buques petroleros, se llaman Terminales. Están dispuestas cerca de refinerías y centros de distribución. Y también en instalaciones costa afuera (terminales off-shore), ubicadas cerca de plataformas petrolíferas.

El atraque de un buque petrolero a la terminal se hace al costado de esta o en boyas de amarre, por último en caso de terminales costa afuera, se hará a monoboyas

Actualmente, el B/T Guanarteme se encuentra operando en Sines (Portugal), donde cuentan con una de las refinería más grandes de Europa, con una capacidad de destilación de 10,8 millones de toneladas por año, o sea, 220 mil barriles por día

La refinería de Sines comenzó sus operaciones en 1978. Esta unidad de fabricación es muy importante para la actividad económica de Portugal, está estratégicamente ubicada en Sines, a 150 kilómetros al sur de Lisboa en una de las rutas de mayor movimiento mundial de petróleo del mundo para los petroleros.

Ocupa una superficie de 320 hectáreas con una capacidad de almacenaje de 3 millones de m³, de los cuales 1,5 millones son de petróleo crudo y los productos restantes intermedios y finales, tales como gas, gasolina, diesel, etc. La refinería se compone de 25 unidades de proceso.

La refinería cuenta con una configuración de procesos orientada a maximizar la producción de gasolina a partir de la materia prima, disponiendo, una unidad de conversión catalítica de los destilados muy pesados, llamada FCC (*Fluidic Catalytic Cracking*).

La refinería de Sines produce:

- Gasolina;
- Diésel;
- GLP ;
- Fuel;
- TLC o Nafta (utilizado por la industria petroquímica para hacer polímeros de plástico, fibras para telas y hasta goma de mascar);
- Jet fuel (combustible de aviación);
- Betún (para asfalto y aislamientos);
- Azufre (para la industria farmacéutica, la agricultura y el blanqueo de pulpa de madera). (Energia, 2011)

4.2 Procedimientos y precauciones generales en la terminal.

Las operaciones de carga o descarga siempre deben estar planificadas con una antelación y deben 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 es obligatorio comunicar a todo el personal, tanto del buque como de tierra de los cambios hechos.

4.2.1. Planificación de las operaciones de carga/descarga.

La responsabilidad de la estiba del buque recae en el 1º oficial, quien para efectuarla considera detalles como: la estabilidad del buque, secuencia de los productos a cargar o descargar, líneas a usar, las cantidades que se manipularán, condiciones de calefacción de la carga, etc. Toda esta información quedará detallada en un documento, llamando plan de operaciones, que puede ser de carga o descarga.

La Elaboración del plan, se hace tomando en cuenta los objetivos de una buena estiba, como pueden ser:

- Aprovechar al máximo el volumen disponible para la carga.
- Proteger el buque y la carga, de daños y averías.
- Proteger a la tripulación y personal de muelle.
- Optimizar las operaciones portuarias.
- Evitar el intercambio de temperatura entre productos diferentes.

4.2.2 Estabilidad del buque.

En los buques de doble casco, el principal problema que se presenta es el efecto de la superficie libre excesiva en los tanques de carga y doble fondo, lo que implica una pérdida de estabilidad.

En operaciones de carga o descarga, una cantidad suficiente de tanques de carga y doble fondo (lastre) se pueden encontrar parcialmente llenos, simultáneamente. El efecto de la superficie libre total, podría ser suficiente para reducir la altura metacéntrica transversal drásticamente. Lo que causaría de forma repentina, una severa escora. Por esta razón, el plan de carga/descarga es conducido conforme al manual de carga de cada petrolero, que considera este problema.

Generalmente los petroleros, que operan con una altura metacéntrica restringida, están equipados con un sistema que se encarga de calcular un GMt seguro, para todas las operaciones

Un aspecto a tener en cuenta es la peligrosidad que contrae los tanques de lastre de doble fondo corrido, ya que los espacios libres generados en el interior provocarían escoras, afectando gravemente a la estabilidad del buque.

Por este motivo, es obligatorio navegar con este tipo de tanques totalmente llenos o vacíos. Pero nunca a mitad debido a la peligrosidad que esto supondría.

4.3 Intercambio de información.

Antes de la llegada a la terminal, se efectúa un intercambio de información, entre el buque y la terminal, con el objetivo de recopilar antecedentes y poder elaborar un completo plan de operaciones.

4.3.1 Información del buque hacia la terminal.

Referente al amarre:

- Calado del buque y asiento al momento de su llegada.
- Calado máximo y asiento esperado durante la manipulación de carga y al finalizar las operaciones.
- Recomendaciones del Capitán, acerca de la asistencia de remolcadores.
- Si se van a utilizar las amarras del buque o del remolcador.
- Numero de amarras requeridas por el Capitán para la maniobra de atraque.

Información que se detalla **a la terminal**, cuando se planea efectuar **operaciones de carga**:

- Detalles de la última carga transportada, sistema de limpieza de tanque y estado de los tanques y líneas de carga.
- Propuesta de la carga designada, orden y método de carga preferido, con la división que tomará la carga a bordo; volumen y distribución de los tanques.
- Detalles de los manifolds del buque, tipo, cantidad, tamaño y material de las conexiones a ser presentadas.
- Caudales de carga y de completado de tanques (top off) máximos aceptables.
- Presión de las conexiones de carga buque/tierra máxima aceptable, durante la operación de carga.
- Temperatura de carga máxima aceptable.
- Presión verdadera de vapor, máxima aceptable.
- Disposición, composición y cantidades de lastre conjuntamente con el tiempo requerido para descargar y máximo francobordo en lastre.
- Cantidad, calidad y disposición de slops.
- Información sobre toda filtración en el casco, mamparo, válvula o tubería que pudiera afectar la manipulación de la carga o causar una contaminación.
- Toda reparación que pudiera retrasar el inicio de la manipulación de la carga.
- Etc.

Información que se detallará **a la terminal** cuando se planea efectuar **operaciones de descarga**:

- Método/orden preferido de descarga, con las cantidades de producto cargado y disposición en los tanques del buque.
- Caudales y presiones de descarga máximos aceptables.
- Puntos de inflamación de los productos y sus temperaturas al momento del arribo
- Si se va a realizar lavado de los tanques a descargar.
- Cantidad y disposición de slops.
- Si la carga incluye componentes tóxicos, por ejemplo; sulfuro de hidrógeno, benceno, etc.
- Si la carga posee una alta presión verdadera de vapor (TVP).
- Cantidad de agua en los tanques de carga.

4.3.2 Información de la terminal hacia el buque.

La terminal responderá al buque, con la siguiente información.

Referente al **amarre**:

- Profundidad de la zona de amarre, en marea baja.
- Disponibilidad de remolcadores y otras embarcaciones de amarre, como pueden ser las falúas.
- Si se van a utilizar las amarras del buque o del remolcador.
- Amarras y accesorios que el buque debe disponer para toda operación de amarre.
- Detalles sobre las amarras del puerto a ser provistas.
- Banda a ser amarrado.
- Toda característica especial del muelle, boya de amarre o monoboya, cuando sea indispensable que el capitán lo sepa con anticipación.

Información referente a **operaciones de carga**:

- Especificación y cantidades designadas del producto a ser cargado.
- Método/orden preferido de carga.
- Cantidad, tamaño y diámetro de las mangueras o brazos de carga disponibles.
- Limitaciones en el movimiento de mangueras o brazos de carga.
- Caudal máximo de carga.
- Presión máxima aceptable de la conexión de carga buque/tierra.
- Tiempo necesario para la detención normal de las bombas de tierra.
- Puntos de inflamación de los productos y sus temperaturas estimadas de carga.
- Si la carga posee una alta presión verdadera de vapor.
- Si la carga incluye componentes tóxicos, por ejemplo; sulfuro de hidrógeno, benceno, etc.
- Sistema de comunicación para la sala de control de carga, incluyendo la señal para la interrupción de emergencia.
- Quien es el responsable de terminar la carga, si el buque o la terminal.

Información referente a **operaciones de descarga**:

- Método/orden de descarga preferido por la terminal.
- Cantidades de producto a ser descargado.
- Cantidad, tamaño y diámetro de las mangueras y brazos de carga disponible.
- Caudales de descarga máximos aceptables.
- Presión máxima aceptable, en la conexión de carga buque/tierra.
- Limitaciones en el movimiento de mangueras o brazos de carga.
- Medios disponibles

- Sistema de comunicación para la sala de control de carga, incluyendo la señal para la parada de emergencia.
- Preparativos para recibir slops o residuos de lastre oleoso.
- Recomendaciones sobre las restricciones ambientales, aplicables en la terminal.
- Quien es el responsable de terminar la descarga, si el buque o la terminal.

4.3.3 Del buque a la autoridad competente.

La autoridad marítima requerirá la información sobre el estado del buque, cuando se efectúe la recepción y despacho mediante la Declaración general. Ésta se solicitará en forma de lista de chequeo, e incluye, generalmente, los siguientes apartados para buques petroleros:

- Nombre y señal distintiva del buque.
- País de registro.
- Eslora, calado y manga total del buque.
- Nombre del puerto
- Día y hora estimada de llegada (ETA).
- Tipo de carga, nombre técnico, nombre de uso común, número UN (si lo hubiere), punto de inflamación y cantidad.
- Distribución de la carga a bordo, indicando cuál es la carga que va a descargarse y cuál la que permanecerá a bordo.
- Requisitos para la limpieza de tanques o desecho de slops.
- Cualquier desperfecto o falla del casco, maquinaria o equipo, que pueda:
 1. Afectar la maniobrabilidad segura del buque.
 2. Afectar la seguridad de otros buques.
 3. Representar un riesgo para el ambiente marino.
 4. Representar un riesgo para las personas o instalaciones en tierra o próximos al puerto.
- Detalles de certificados y períodos de vigencia de los mismos. De importancia para los petroleros, el certificado IOPP, y libro de registro de hidrocarburos, especialmente la parte II.

4.4 Precauciones a seguir al costado de un terminal.

El manual ISGOTT es la principal referencia en cuanto a buques petroleros y operaciones en terminales se refiere, por ello, citaremos a continuación una serie de precauciones a tener en cuenta durante la estancia en una terminal. Éstas tendrán la finalidad de garantizar unas condiciones de seguridad óptimas durante las operaciones que se lleven a cabo.

4.4.1 Precauciones del amarre.

Todas las tapas de tanques de carga y bocas de sondaje deben ser cerradas antes de que los remolcadores se amarren, ya que los remolcadores pueden contener fuentes de ignición para los gases de hidrocarburos, que pueden estar presentes en las cercanías del buque. Esta medida es independientemente si el hidrocarburo es volátil o no.

El capitán da la autorización, convencido de la seguridad, para permitir que los remolcadores u otras embarcaciones, presten apoyo a las maniobras de atraque.

Antes de amarrar, la terminal comunica al capitán por medio del práctico o capitán de amarre, los detalles del plan de amarre propuesto. Este es revisado por el capitán y se acuerda en forma conjunta con la terminal. El plan de amarre, está sujeto a modificaciones según las condiciones meteorológicas que se presenten.

Una vez amarrados se realizan inspecciones regulares de parte de la tripulación y del personal de la terminal, para asegurar que las líneas de amarre permanezcan tensas y que el movimiento del buque sea el mínimo. Hay que tener en cuenta que los movimientos excesivos del buque, pueden causar rupturas en las mangueras o brazos de carga.

En el caso de monoboyas SPM de instalaciones costa afuera, el buque está amarado desde proa solamente, por lo tanto es vital la comunicación entre el puente de navegación y el personal de guardia en proa. Ésta reportará cualquier caso de ruptura de la amarra o si el buque comienza acercarse demasiado a la monoboya.

En algunos casos se cuenta con la presencia de remolcadores durante las operaciones de carga/descarga en monoboyas, con el fin de evitar que el buque se acerque peligrosamente a la monoboya.

Si bien el capitán es el responsable del amarre adecuado de su buque, la terminal también debe garantizar que los buques sean amarrados de forma segura en sus instalaciones.



Ilustración 15. B/T Guanarteme atracado de costado en la terminal de Leixoes. Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Coordinación entre el buque y la terminal sobre los procedimientos de seguridad.

Una vez que el buque está amarrado, la terminal informará de las precauciones y disposiciones que se siguen en sus instalaciones durante la manipulación de la carga y en general, mientras permanezca en la terminal.

Comunicaciones:

El intercambio de información entre el buque y la terminal se realizará a través de un canal VHF, con el fin de asegurar un control seguro de las operaciones en todo momento. Ambas partes acuerdan un sistema de comunicación confiable. También establecen un sistema secundario, que está a la espera en caso de cualquier adversidad. El sistema es probado antes de iniciar cualquier operación.

La comunicación incluyen señales para:

- Identificación del buque, amarradero y carga.
- Comienzo de las operaciones de carga o descarga.
- Disminución del caudal.
- Interrupción de las operaciones de carga o descarga.
- Interrupción de emergencia.
- Comunicar la hora estimada de finalización de la operación.

Precauciones y disposiciones generales en una terminal

Una vez amarrado, la terminal acordará con el buque lo siguiente:

- Medidas a tomar en caso de incendio o alguna otra emergencia. En caso de incendio, la terminal tiene estudiado un plan de emergencia, del cual está en conocimiento del buque.
- Disponer un modo de efectuar una evacuación ordenada del puesto de atraque, en caso de emergencia.
- Información sobre las normas de seguridad y de contaminación.
- Recomendaciones sobre condiciones meteorológicas. La terminal advertirá al buque sobre cualquier pronóstico de condiciones meteorológicas adversas, que puedan interrumpir las operaciones de manipulación de carga.
- Informe de otras actividades relevantes en las proximidades del buque.
- Prohibir fumar.
- Restricciones del equipo de cocina.
- Informar sobre el modo de solicitar, la asistencia de la terminal o a servicios de emergencias médicas externas, policiales, u otros.

4.4.3 Precauciones generales del buque una vez amarrado.

Aberturas en superestructuras.

Siguiendo las regulaciones de SOLAS (regla 4, 5.2), las puertas de acceso, tomas de aire y aberturas de espacios de alojamiento no darán a la zona de carga. Y en el caso que existan ventanas que den a esta zona, serán fijas, de manera que no puedan abrirse.

Las aperturas que no den a la zona de carga permanecerán cerradas cuando el buque o en un puesto cercano, estén efectuando operaciones de manipulación de hidrocarburos. Con mayor razón si éste es volátil. La medida incluye las operaciones carga/descarga, purga, limpieza de tanques y desgasificación. La razón de todo esto son las posibles fuentes de ignición que pueden encontrar los gases de hidrocarburos, con la consecuencia inmediata de un incendio y/o explosión.

Sistemas de aire acondicionado

Las tomas de aire de los sistemas de aire acondicionado o ventilación mecánica, también son ajustados para prevenir la entrada de gases de hidrocarburo, mediante la recirculación de aire dentro de estos espacios.

Detalle de los equipos eléctricos a bordo

Los equipos electrónicos no aprobados como radios, teléfonos móviles, calculadoras, cámaras fotográficas y cualquier otro equipo portátil que funcione con energía eléctrica o a baterías, no se podrá utilizar en la zona de carga por ser posibles fuentes de ignición.

Antena de radio.

Durante la transmisión de radio en frecuencia alta y media (300kHz – 30kHz), se irradia mucha energía que puede a distancias que exceden los 500 metros de la antena de transmisión, inducir un potencial eléctrico en “receptores” sin descarga a tierra (como plumas de carga, aparejos, etc.)

Las transmisiones, también pueden provocar la formación de arcos sobre la superficie de los aislantes de antena cuando poseen una capa de sal, polvo o agua. Por lo tanto se recomienda prohibir las transmisiones durante períodos en los que es posible que haya gas inflamable en el área de la antena de transmisión.

Equipos de comunicación

Los equipos de comunicación a bordo del buque como teléfonos, sistemas de transceptores, lámparas de señalización, megáfonos, etc. No se utilizan en la zona de carga del buque (zona de riesgo y peligro), a menos que sean del tipo aprobado.

El uso del equipo VHF y UHF, es el medio más seguro de comunicación. Ya que no representa una fuente de ignición ante mezclas explosivas. Las transmisiones de estos equipos, son de muy baja energía.

Equipo de radar del buque.

La operación del radar implica el uso de equipo eléctrico no aprobado. Por lo tanto a la entrada en la terminal estos sistemas tienen que ser apagados durante todo el transcurso de las operaciones.

4.4.4 Otras consideraciones.

El uso de hornos y artefactos de cocina

Mientras un buque se encuentra en una terminal, el capitán y el representante de la terminal autorizarán el uso de artefactos de cocina, revisando su ubicación, construcción, ventilación, además de la ubicación del manifold de carga/descarga. Comprobando que no exista ningún tipo de peligro en su uso.

Fumar

En este caso, está terminantemente prohibido fumar a bordo. Generalmente, existe un gran aviso visible desde la cubierta de carga que recuerda esta medida.



Ilustración 16. Advertencia de prohibido fumar en la cubierta del B/T Guanarteme. Fuente: Elaboración propia

5. RESULTADOS: PROCEDIMIENTOS Y PRECAUCIONES ESPECÍFICAS EN LAS OPERACIONES

5.0 Introducción

Tomando como referencia el manual ISGOTT, veremos detalladamente las precauciones y procedimientos que se llevan a cabo en la zona de carga del buque cuando se está en una terminal. La zona de carga, abarca la zona de riesgo y peligro del buque, cubierta de carga, tanques de carga y sala de bombas.

5.1 Aberturas

Son espacios fundamentales a tener en cuenta durante las operaciones. Abarca desde las tapas de tanques de carga hasta las bocas de sondaje.

Tapas de tanques de carga

Durante las operaciones de carga y descarga, las tapas de los tanques de carga son cerradas y aseguradas. Esto se cumple independiente si la carga es volátil o no. Excepto cuando se vayan a efectuar mediciones o toma de muestras.

Las tapas de los tanques en los que se está practicando limpieza, son abiertas brevemente para realizar inspecciones de rutina. Una vez realizadas, son vueltas a cerrar rápidamente.

Tapas de los tanques de lastre segregado

Las tapas de los tanques de lastre segregado se mantienen cerradas durante la manipulación de carga, para impedir que ingrese gas de hidrocarburo a ellos.

Bocas de sondaje.

Las bocas de sondaje e inspección se mantienen cerradas y aseguradas, durante la manipulación de la carga. Excepto cuando se vayan a efectuar mediciones.

5.2 Sobre presurización y vacío en los tanques de carga.

La generación de vacío o sobre-presión en los tanques de carga, puede causar daños a la estructura interna del tanque. Por esta razón existen medios de protección de los tanques, que ya fueron mencionados, recordemos:

- Dos válvulas P/V, instaladas en cada tanque de carga.
- Línea de retorno de gases a tierra.
- Todo esto complementado con alarmas individuales de presión, en cada tanque.

Las causas de problemas de sobre-presurización o vacío en los tanques de carga, ocurren generalmente durante la carga y tienen que ver con lo siguiente:

- Sobrellenado del tanque.
- Liberación inadecuada de vapores desde los tanques de carga.
- Regulación incorrecta de la válvula de corte de algún tanque.
- Fallo de la válvula P/V de algún tanque de carga.
- Protección contra llamas de las válvulas P/V, obstruidas.
- El caudal de carga de un tanque, excede la capacidad máxima de venteo.
- Formación de hielo que obstruyen las válvulas P/V, durante condiciones climáticas extremadamente frías.

Las medidas que se toman para evitar problemas de presión en los tanques, son:

- Los caudales máximos de la operación son acordados y especificados en el plan de carga.
- Verificación del estado de todas las válvulas del sistema de respiración de los tanques.
- Parte de la lista de chequeo, que realiza en conjunto el buque y la terminal.
- Durante condiciones climáticas muy frías, se inspecciona a intervalos regulares el estado de las válvulas del sistema.
- Para corregir una situación de vacío en un tanque, se puede elevar el nivel de líquido de éste mediante el bombeo de carga hacia el tanque afectado, o admitir aire dentro del espacio de vacío del tanque.

Durante las operaciones de carga, se efectúan inspecciones, mediciones y toma de muestra, antes, durante y después de la operación. Existe una antecama de vapor en los tanques de carga, donde se puede efectuar medición de vacío (ullage), sacar

muestras, leer temperatura y medición de la interfase de la carga, con equipos fijos o portátiles. Esta operación se llama mediciones a “tanque cerrado”.

5.3.1 Electricidad estática.

Las descargas eléctricas de materiales conductores que están aislados, generan la fuente de ignición de electricidad estática más peligrosa a bordo de un petrolero.

Estas situaciones pueden ocurrir al realizar mediciones y toma de muestras en tanques de carga.

Ejemplos:

- Descarga eléctrica entre la superficie del líquido y el aparato de muestreo metálico, suspendido por un cabo de fibra. El líquido pudo acumular carga eléctrica en las operaciones de bombeo, transfiriéndole la carga eléctrica retenida al conductor aislado por el cabo de fibra.
- Descarga eléctrica entre un equipo suspendido (no conectado a “tierra”) dentro del tanque y la estructura adyacente a éste.

Las precauciones y procedimientos, con respecto a descargas electroestáticas originadas por el ingreso de equipos de muestreo a los tanques son:

- Los elementos de medición/toma de muestras que pudieran actuar como conductores, deberán tener continuidad eléctrica en toda su extensión y contar con una descarga a “tierra”, antes de su introducción al tanque y hasta después de su extracción. Este enlace a tierra se logra conectando los objetos metálicos a la estructura metálica del buque, la cual ya está conectada a tierra a través del mar.
- Todos los objetos metálicos de equipos de medición o muestreo que ingresan al tanque, son enlazados juntos para evitar una descarga eléctrica entre ellos.
- Utilizar elementos de medición y toma de muestras de naturaleza no-conductora.
- Evitar que el hidrocarburo acumule carga eléctrica durante el bombeo.

Estas medidas son para reforzar aún más la seguridad del tanque de carga.

5.3.2 Inspección de los tanques antes de cargar.

Siempre que sea posible, la inspección de los tanques antes de iniciar la carga se realiza sin ingresar a ellos. Una inspección del tanque puede realizarse desde la cubierta por las bocas de sondaje. Al efectuar estas inspecciones, la persona debe tener la precaución de no inhalar gases de hidrocarburo, además de conocer los indicadores de vapores tóxicos a los cual se expondrá. Si fuese necesario, la persona contará con equipo adecuado para la protección contra riesgos de inhalación de gases tóxicos.

Si debido a la especificación crítica del producto a ser cargado, es necesario que se ingrese al tanque para su inspección, se hará bajo condición de “desgasificado” de los tanques. Además, se respeta una serie de normas antes de ingresar y mientras se está en el interior del tanque de carga, como veremos en el apartado siguiente al tratarse de un espacio cerrado.

5.3.2.1 Ingreso a espacios cerrados.

El tanque de carga es definido como uno de los muchos “espacios cerrados” que existe en un buque petrolero. Un espacio cerrado es un espacio con aberturas limitadas de entrada y salida, que no posee ventilación continua y en el cual la atmósfera puede ser tóxica, debido a la presencia de gas de hidrocarburo, gas inerte o deficiencia de oxígeno.

Se considera como espacio cerrados, entre otros los siguientes:

- Tanques de carga.
- Tanques de lastre.
- Cámara de bombas de carga.
- Dobles fondo.
- Tanques de combustible.
- Tanques de agua dulce.
- Cofferdams.
- Calderas.
- Cuarto de baterías.
- Cáster del motor principal.
- Espacios de barrido del motor principal.
- Tanques de agua sucia.
- Caja de cadenas.
- Túnel de la hélice de proa.
- Espacios vacíos (bodega).
- Espacios conectados adyacentes.

Para ingresar a cualquiera de estos espacios, se extiende primero un “Permiso de entrada a espacios cerrados”, en el cual el oficial responsable, verifica que la atmósfera dentro del espacio, en todos los aspectos, es segura para el ingreso de un hombre.

Los aspectos más importantes son:

- Una ventilación previa de 5 minutos dejando las puertas de acceso abiertas.
- Chequeos a la atmosfera del espacio cerrado, los cuales deben arrojar resultados de nivel de oxígeno del 21% de volumen.
- Niveles de gas de hidrocarburo menor al 1% del LEL (Límite Inferior de Explosividad).
- Sulfuro de Hidrogeno (H₂S) concentración por debajo de 10 ppm.
- Gases tóxicos: concentración por debajo del 50% del Valor Limite Ambiental para la Exposición Diaria (VLA-ED).
- Una persona en “stand-by”, principalmente el marinerero de guardia, que estará por fuera del espacio cerrado. Él vigilara y se mantendrá en contacto con quienes estén en su interior y el oficial responsable de la operación. Y será el responsable de iniciar el procedimiento de emergencia en caso de accidente.

Si no se cumplen estas condiciones previstas, el Oficial responsable mandara a ventilar el espacio cerrado con los medios disponibles, repitiendo la verificación de la atmósfera hasta que se alcancen las condiciones previstas.

Durante la estancia en la sala de bombas, se chequea regularmente el estado de estas verificaciones frecuentes de la atmosfera y darle instrucciones al personal para que lo abandone de forma inmediata en caso que las condiciones previstas en el permiso de entrada cambien y se conviertan inseguras.

Además de mantener una comunicación a intervalos establecidos, con el personal que se encuentra ahí. La falta de respuesta a una comunicación, es causa suficiente para accionar la alarma general.

La persona que accede al espacio cerrado estará provista de un arnés de seguridad, al que ira enganchada una tira para controlar el riesgo de caída desde diferente nivel y facilitar el rescate en caso necesario. Equipado de un detector de movilidad (Farefly) con alarma visual y acústica, detector de multigas calibrado y certificado y por último, un radioteléfono (Walkie Talkie)

A la entrada del espacio cerrado se dispondrán de diferentes equipos que faciliten el rescate en una situación de emergencia.

Entre estos equipos encontramos:

- Equipos de salvamento que permita sacar a los heridos del espacio cerrado.
- Detector de gas toxico.
- Detector multigas.
- Linterna de seguridad.
- Un arnés de rescate.
- Un equipo de respiración autónomo.
- Una botella de respeto del equipo ERA.
- Un resucitador. (Disa)

5.3.3 Comprobación del sistema de respiración de los tanques.

El bombero se encargará de la revisión de las válvulas P/V antes de iniciar cualquier operación, puesto que puede ocurrir cualquier obstrucción que impida su buen funcionamiento.

En el caso de que la terminal tenga prohibido la expulsión de estos gases a la atmósfera, el bombero se encargará de realizar la conexión pertinente a tierra a través de la línea de retorno de gases, siendo el responsable de abrir las válvulas manuales de estas líneas , siempre bajo las órdenes del primer oficial.

5.4 Precauciones relacionadas con las conexiones de carga buque/tierra.

Estas precauciones generales tienen que ver con la manipulación de mangueras (flexible) o brazos de carga, según sea el medio de conexión que tenga la terminal. Además de los riesgos de la formación de arcos eléctricos durante la conexión y desconexión con el manifold de carga del buque.

5.4.1 Mangueras de carga (flexible).

Se consideran las siguientes precauciones, de acuerdo al proceso de conexión:

- Antes que la manguera esté a bordo de la cubierta de carga, el oficial responsable verifica que el peso total no exceda la carga segura de trabajo (SWL) de la grúa que se va a utilizar. La terminal, por supuesto, informará el peso total del largo de manguera.
- La manipulación de la manguera de conexión se realiza mediante estrobos, gazas y cadenas. Evitando que la manguera se tuerza o se doble a un radio inferior al

recomendado por el fabricante. Cuidando también que la manguera no roce con extremos filosos de la cubierta, o sea arrastrada por superficies calientes (por ejemplo, líneas de vapor).

- Cuando la manguera ha sido elevada a la altura requerida para su conexión al manifold, será sostenida por cadenas o cables, los cuales fijarán la manguera a puntos seguros de la cubierta de carga.
- La terminal debe proveer mangueras en buen estado. Para verificar esto, el oficial de guardia, realiza una inspección visual a cada largo de manguera antes de conectarla finalmente al manifold. Cualquier defecto visible en las capas internas o externas, como ampollas, desgaste, aplastamiento, o indicios de filtraciones son comunicados al capitán, pudiendo éste, rechazar la manguera en cuestión.
- A fin de evitar derrames, antes de extraer las bridas ciegas de las mangueras y el manifold de carga, se asegura que las líneas no contengan hidrocarburo a presión.
- Realizada la conexión, se inspecciona durante la faena, que los largos de mangueras y el radio de ésta, sean los normales para evitar esfuerzos indebidos en la conexión. Esto tiene que ver con el estado de mar y las mareas que se presenten durante la estancia en el amarradero. No obstante, también se modifican las tensiones de las amarras, con el mismo propósito.
- Debajo de la conexión del manifold existen depósitos de recepción de goteo provisto con un sistema de drenaje. En caso de que el petrolero no cuente con este medio, se colocan bandejas receptoras de goteras para retener cualquier filtración en la conexión.



Ilustración 17. Mangueras de carga flexibles. Fuente: <http://zebungmarinehose.es/1-1-3-oil-suction-discharge-hose/220119>

5.4.2 Brazos de carga (Hard Arm).

Las terminales que poseen instalación de brazos articulados para la carga/descarga, tienen una estructura diseñada para que éstos se muevan con libertad, según el movimiento del buque. El sistema tiene en cuenta los cambios de elevación resultantes de las mareas, el francobordo de los petroleros para los cuales ha sido diseñado el amarradero, los desplazamientos de la conexión en el sentido horizontal, debido a la deriva y navegación a la par del muelle. Y no es necesaria la grúa de manejo, ya que el brazo se conecta de forma directa al manifold de buque.

Pero aun con esas medidas, se requieren ciertas precauciones y procedimientos durante el tiempo que los brazos estén conectados al buque.

Entre ellas encontramos:

- Las amarras del buque son manipuladas de forma frecuente, para que los movimientos estén dentro de los límites operativos del brazo.
- Las terminales con brazos de carga están equipadas con alarmas de deriva o de distancia horizontal. En el caso que se activen, todas las operaciones de carga son suspendidas, hasta volver a las condiciones normales de trabajo.
- Se evita la vibración excesiva (golpes de presión en las líneas), ya que puede provocar filtraciones en los acoplamientos de la conexión y daños a la estructura del brazo.
- En el caso que se prevea que el manifold absorberá demasiado peso debido a brazos de gran diámetro, sumado al peso del hidrocarburo que fluirá, se instalan soportes que ayuden al manifold a alivianar la carga.
- Vientos de gran intensidad pueden ejercer esfuerzos excesivos sobre los brazos metálicos y la vez en el manifold. Si se pronosticaran vientos en los límites operativos de la conexión, por precaución, se suspenden las operaciones, junto con drenar y desconectar los brazos de carga.



Ilustración 18. Operación realizada con hard arm. Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Marine_Loading_Arm_KLE.jpg

5.4.3 Descarga eléctrica.

A fin de ofrecer protección contra la formación de arcos eléctricos (fuente de ignición) durante la conexión y desconexión, el operador de la terminal asegura que los largos de manguera y brazos metálicos de carga, se encuentren equipados con una “brida aislante” o con un largo simple de manguera “no conductora” para garantizar la discontinuidad eléctrica entre buque y tierra.

5.5. Riesgo de incendio y/o explosión.

Como se mencionó en el capítulo 2, para que exista un incendio de hidrocarburo, se necesita:

- Un volumen de oxígeno en la atmósfera mayor al 11%. En la sala de bombas se debe tener un 21% de O₂, para que el personal no sufra de hipoxia
- Que el hidrocarburo haya alcanzado una temperatura o punto de inflamación (flash point), a la cual empiece a desprender gases, dentro de los “límites inflamables”.
- Una fuente de ignición, que encienda la mezcla.

Entonces, las variables que se manejan para evitar un incendio en la sala de bombas, son la presencia de gas de hidrocarburo y el control de las fuentes de ignición.

5.5.1. Filtraciones de gas de hidrocarburo.

El gas de hidrocarburo puede surgir en la sala de bombas, de filtraciones en tuberías, o en las bombas. El mantenimiento de la integridad de las tuberías y bombas, constituye un factor importante, por eso si se hallara alguna filtración, debe ser rectificada de inmediato.

Las tuberías son examinadas de forma visual y sometidas además, a test de presión rutinarios, para verificar su estado. Exámenes de ultrasonido, para la medición del espesor de las paredes, son realizados también a las líneas que cruzan la sala de bombas.

Pero aun con esas medidas, la presencia de pequeños volúmenes de gas de hidrocarburo es inevitable en esta zona. Por esto, la sala de bombas cuenta con una ventilación permanente, dispuesta por SOLAS (cap II-2, regla 4-5.4). Los ventiladores de extracción que dan a la cubierta principal están dispuestos de modo que la ventilación abarque toda la sala, con el fin de reducir al mínimo estos gases inflamables.

La ventilación está en funcionamiento antes de que una persona ingrese a la sala de bombas y continuamente durante todas las operaciones de carga, hasta que no sea más necesario el ingreso y hayan concluido las faenas.

Importante es que los ventiladores dispuestos, no produzcan chispas.



Ilustración 19. Extractor del cuarto de bombas. Fuente: Elaboración propia

5.5.2 La fuente de ignición.

La sala de bombas contiene potenciales fuentes de ignición que son controladas mediante estrictos procedimientos, que tienen que ver con el mantenimiento, inspección y manipulación del equipo en esta zona.

El mantenimiento del equipo eléctrico de la sala de bombas, es uno de los procedimientos más delicados. El equipo eléctrico diseñado para estos espacios es del tipo “aprobado”, lo que significa que cumple con la definición de “a prueba de explosión” y un circuito eléctrico “intrínsecamente seguro”, cada vez que ocurren reparaciones o mantenimiento de los equipos eléctricos, estos son efectuados bajo las instrucciones del fabricante, para asegurar que el equipo eléctrico mantenga su condición de aprobado.

Mientras las bombas están en funcionamiento, no se lleva a cabo ninguna reparación a éstas, ni a sus válvulas de descarga o sistemas de control.

Las bombas pueden ser una posible fuente de ignición debido al calor que generan cuando están en funcionamiento. Por esto, existen termómetros en las bombas que indican la temperatura de las carcasas, rodamientos, etc.

5.5.3 Precauciones para evitar golpes de presión en la operación de las bombas.

Los golpes de presión en el sistema provocan grandes esfuerzos en las tuberías, mangueras o brazos de carga, capaces de producir rupturas en éstos, con la consecuencia inmediata de derrames.

Estos se generan por la operación incorrecta de bombas y válvulas, por ejemplo:

- Cambio brusco en caudales de flujo.
- Cierre inadvertido de una válvula de corte.
- Cierre de golpe de una válvula de retención en tierra.

Es más factible que dichos golpes de presión sean más severos cuando se trata de tuberías largas y con altos caudales de flujo.

Para evitar riesgo de golpes de presión, la terminal y el buque acuerdan por escrito; los caudales de las bombas, ya sea de la terminal o el buque, al inicio, durante y remate de los tanques, el cierre lento de válvulas, los tiempos de corte de válvulas, que generalmente son mayor a los 30 segundos. Estos acuerdos quedarán impresos en el plan de operaciones ya sea de carga o descarga. (ISGOTT (ICS)

6. PROCEDIMIENTOS GENERALES EN LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE UN PETROLERO

6.0 Introducción.

Dentro de las operaciones habituales que se realizaban a bordo del buque, encontramos la carga y descarga. Una vez obtenidos los conocimientos generales de los espacios y sistemas a bordo, las características de los productos que se transportan, precauciones y procedimientos llevados a cabo en un buque petrolero durante la estancia en terminales, desarrollaremos a continuación los procedimientos generales de las operaciones de carga/descarga en una terminal. Teniendo como referencia

6.1 Plan de operaciones y reunión con el personal de guardia.

Como ya hemos dicho anteriormente, antes de llegar a la terminal se elabora un plan de operaciones de carga o descarga, según corresponda. El encargado de la Elaboración del plan es el primer oficial, quien se lo presenta al capitán para su aprobación.

Para hacer llegar a la tripulación el plan de operaciones y aclarar dudas, se lleva a cabo una reunión con el personal de guardia antes de iniciar las operaciones.

El personal que estará de guardia durante las etapas de carga y descarga, lo componen:

- **Primer oficial**, es el encargado de llevar a cabo el plan de carga. Su función en esta etapa será de supervisar en todo momento que se cumple con lo establecido en dicho plan, especialmente en lo relativo a la presión, caudal, deslastre, lastre, temperatura, calefacción en caso que sea necesario.
- **Oficial de guardia**, encargado de supervisar la conexión de la manguera o brazo de carga. Durante la operación, permanecerá en la sala de control de carga revisando lo establecido en el plan de carga y velando por la seguridad en la operación.
- **Un bombero**, asistente del oficial de guardia. Entre sus funciones se encuentra la de acoplar las mangueras, aperturas de las agrupadas de las tanques a carga, alinear los tanques,...etc.

· **Un marinero**, disponible en cubierta para diferentes labores, y estarán a disposición del oficial de guardia. Se encargarán entre otras funciones de recoger las muestras del producto, sondear tanques y controlar las presiones en el manifold.

Por parte de la terminal, habrá un inspector en servicio continuo, en las proximidades de las conexiones de buque/tierra.

Finalmente, **el capitán**, responsable de la seguridad del buque, estará informado y atento de cualquier cambio en plan de operaciones, como de problemas que se presenten.

6.2 Operación de carga.

6.2.1 Plan de carga establecido.

En él aparecen los siguientes aspectos:

1. Nombre del buque, amarradero, fecha y hora.
2. Nombre y firma del representante del buque y del representante de tierra.
3. Distribución de la carga en el momento de llegada y de salida.

4. Información sobre cada producto:

- Cantidad.
- Tanques del buque a ser cargados
- Tanques de tierra a ser descargados
- Secuencia en la que se van a cargar los tanques
- Líneas a ser utilizadas buque/tierra.
- Caudal de transferencia de carga.
- Presión operativa.
- Presión máxima admisible.
- Límites de temperatura.
- Sistemas de venteo utilizado.

5. Las restricciones necesarias debido a:

- Propiedades electrostáticas.
- Uso de válvulas de cierre rápido.

6. La secuencia en la que se van a cargar los tanques del buque, tiene en cuenta:

- Operaciones de lastre.
- Cambios de tanques de buque y tanques de tierra.
- Prevención de la contaminación de la carga.
- Cambio de producto a cargar.
- Otros movimientos y operaciones que puedan afectar los caudales de flujo.
- Asiento y calado del buque.

7. Caudales de carga iniciales y máximos, caudales de completado de tanques (top off), teniendo en cuenta:

- La naturaleza del producto a ser cargado.
- La disposición y capacidad de las líneas de carga del buque y sistema de venteo de gas.
- Presión y caudal de flujo máximo admisible en las mangueras y brazos de buque/tierra.
- Precauciones para evitar la acumulación de electricidad estática.

8) El método de venteo del tanque, para impedir o reducir las emanaciones de gas a la altura de la cubierta, se eligen tomando en cuenta:

- Presión verdadera de vapor del producto a ser cargado.
- Caudales de carga.
- Condiciones atmosféricas.

9) Procedimiento de parada de emergencia.

- Pitada larga
- Mensaje de STOP, STOP, STOP mediante radio.

A continuación veremos un ejemplo de Plan de Carga efectuado por el B/T Guanarteme. Consiste en la carga de producto en la terminal de Leixoes para su posterior transporte hasta Porto Santo.

B/T	PUERTO (PORT)	FECHA (DATE)	VIAJE Nº (VOYAGE Nº)	OPERACION (OPERATION)	ATRAQUE (BERTH)	CLIENTE (CUSTOMER)
GUANARTEME	LEIXOES	13/08/2016	068/16	CARGA	JETTY B	GALP
CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA (CARGO DETAILS)						
Nombre de la carga				FUEL OIL MADEIRA, GASOLEO		
Número IMO o U.N.				IMO CLASS 9, IMO CLASS 3		
Densidad a 15º C				0.9888, 0.8474		

1SE <u>FUEL MADEIRA</u>	2SE (SLOP) <u>FUEL MADEIRA</u>	COFFERDAN	3LE <u>GASOLEO</u>	4LE <u>FUEL MADEIRA</u>	5LE <u>FUEL MADEIRA</u>	6LE <u>FUEL MADEIRA</u>	7LE (SLOP) <u>GASOLEO</u>
1SB <u>FUEL MADEIRA</u>	2SB (SLOP) <u>FUEL MADEIRA</u>		COFFERDAN	3LB <u>GASOLEO</u>	4LB <u>FUEL MADEIRA</u>	5LB <u>FUEL MADEIRA</u>	6LB <u>FUEL MADEIRA</u>

Límite de llenado de tanques

98%

TANQUE	PRODUCTO	VACIOS	CANTIDAD TIERRA	CANTIDAD BUQUE	PROMEDIO MÁX. m3/h	ACOPLES
1 SB	FUEL MADEIRA	119	FUEL MADEIRA: 2900 MT	2900 MT	500 M3/H	1X 6"
1 SE	FUEL MADEIRA	119				
2 LB	FUEL MADEIRA	119				
2 LE	FUEL MADEIRA	119				
3 LB	GASOLEO	290				
3 LE	GASOLEO	290				
4 LB	FUEL MADEIRA	120				
4 LE	FUEL MADEIRA	120				
5 LB	FUEL MADEIRA	120				
5 LE	FUEL MADEIRA	120				
6 LB	FUEL MADEIRA	120				
6 LE	FUEL MADEIRA	120				
7 LB	GASOLEO	470	GASOLEO: 558MT	558 MT	300 M3/H	1X4"
7 LE	GASOLEO	470				

LINEAS DE CARGA : 5"

PLANIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES
(PLANING OPERATIONS)

CARGA	X	DESLASTRE	X	DESCARGA	LASTRE	
Promedio máximo carga (Fase I) (m3/h)		36 m³ /h tk		Presión máxima de descarga solicitada por Terminal (Kgr/cm ²)		N/A
Promedio máximo carga (Fase II) (m3/h)		150m³ /h tk				
Promedio máximo carga (Fase III) (m3/h)		50m³ /h tk				

CARGA

- Comenzaremos por cargar el FUEL MADEIRA en los tanques TS1BE, TS2BE, TL4BE, TL5BE, TL6BE alineando por el colector de estribor. Cargaremos a los vacíos indicados hasta tener en los tanques una cantidad de 2900 Tons.
- Después se cargarán 558 MT GASOLEO en los tanques TL7BE + TL3BE a los vacíos indicados.

Nota importante: Los vacíos indicados son aproximados, el oficial de guardia los corregirá por densidad y temperatura durante las operaciones de carga para obtener las cantidades de carga indicadas.

Mantener siempre un asiento apopante de no más de 3 metros.

DESLASTRE: Deslastar, L2C + L6C+ L4C+ L1BE + L3BE + L6BE+, lastre/deslastre de corridos e IT093GU para lastre/deslastre de tanques laterales) 3BE para CORREGIR ESCORA

CONTROL AMBIENTAL DE OTRAS OPERACIONES EN PUERTO					
DESCARGA DE RESIDUOS TANQUES DE CARGA O AGUA CONTAMINADA DE LIMPIEZA TANQUES (MARPOL, ANEXO I)			NO		
ENTREGA RESIDUOS OLEOSOS SENTINAS (MARPOL, ANEXO I)			NO		
ENTREGA DE BASURAS (MARPOL, ANEXO V)			SI		
TOMA DE COMBUSTIBLE			NO		
AGUA POTABLE			NO		
LIMPIEZA EFECTUADA A LOS TANQUES DE CARGA			NO		
PRÓXIMO PROGRAMA DE LIMPIEZA DE TANQUES			NO		
RIESGO PRINCIPAL DE LA CARGA					
GASES DE HIDROCARBUROS/ AZUFRES/ CONTAMINACIÓN MEDIO MARINO					
RIESGOS PARA LA SALUD					
INHALACIÓN DE PRODUCTOS/ SALPICADURAS					
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL USADO DURANTE LAS OPERACIONES					
PROTECCIÓN RESPIRATORIA	PROTECCIÓN DEL CUERPO	PROTECCIÓN DE LOS OJOS	PROTECCIÓN DE LAS MANOS	PROTECCIÓN DE LOS PIES	PROTECCIÓN DE LA CABEZA
<i>STBY EQUIPO ERA</i>	<i>BUZO DE TRABAJO</i>	<i>GAFAS SOLARES/ ANTI-SALPICADURAS</i>	<i>GUANTES NITRILO</i>	<i>BOTAS DE SEGURIDAD</i>	<i>CASCO/ GORRA</i>
CALADOS A LA LLEGADA			CALADOS A LA SALIDA (Departure draft)		
Proa	Medio	Popa	Proa	Medio	Popa
3.50	4.35	5.20	5.1	4.70	6.50
OBSERVACIONES					
OFICIALES DE GUARDIA					
Los abajo firmantes, al hacerse cargo de la guardia y durante la misma, han comprobado todas las medidas de seguridad e instrucciones establecidas en el Plan de Carga y en "Ship / Shore Safety Checklist".					
GUARDIA (Watch)	CATEGORIA (Rank)	FECHA (Date)	HORA (Time)	NOMBRE Y APELLIDOS (Name)	FIRMA (Signature)
16 a 20	1º OFICIAL				
20 a 24	3º OFICIAL				
00 a 04	2º OFICIAL				
04 a 08	1º OFICIAL				
08 a 12	3º OFICIAL				
12 a 16	2º OFICIAL				
16 a 20	1º OFICIAL				
20 a 24	3º OFICIAL				

6.2.2 Conexión.

Al menos dos miembros de la tripulación del buque (Primer Oficial de Cubierta y Bombero) deben comprobar físicamente por separado la idoneidad del equipo de carga, verificando el estado de las válvulas de acuerdo con el Plan de Carga acordado, conexiones en el manifold, estado de limpieza de los tanques, exhaustaciones, válvulas P/V, tapas de imbornales, cierre tapas de tanques, etc. Verificando que todo el equipo está en orden.

El oficial de guardia, los marineros y el bombero serán los encargados de la conexión. Recibirán la manguera o el brazo metálico, según corresponda.

- El oficial de guardia supervisará la correcta manipulación de la manguera o brazo de carga. Según las precauciones prescritas en el capítulo 5.
- El bombero extrae las bridas ciega de la manguera o brazo y de la válvula de manifold designada. Verificando antes que no exista hidrocarburo a presión en la línea.
- Se efectúa la conexión tierra/buque.

6.2.3 Lista de chequeo.

Una vez realizada la conexión, se efectúa la lista de chequeo entre el buque y la terminal. El objetivo de ésta es que ningún detalle de la seguridad de la operación sea olvidado.

La lista de chequeo generalmente la completa el oficial de guardia, comprobándolo posteriormente el representante de la terminal.

Si algún ítem se respondiera de forma negativa, se aclara el motivo y se llega a acuerdo sobre las precauciones necesarias a ser tomadas para la seguridad de la operación.

Cuando algún ítem no sea aplicable a la operación, se anotan las razones en la columna de observaciones.

A continuación, veremos un ejemplo de una lista de comprobaciones de seguridad buque/terminal.

Código:

A- Cualquier procedimientos o acuerdo debe aparecer reflejado en las columnas de esta lista de comprobación o, en su defecto, cualquier formulario acordado por ambas partes. En todo caso, deben aparecer las firmas de ambas partes.

P- En caso de respuesta negativa, no se llevará a cabo la operación sin el consentimiento de la Capitanía Marítima.

R- Indica los apartados que deben volver a verificarse a intervalos que no excedan lo acordado en la declaración.

General	Ship	Terminal	Code	Remarks
¿Es seguro el acceso entre el buque y la terminal?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	R	
¿Está el buque amarrado con seguridad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	R	
¿Se ha establecido un sistema operativo de comunicación entre el buque y tierra?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AR	Sistema VHF
¿Están los alambres de remolque de seguridad aparejados y en posición correcta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	R	1 Proa, 1 popa un metro sobre el nivel del mar.
¿Están dispuestas las mangueras y equipos contra incendios para su inmediato uso a bordo?	<input type="checkbox"/>		R	
¿Están dispuestos los equipos contra incendios para su uso inmediato en tierra?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	R	
¿Están las mangueras/brazos de carga y de combustibles (del buque) en buenas condiciones, debidamente aparejadas y apropiadas para el servicio a prestar?	<input type="checkbox"/>			
¿Están las mangueras/brazos de carga y de combustibles (de la terminal) en buenas condiciones, debidamente aparejadas y apropiadas para el servicio a prestar?		<input type="checkbox"/>		
¿Está el sistema de transferencia de la carga suficientemente aislado y drenado para permitir un extracción segura de las bridas ciegas antes de realizar las conexiones?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
¿Ha sido efectivamente cerrado los imbornales y bandejas de recogida y están dichas bandejas en posición correcta y vacía?	<input type="checkbox"/>		R	
¿Está siendo controlada constantemente la remoción temporal de los tapones de imbornales?	<input type="checkbox"/>		R	

¿Están los medios de contención de derrames e imbornales en tierra correctamente dispuestos?		<input type="checkbox"/>	R	
¿Están debidamente tapadas con bridas ciegas y con todos los pernos colocados, las líneas de carga y consumo (del buque) que no estén en uso?	<input type="checkbox"/>			
¿Están debidamente tapadas con bridas ciegas y con todos los pernos colocados, las líneas de carga y consumo (de la terminal) que no estén en uso?		<input type="checkbox"/>		
¿Están cerradas y aseguradas todas las tapas de los tanques de descarga, lastre y combustible?	<input type="checkbox"/>			
Las válvulas de fondo y descarga al mar, ¿están debidamente cerradas y aseguradas con bridas ciegas?	<input type="checkbox"/>			
¿Están cerradas todas las puertas y portillos de los alojamientos de la tripulación, pañoles y espacios de máquinas que dan al exterior?	<input type="checkbox"/>		R	
¿Están localizados en el exterior los planos de emergencia y contraincendios?	<input type="checkbox"/>			Toldilla BR/ER y escala
¿Está el buque listo para maniobrar por sus propios medios?	<input type="checkbox"/>		PR	
¿Existe a bordo personal de guardia efectivo y una adecuada supervisión en la terminal y a bordo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	R	
¿Existe a bordo y en tierra personal suficiente para hacer frente a una emergencia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	R	
¿Han sido acordados los procedimientos para la carga, toma de combustible y gestión de lastre?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AR	
¿Ha sido explicada y entendida la señal de emergencia y los procedimientos de parada a utilizar por parte del buque y la terminal?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	
¿Han sido entregadas, cuando se han solicitado las hojas de información al cargamento para las operaciones de carga?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PR	
¿Han sido identificados y entendidos los riesgos asociados con sustancias tóxicas en la carga a manipular?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Contenido de H2S y benceno
¿Se ha dispuesto la conexión internacional de incendios?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
¿Se está utilizando el sistema acordado de ventilación de tanques?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Método P/V

¿Se han acordado los requisitos para efectuar las operaciones en cerrado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	R	
¿Se ha verificado que está operativo el sistema de presión vacío (P/V)?	<input type="checkbox"/>			
Cuando la línea de retorno de gases ha sido conectada ¿se han acordado los parámetros operativos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AR	
El sistema de alarma de alto nivel, ¿está operativo y ha sido probado antes de las operaciones?	<input type="checkbox"/>		AR	
¿Están colocados en la conexión buque/terra los medios de aislamiento adecuados?		<input type="checkbox"/>	AR	
¿Ha sido colocada una válvula de no retorno en la línea de tierra o se han discutido los procedimientos para evitar retorno de productos?		<input type="checkbox"/>	PR	
¿Se están cumpliendo las instrucciones relativas a la prohibición de fumar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AR	Prohibido en todo el buque
¿Se están cumpliendo la prohibición de usar luces de llama desnuda?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AR	
Están siendo observados los requerimientos sobre teléfono buque/terminal, móviles y buscapersonas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AR	
¿Son de tipo aprobado las linternas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
¿Están los VHF/UHF y el AIS fijos en el modo de potencia correctos o apagados?	<input type="checkbox"/>			
¿Están puestas en tierra las antenas de transmisor principal del buque y desconectados los radares?	<input type="checkbox"/>			
¿Se está manteniendo una presión positiva dentro de la acomodación y las entradas de aire acondicionado, que pueden permitir la entrada de vapores de la carga, están cerradas?	<input type="checkbox"/>		R	
¿Se han tomado las medidas necesarias para asegurar una ventilación suficiente en el cuarto de bombas?	<input type="checkbox"/>			
¿Se ha previsto la posibilidad de escape en caso de emergencia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
¿Han sido acordados los máximos criterios admitidos de viento y mar en las operaciones?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	
¿Han sido acordados los protocolos de seguridad entre el OPB y el OPIP, si procede?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	

Tabla 9: Check List Buque- Terminal. Fuente: Petrogas

6.2.4 Inicio de la operación de carga.

Tras finalizar las listas de chequeo:

- El oficial confirma si corresponde que el personal de guardia en cubierta esté utilizando los elementos de seguridad correspondientes.



Ilustración 20. Diferentes elementos de seguridad de la tripulación. Fuente: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcia339s/doc/bmfcia339s.pdf>

- Se encarga de activar las alarmas acústicas de alto (Hi) y muy alto nivel (HI-HI) de tanques (95% y 98%).
- Asegurarse que los dispositivos como el AIS se encuentran en baja potencia antes de comenzar las operaciones.
- El oficial de guardia alinea los tanques y circuitos, de acuerdo a las instrucciones del plan de carga. Esto lo realiza con la asistencia del bombero de guardia. También tendrá que verificar que todas las válvulas por donde pudiera ocurrir derrames, estén cerradas, imbornales de cubiertas puestos y equipos anticontaminación preparados.
- Previa autorización del capitán del buque, el oficial de guardia da el visto bueno para el inicio de las operaciones de carga.
- Previa coordinación, se abre la válvula de manifold correspondiente del buque, al igual que la válvula de descarga de la terminal. La transferencia de parte de la terminal comienza.
- Empieza el bombeo de parte de la terminal hacia el buque, con un caudal acordado en el plan de carga, generalmente esta fase se suele hacer mediante

gravedad, ya que debemos tener en cuenta los riesgos de acumulación de electricidad estática que se pueda generar al inicio de la transferencia.

- Una vez iniciada la transferencia, el oficial de guardia confirmará de inmediato que la carga este ingresando solo a los tanques designados, y que no estén ocurriendo filtraciones, por ejemplo, hacia otros tanques no designados en la carga.
- El oficial de guardia comunicará a la terminal que el fondo del tanque está cubierto y que las salpicaduras y turbulencias en la superficie del hidrocarburo han cesado, para que las bombas de la terminal aumenten al caudal acordado en el plan. Y así dar paso a la segunda fase de la carga.

Fases de la carga.

El proceso de carga de cada tanque, tiene tres fases diferenciadas que serán tenidas en cuenta:

Fase I: Inicio de la carga: desde el comienzo hasta que el extremo de la tubería de llenado este cubierto por el producto y hayan cesado las turbulencias y salpicaduras en la superficie del mismo.

Se vigilara que entre a bordo el producto especificado por la línea prevista en el plan de carga, para lo cual el bombero , en el grifo de purga del carrete de entrada a bordo, tomara una muestra , y comprobará la idoneidad del producto con el especificado, e informará al Oficial de Guardia, quien esperará el resultado de la comprobación.

Buque	Productos limpios	Productos sucios
Guanarteme	Tanques de carga: 5'' diámetro 36 m ³ /hora	Tanques de carga: 5'' diámetro 36 m ³ /hora

Tabla 10. Velocidad de carga inicial-fase I. Fuente: Petrogas

Fase II: Fase media: desde el final de la fase I, hasta que el tanque tenga un vacío, en el que el Capitán considere necesario parar las bombas de tierra para rellenar

Buque	Productos limpios		Productos sucios	
	Por exhaustación de gases (m ³ /h)	Por electricidad estática	Por exhaustación de gases (m ³ /h)	Por electricidad estática (m ³ /h)

Guanarteme	C/Tanque: 150	C/Tanque: 190	C/Tanque: 150	C/Tanque: 190
	Nº max. Tanques:4 Máximo 4 x 150 = 600	Nº max. Tanques:4 Máximo 4 x 190 = 760	Nº max. Tanques:4 Máximo 4 x 150 = 600	Nº max. Tanques:4 Máximo 4 x 190 = 750

Tabla 11. Velocidad de carga fase II. Fuente: Petrogas

Después de esperar 30 minutos, los equipos metálicos pueden ser usados para toma de vacíos, temperaturas, toma de agua o extracción de muestras, pero es esencial que estén bien conectados a masa (estructura del buque) durante toda la operación.

Las operaciones efectuadas a través de los tubos de sonda (sounding pipes) del tanque, están permitidas y pueden efectuarse en cualquier momento. El tubo de sonda debe extenderse a todo lo alto del tanque, tener orificios para evitar la presión diferencial y garantizar la exactitud de las medidas, y estar debidamente soldado a la estructura del buque conectado a tierra en sus extremos.

Teniendo en cuenta lo especificado con anterioridad, durante toda la operación de carga, como mínimo cada hora, se tomarán vacíos y sondas de todos los tanques que estén recibiendo producto y se anotarán en el cuaderno de plan de carga los promedios de carga (rate), calculando la hora estimada de finalización de la carga.

El Oficial de Guardia comparará los promedios de carga obtenidos, con los acordados con el representante de la terminal, exigiendo su cumplimiento.

En todo momento se tendrá en cuenta la estabilidad, escora y asiento del buque, para adecuarlos con la sonda del atraque y las necesidades operacionales.

Por último, para interrumpir la operación de carga siempre se cerrará primero la válvula de la terminal antes que la toma de manifold del buque.

Fase III: fase de relleno: desde el final de la fase II hasta como máximo el 98% de la capacidad total del tanque.

La fase III, se efectuará con una monitorización continua de los vacíos de los tanques dados por las sondas, poniendo la máxima atención con el fin de evitar el rebose de los tanques.

Esto queda registrado mediante la anotación en el cuaderno de carga del momento en el que se solicita la reducción del caudal, parada de la bomba y cierre progresivo de las

válvulas, hasta el cierre total de las mismas, en el que se da por finalizada la carga del tanque, quedando registrado este dato y la hora en dicho cuaderno. (Disa)

Buque	Productos limpios	Productos sucios
Guanarteme	Tanques de carga: Todos 5'' de diámetro 50m ³ /hora	Tanques de carga: Todos 5 '' de diámetro 50 m ³ /hora

Tabla 12. Velocidad de carga fase III. Fuente: Petrogas

6.2.6 Supervisión y control durante el transcurso de la carga.

- El Primer Oficial comunicará a la tripulación en cubierta que tomen muestras del hidrocarburo en el manifold, al inicio, durante y fin de la carga.
- El oficial de guardia en tanto, tomará puesto en la sala de control de carga, desde donde controla y manipula toda la instrumentación. Al finalizar la operación acudirá a cubierta para los cambios de manifold e inspección final del estado de los tanques.
- Si la terminal quisiera modificar el caudal de carga acordado en el plan, este no se hará, sin antes informar de las intenciones al oficial de guardia.
- El gas desplazado por la carga que ingresa al tanque es venteado a la atmósfera por medio de las válvulas de respiración del tanque, que asegurarán que la cubierta de carga quede libre de estos gases. Pero si las condiciones de viento cambiasen, pudiendo arrastrar los gases a cubierta o hacia la superestructura, se correrían riegos de incendio e intoxicación del personal. La terminal y el buque controlaran frecuentemente la dirección e intensidad del viento.
- Se efectuarán rondas a la sala de bombas para verificar que no estén ocurriendo filtraciones. En estas rondas siguen las precauciones ya mencionadas referentes a intoxicaciones y riegos de incendio.
- Los problemas surgidos durante las operaciones son informadas de inmediato al oficial de guardia. Éste, además de informarlos al capitán, tomará las medidas necesarias para normalizar la operación.
- Cada hora, el oficial de guardia anotará en el cuaderno de control de carga:
 - Ullage de los tanques que se cargan.
 - Comparación de volumen cargado, entre el buque y la terminal
 - Promedio de carga (Rate) m³/h
 - Presión en el manifold.

- Presión en los tanques
 - Control de las rondas a la sala de bombas.
- En las comparaciones de volúmenes cargados entre el buque y la terminal, las diferencias mayores a 10 m³, son informadas de inmediato al primer oficial. Esto indicaría filtraciones de tubería, manguera (particularmente en líneas submarinas), y requerirá que se interrumpan las operaciones hasta que se realicen las investigaciones pertinentes.
 - Los marineros de guardia están atentos a cualquier embarcación que se aproxime al buque, ya que no está permitido en las cercanías, embarcaciones con motor fuera de borda o deportivas, porque estas contienen fuentes de ignición para los gases de hidrocarburos, que se encuentran presentes en los alrededores del buque.
 - Como ya hemos citado, en las distintas fases de la carga se tomarán muestras del producto en el manifold, al inicio, durante y al término de la operación. El encargado de la tarea sigue siendo el marinero de guardia.
 - Si ocurriera cambios de guardia en plena operación, se les informará a las personas entrantes de todo el proceso de carga y si existe alguna novedad respecto al plan de carga. (Disa)

6.2.7 Completado de tanques (top off) a bordo del buque.

- Antes de iniciar la operación de completado de tanques se comprueba el sistema de comunicación buque/tierra.
- El buque comunicará a la terminal cuándo se va a realizar el completado de los últimos tanques y solicitará el momento adecuado en que la terminal reduzca el caudal de la carga, lo suficiente para permitir un control efectivo del flujo a bordo.
- Cada cierto tiempo se chequea el ullage para verificar que no ocurran rebases, como consecuencia de válvulas con filtraciones.
- Siempre que fuese posible, la finalización de la operación de carga es efectuada por gravedad.
- Las válvulas de control de tierra son cerradas antes que las válvulas del buque.
- Se deja vacío suficiente en los tanques designados del buque para recibir los drenajes de las mangueras o brazos, las líneas de buque y de tierra.

Nunca se debe sobrepasar del 95 %, 98% del llenado de los tanques, ya que un aumento en la temperatura ambiente puede provocar el rebose de los tanques. (Disa)

6.2.8 Drenaje de las líneas.

Al concluir la operación de carga:

- Las líneas de cubierta de carga del buque, son drenadas dentro de los tanques de carga.
- Las mangueras o brazos, según corresponda y quizás una parte del sistema de cañerías, entre una válvula de tierra y el manifold del buque, por lo general, también son drenados dentro de los tanques del buque.
- El oficial de guardia, supervisará la desconexión de la manguera o brazo de carga, y el cierre con bridas ciegas del manifold ocupado y la manguera o brazos de carga.

6.2.9 Chequeos después de la carga.

- El bombero verifica el sondaje en los tanques cargados
- El oficial de guardia, chequea que estén cerradas todas las válvulas del sistema de carga. Y que las válvulas P/V se encuentren en la posición correcta.

6.3 Consideraciones especiales.

6.3.1 Precauciones con la carga de productos con alta presión de vapor.

Cuando se cargan productos con alta presión de vapor, se toman medidas especiales, con respecto a las altas concentraciones de gas, que provienen de los sistemas de respiración, una vez que se inicie la carga.

Medidas como:

- Utilizar caudales de flujo inicial, muy bajo.
- Utilizar caudales de completado de tanques (top off), muy bajos.
- Cargar estos productos, en tanques cuyo venteo esté bien alejado de la superestructura (tanques de proa).
- Brindar supervisión adicional, para asegurar que la dispersión de gas se encuentre debidamente monitoreada.

6.3.2 Precauciones al cargar hidrocarburos acumuladores de estática.

Los hidrocarburos llamados acumuladores de estática, son generalmente los productos de refinación. Como ya se mencionó, para que ocurra una descarga eléctrica, primero debe surgir una etapa llamada “separación de carga eléctrica”. Esta se produce por el roce de dos materiales distintos.

En una operación de carga, esta puede surgir por:

- El flujo del hidrocarburo a través del sistema de tuberías del buque
- El flujo a través de un filtro, utilizado en el caso exclusivo de carga de combustible de aviación.
- Salpicado del hidrocarburo en el tanque vacío, en los inicios de la carga.

En estas situaciones ocurre la separación de carga eléctrica, y debido a la naturaleza del hidrocarburo, esta carga eléctrica es retenida en él. Pudiendo transferir la carga eléctrica a un material conductor aislado, que sea introducido al tanque y que haga contacto con la superficie del líquido, originando la descarga eléctrica.

Las precauciones para evitar la “separación de carga” tienen que ver con restricciones en el caudal de inicio de la carga. Según los entendidos en el tema, la velocidad de bombeo, no debe ser mayor a 36m³/h, evitando así las turbulencias en las líneas y el salpicado del hidrocarburo en los tanques.

En el caso de introducir elementos (de medición) metálicos (conductores) al interior de un tanque con hidrocarburo acumulador de estática, se evita que esté aislado, debiendo estar conectado a la llamada masa tierra (SOLAS, capítulo II-2, regla 4, 5.9).

Otra medida que se toma para prevenir la “acumulación de carga” en estos hidrocarburos, es la inyección de un aditivo antiestático, el cual aumenta la conductividad del hidrocarburo, transformándolo en un “conductor”, incapaz de retener carga eléctrica. Pero aun con esta medida, se siguen los procedimientos y precauciones ya mencionados.

6.3.3 Operación de carga en instalaciones costa afuera.

Un buque que se encuentra amarrado en instalaciones costa afuera, toma las mismas precauciones que si estuviera amarrado a un muelle, además de:

- Las comunicaciones entre buque y tierra, son probadas y completamente comprendidas antes del inicio de las operaciones. Éstas se confirman en la lista de chequeo general.
- La terminal no abrirá las válvulas o arrancará sus bombas hasta no haber recibido una señal clara del primer oficial, que el buque se encuentra preparada para recibir la carga.
- Se observa con atención al mar en las proximidades de la conexión, de manera que puedan detectarse filtraciones con rapidez. Durante la noche, siempre que sea seguro y conveniente, se enfoca una luz en las proximidades de la conexión.
- En el caso de carga por monoboyas, un miembro responsable de la tripulación, mantiene guardia permanente en la proa durante toda la operación. Durante la noche, la iluminación en la proa del buque y en sus alrededores, permite que se mantenga una vigilancia visual efectiva del sistema de amarre, y de cualquier filtración que pueda ocurrir. En caso de que no exista una iluminación adecuada de noche no se podrá efectuar las operaciones. (ISGOTT (ICS))

6.4 Operación de descarga.

Los procedimientos que se realizan en la descarga, son muy similares a los de una operación de carga. El otro punto relevante, es la limpieza de los tanques después de la descarga. Ya que los procedimientos de la limpieza, serán parte del plan de descarga. En caso de que los tanques estén destinados a cargar el mismo producto en operaciones posteriores, no será necesaria la limpieza.

6.4.1 Plan de descarga acordado.

En resumen, un plan de descarga define lo siguiente:

- 1) Nombre del buque, amarradero, fecha y hora.
- 2) Nombre y firma del representante del buque, del representante de tierra o del otro buque.
- 3) Distribución de carga en el momento de la llegada y de salida.
- 4) La siguiente información sobre cada producto:
 - Cantidad.
 - Tanque(s) de tierra a ser cargado(s).
 - Tanque(s) del buque a ser descargado(s).
 - Líneas a ser utilizadas buque/tierra.
 - Caudal de transferencia de carga.
 - Presión operativa.

- Presión máxima admisible.
- Límites de temperatura.
- Sistemas de venteo.

5) Las restricciones necesarias debido a:

- Propiedades electrostáticas.
- Uso de válvulas de cierre rápido.

6) Secuencia en la cual se van a descargar los tanques del buque, tiene en cuenta:

- Cambios de tanques del buque y tanques de tierra/buque.
- Prevención de la contaminación de la carga.
- Despeje de tuberías para la descarga.
- Lavado con crudo, si fuera el caso, u otro método para la limpieza de tanque.
- Otros movimientos y operaciones que puedan afectar los caudales de flujo.
- Asiento y francobordo del buque.
- La necesidad de garantizar que no se excederán los esfuerzos permitidos.
- Operaciones de lastre.

7) Caudales de descarga iniciales y máximos, teniendo en cuenta:

- La especificación de la carga a ser descargada.
- La disposición y cantidad de las líneas de carga del buque, tanques, y tuberías a tierra.
- Presión y caudal del flujo máximo admisible en las mangueras y brazos del buque.
- Precauciones para evitar la acumulación de electricidad estática.
- Cualquier otra limitación.

8) Procedimiento de parada de emergencia.

- Pitada larga
- Mensaje de STOP, STOP, STOP por medio de radio.

6.4.2 Conexión.

Al menos dos miembros de la tripulación del buque (Primer Oficial de Cubierta y Bombero), deben comprobar físicamente por separado, la idoneidad del equipo de carga, verificando el estado de las válvulas de acuerdo con el Plan de Carga acordado, conexiones en el manifold, estado de limpieza de los tanques, exhaustaciones, válvulas

P/V, tapas de imbornales, cierre tapas de tanques y cuarto de bombas. Para verificar que todo el equipo está en orden.

Al igual que en la operación de carga, el oficial de guardia, los marineros y el bombero, son los encargados de la conexión. Sea una manguera o el brazo articulado, los procedimientos son similares a los realizados en la operación de carga.

6.4.3 Lista de chequeo.

Se suman ítems, con respecto a si se va realizar limpieza en los tanques. Ya sea con crudo o de otro tipo (agua).

Las consideraciones mencionadas en la operación de carga, al respecto de cómo completar la lista, se mantienen para la descarga

6.4.4 Inicio de la descarga.

A continuación de la lista de chequeo.

- El oficial de guardia confirmará si el personal de guardia en cubierta, está utilizando los elementos de seguridad pertinentes.
- El oficial de guardia supervisa la alineación de los tanques y circuitos de parte del bombero de guardia, de acuerdo a las instrucciones del plan de descarga.
- El oficial de guardia verificará que todas las válvulas por donde pudiera ocurrir derrames, estén cerradas. Incluida la válvula de manifold, por donde pasará el hidrocarburo hacia la terminal.
- Antes de abrir las válvulas del manifold, el oficial de guardia se asegurará que las válvulas de los tanques de recepción de la terminal están completamente abiertas, siendo imprescindible recibir una comunicación clara del responsable de la terminal de que todas las válvulas hasta su tanque de recepción están abiertas y listos para recibir la descarga
- Previa autorización del capitán, el primer oficial desde la sala de control de carga, da el visto bueno para el inicio de la descarga por parte del buque.
- La descarga debe comenzar a un promedio bajo, liberando las alarmas de muy alto nivel 98% y activándolas. Solamente se incrementará el promedio o presión acordada con el representante de la terminal, una vez que el oficial de guardia verifique a bordo que ``bajan`` los niveles de los tanques de carga (aumentan los vacíos) y que tanto el buque tanque como la terminal, hayan comprobado que los tanques de origen como los de destino son los designados.

- El caudal lo regulará generalmente el oficial de guardia, desde sala de control de carga modificando el rendimiento de trabajo en las bombas, de forma que sea coherente con el acuerdo alcanzado con el representante de la terminal.
- Al comienzo y durante el transcurso de las operaciones de descarga, el oficial de guardia, dispondrá que se verifique, que no haya filtraciones de la carga
- Si existiera la posibilidad de elevación de los tanques de tierra, sobre el nivel del manifold del buque, las válvulas del manifold del buque no se abren hasta que las bombas hayan alcanzado una presión adecuada.
- Una vez iniciada la descarga, el oficial de guardia confirmará que el hidrocarburo se encuentra saliendo de los tanques designados.
- El caudal de las bombas del buque, es bajo en el inicio de la transferencia. La terminal confirmará el momento en que se aumente al caudal, acordado en el plan de descarga, una vez que haya confirmado que el hidrocarburo está ingresando a los tanques designados en tierra.
- Al igual que en la operación de carga, se tomaran muestras del producto en el manifold, al inicio, durante y al término de la descarga. El encargado de la tarea, sigue siendo el bombero o marinero de guardia.



Ilustración 21. Muestras de combustible. Fuente: http://captmsalinas.blogspot.com.es/2013/05/reclamaciones-en-los-transportes_7.html

6.4.5 Supervisión y control durante el transcurso de la descarga.

- Después de la supervisión en cubierta al inicio de la descarga, el oficial de guardia se trasladará a la sala de control de carga, donde controlará las lecturas de los niveles de oxígeno, presiones y caudales de las bombas del buque en funcionamiento.
- Si el buque quisiera modificar el caudal de descarga, de los acordados en el plan. No lo hará, sin antes informar a la terminal de sus intenciones.
- Se realizan rondas a la sala de bombas durante cada hora, para verificar el funcionamiento de éstas, y que no estén ocurriendo filtraciones. Estas rondas se realizan tomando las precauciones ya mencionadas.
- Cada una hora, el oficial de guardia anotará en el cuaderno de descarga:
 - Ullage de los tanques que se descargan.
 - Comparación de volumen descargado, entre el buque y la terminal.
 - Rate de la descarga.
 - Presión en el manifold.
 - Control de horario de trabajo de las bombas.
 - Presión en la descarga de las bombas.
 - Temperatura de las bombas en uso.
 - Control de rondas a la sala de bombas.
- Las comparaciones de volúmenes descargados, entre el buque y la terminal, en el que existan diferencias mayores a 10 m³, son informadas de inmediato al primer oficial. Esto indicaría filtraciones de tubería, manguera y requerirá que se interrumpa las operaciones hasta que se realicen las investigaciones pertinentes.
- Si ocurriera cambios de guardia en plena operación. Se les informará a las personas entrantes de todo el proceso y si existe alguna novedad respecto al plan de descarga.
- Al finalizar la descarga, el barrido de tuberías, brazos o mangueras entre la válvula de tierra y el manifold del buque tanque, depende de las facilidades disponibles, el desnivel entre la arqueta del muelle y el manifold del buque.
- Algunas terminales requieren que el buque tanque desplace con agua el contenido de las mangueras o brazos de descarga. Se prohíbe barrer las líneas hacia tierra con aire comprimido.
- Al finalizar la descarga, las líneas de carga de cubierta y del manifold deben ser drenadas hacia un tanque apropiado y desde allí ser descargadas hacia tierra o hacia un slop.
- Cuando haya finalizado el drenaje y antes de que las mangueras o brazos sean desconectados, las válvulas de manifold deben estar cerradas, abiertas las del tanque apropiado que va a recibir el contenido de las líneas del manifold y

cubierta, y abiertos los grifos de purga de las líneas de manifold para drenar hacia el tanque.

6.5. Limpieza de tanques

A continuación, en caso de que sea necesario se realizará el lavado de los remanentes de hidrocarburo que hayan quedado adheridos en los tanques descargados. El B/T Guanarteme dispone de máquinas fijas de limpieza en su cubierta, las cuales harán uso de agua y productos químicos.

- El lavado con agua, lo supervisará el primer oficial. Antes de empezar cualquier tipo de lavado, el oficial de guardia, verifica el nivel de oxígeno dentro de los tanques a limpiar. Para poder realizar los lavados, las lecturas deberán arrojar volúmenes de oxígeno en los tanques, menor al 8%.
- El oficial responsable supervisará la alineación del circuito, para que las máquinas de lavado estén conectadas con el tanque de suministro de agua, y los restos del lavado sean enviados a los tanques slops.
- De realizar los lavados con agua, el oficial responsable, supervisará todas las etapas del proceso, pre-lavado, lavado, enjuague, secado.
- El lavado con agua, en el caso de tanqueros que transportan productos refinados, los reachique son enviados al tanque slop, donde mediante separadores centrífugos se decanta el hidrocarburo del agua, descargando el agua al mar (bajo las normas de MARPOL, anexo I- regla 9) y el hidrocarburo a la terminal (si esta acepta los decantados). El oficial responsable, supervisará cada cierto tiempo, el ullage de los tanques slops, para así evitar rebalses.
- El oficial de guardia, verificará la condición de tanques secos, al final del lavado.
- Una vez terminada la limpieza y las descargas correspondientes, se cierran las válvulas de tierra, se drenan las mangueras y manifold hacia tanques slops u otro tanque designado.
- El oficial de guardia, supervisará la desconexión de la manguera o brazo de carga. Y el cierre con bridas ciegas del manifold.

6.6 Operaciones de bunkering.

El B/T Guanarteme ofrece servicios de Bunkering en los puertos de Sines, Setúbal y Lisboa, todos ellos situados en Portugal. El bunkering consiste en una operación portuaria que se basa en el suministro de combustible de un barco a otro. En estas operaciones se trabaja con mercancías peligrosas, por ello han de tomarse una serie de medidas de seguridad necesarias para evitar vertidos al mar, ya sea por abordaje o fuga, y por supuesto de pérdida de vidas humanas

Para estos servicios el B/T Guanarteme cuenta con manifold en proa, centro y popa para facilitar la descarga. Dependiendo de dónde esté situado el manifold de carga del buque a suministrar se hará uso del más adecuado desde el buque. Son decisiones tomadas en el momento tras analizar las condiciones y lo mejor para ambos barcos.

Las principales dificultades que se presentan en este tipo de descargas es la diferencia de francobordo entre ambos buques. Ya que se necesita una importante fuerza impulsora que haga llegar la mercancía de los tanques del petrolero a los tanques del otro buque. Además de necesitar grúas para el izado de la manguera, que, en ocasiones, no son suficientes para llegar a la cubierta abarloada y es el otro buque el que tiene que usar sus propias grúas.

Previo al comienzo de la transferencia, y durante intervalos establecidos por la normativa local, el encargado de control general de asesoramiento deberá enviar advertencias de navegación a todos los buques informando:

- Nombre y bandera de los buques involucrados.
- Posición geográfica de la operación y direcciones generales.
- Naturaleza de las operaciones.
- Momento de comienzo de operaciones y duración estimada.
- Solicitud de mantener distancia.

Una vez finalizada la operación, el encargado de control general de asesoramiento o la persona que éste designe debe cancelar la advertencia de navegación.

Los procedimientos que se realizan en las operaciones de bunkering, son muy similares a los de una operación de descarga a una terminal.

Los factores a tener en cuenta en estas operaciones es:

- La disponibilidad por parte del buque tanque de defensas propias que eviten contacto con el otro buque en la maniobra de abarloar.
- Extrema vigilancia en el efecto del mar y el oleaje en las defensas o líneas de amarras, y de los movimientos de rotación causados por el buque durante las operaciones.
- El uso de radares implica la operación de un equipo eléctrico que no es intrínsecamente seguro. Dependiendo del tamaño de los dos buques, durante la operación de transferencia de carga, el rayo del radar de una de las embarcaciones puede por momentos alcanzar la cubierta de carga del otro y, por

lo tanto, crear densidades de potencia probablemente riesgosa en áreas que presentan mezclas de gas inflamable. Se recomienda la consulta de este tema entre ambos Capitanes antes de utilizar el radar durante las operaciones de transferencia de carga.



Ilustración 22. Maniobra de abarloe para dar suministro. Fuente: Elaboración propia

6.6.1 Surveyor

Las operaciones de bunkering en algunos casos son supervisadas por un Surveyor, cuyo papel es fundamental para tramitar cualquier tipo de reclamación, ya sea por diferencia entre cantidades o contaminación del producto.

Entre sus funciones encontramos:

- Medición de los tanques del buque y análisis.
- Toma de muestras de los tanques del buque.
- Medición de los tanques del buque, en los que se va a almacenar el producto en caso de no estar vacíos, así como toma de muestras de los mismos.
- Solicitar documentación del buque tanque y comparar cantidades en los tanques, por si se aprecia alguna diferencia sustancial. Comprobar diferencia entre las cantidades finales y emitir carta de reclamación al buque en caso de que se aprecia una diferencia considerable.
- Toma de muestras del manifold del buque al comienzo de la descarga.
- Medición y toma de muestras de los tanques del buque en los que se ha almacenado el producto.

Es importante tomar muestras conjuntas, Surveyor y buque, y que las mismas sean precintadas y etiquetadas a bordo del buque y en presencia de la tripulación, así como tomar un número suficiente de muestras para poder determinar dónde, cuándo y cómo se ha podido producir la contaminación del producto en caso de reclamación.

6.7 Derrame y filtración accidental de petróleo durante operaciones.

El personal que se encuentra de guardia, estará atento en caso de que ocurra alguna filtración de hidrocarburo, al comienzo o durante el desarrollo de las operaciones de carga y descarga. Estos pueden ocurrir si se produce, por ejemplo, filtraciones en las válvulas de descarga al mar, dilataciones en tuberías, válvulas, manguera o brazo metálico. O si una tubería, manguera o brazo se rompiera por algún golpe de presión.

Otro ejemplo de derrames, se produce durante las operaciones de carga. Pueden ocurrir en los remates de los tanques (top off), al no cerrar a tiempo la válvula de corte, o sencillamente que quede mal cerrada. Esto ocurre, si la línea de llenado es común para los tanques.

En la lista de chequeo general buque/tierra que se aplica antes de las operaciones carga/descarga, hay un apartado que hace mención a si el buque tiene puesto los tapones para los imbornales, para evitar que un posible derrame en cubierta termine en el mar.

En caso de derrame, todo buque petrolero de arqueo bruto igual o superior a 150 toneladas (MARPOL, anexo I-regla 26), tiene estudiado un plan de emergencia en caso de contaminación de hidrocarburo llamado SOPEP. Este plan es aprobado por la administración del país de abanderamiento.

En este tipo de buques cuentan con bandejas en los manifold y con planchas en los forros que se elevan unos centímetros de la cubierta principal, que en caso de derrame por la manipulación de mangueras, mal estado de éstas o rebose de un tanque, provocaría un estancamiento en la cubierta principal, para su posterior achique y limpieza, evitando de este modo los vertidos al mar.

Otro elemento fundamental en el caso de derrames lo juegan los imbornales, que deberán estar colocados correctamente.

6.7.1 Tipos de derrames.

Derrames pequeños: consiste en aquel tipo de derrame que queda retenido en la cubierta. Para combatirlo se hará uso de material absorbente biodegradable y de sacos de sepiolita, que se encuentra ubicado en el pañol de proa.

Posteriormente se recogerá con palas y escobones la mezcla de hidrocarburo y sepiolita y se retirará el material absorbente.

Derrames con rebose al mar: se origina cuando el producto rebosa las planchas de los costados de cubierta, o bien porque los imbornales se encuentran mal colocados.

Para combatir este tipo de derrame se hará uso del material SOPEP con el que cuenta el barco:

- Cilindro de material absorbente.
- Fardos de material absorbente.
- Barrera delimitadora y retenedora.
- Elementos de señalización.

Otra material que se emplea en el achique de derrames es la bomba wilden. Su funcionamiento es a través de aire y consiste en absorber el vertido derramado por medio de una tubería, y depositarlo en un tanque por medio de otra tubería, que irá desde la bomba a la boca del tanque.



Ilustración 23. Bomba Wilden.

Fuente:<http://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1030/BUNKERING.pdf?sequence=1>

A continuación veremos las acciones, que generalmente se utilizan, en caso de derrame.

- Se comunica el incidente a la sala de control de carga, desde dónde se pararán las bombas, cerrarán las válvulas o se aislarán las líneas correspondientes de las cuales, está escapando el hidrocarburo.
- Se avisa al capitán y primer oficial, quien tratará el derrame con material absorbente que está disponible en el pañol SOPEP.
- Se hará uso de las bombas Wilden para achicar las zonas afectadas.
- Se alerta a la sala de máquinas si el derrame ingresase a esos espacios.
- Se prepara el equipo de combate contra incendios.
- Se notifica a las autoridades del puerto y a la terminal, quien prestará apoyo para tratar el derrame, mediante la implementación del plan de emergencia.

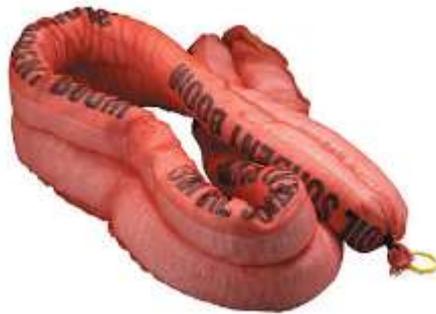


Ilustración 24. Cilindros de material absorbente. Fuente: <http://www.mx.all.biz/material-absorbente-para-acidos-g20717#.V9PcJjhDIU>

6.8 Procedimientos de emergencia en caso de incendio.

El incendio es una emergencia crítica que se puede presentar en cualquier buque, pero dada la naturaleza de la carga de un buque petrolero, una emergencia de este tipo pasa a ser el peor escenario que pueda ocurrir tanto para el buque, como para la terminal.

El objetivo de esta sección no es describir técnicas ni formas de combate contra incendio, sino que medidas revisar y los procedimientos que llevan a cabo el buque y la terminal cuando se presenta esta situación de emergencia.

Principios generales

Recordemos una vez más la propiedad de combustibilidad de los hidrocarburos revisada en el capítulo 2. Para que ocurra un incendio, se requiere de la combinación de 3 factores: combustible, oxígeno y una fuente de ignición. En una atmósfera, la suma de los gases de hidrocarburos (dentro de los límites inflamables), y un nivel de

oxígeno mayor al 11% en volumen, dan como resultado una mezcla inflamable, que combustionará con cualquier fuente de ignición que se presente en la atmósfera. En base a lo anterior, los incendios pueden ser controlados y extinguidos si se aísla el calor (o se reduce la temperatura), si se retira el combustible o el oxígeno.

La mejor forma combatir un incendio de hidrocarburo, volátil o no, es a través de la sofocación. Se trata de cubrir la superficie afectada, mediante un agente, evitando que ingrese más oxígeno a la mezcla inflamable. El agente recomendado es la espuma.

En el caso de incendios de hidrocarburos de tamaño reducido, se atacan, mediante polvo químico seco, o también, mediante nieblas de agua, la cual actúa como agente de sofocación y de enfriamiento a la vez.

No se recomienda atacar con un chorro de agua directa a un incendio de hidrocarburo que ha estado ardiendo durante algún tiempo, ya que el hidrocarburo habrá alcanzado una temperatura tal, que no podrá ser enfriado fácilmente, hasta el punto que deje de emanar gases. Además el uso del chorro de agua, puede esparcir el hidrocarburo encendido. Solo se aplica agua, a los incendios de hidrocarburo en forma de rocío o niebla. No obstante, los chorros de agua, si pueden tener un papel importante en el enfriamiento de mamparos o paredes vecinas al incendio.

Un buque tanque petrolero, está provisto de un sistema fijo de lucha contra incendio que generalmente consiste en; un sistema de inundación con dióxido de carbono, un sistema de espuma y sistema de lucha con agua. Para buque tanque de peso muerto igual o superior a 20.000 toneladas, el sistema fijo de extinción de incendio a base de espuma, es obligatorio por SOLAS, en su capítulo II-2, regla 10- 8.1.



Ilustración 25. Botellas del cuarto de CO₂. Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos96/informe-tecnico-pasantias-profesionales-bordo-del-buque-tanque-zeus/informe-tecnico-pasantias-profesionales-bordo-del-buque-tanque-zeus2.shtml>

El sistema de dióxido de carbono, está diseñado para combatir incendios en la sala de máquinas, sala de caldera y sala de bombas. El dióxido de carbono es conducido a través de tuberías hasta los puntos adecuados, provistos de boquillas difusoras. El dióxido de carbono es asfixiante y no se puede detectar con la vista o el olfato, por lo que es necesario activar una alarma de evacuación en el compartimiento, antes de liberarlo.

El sistema de espuma, se utiliza en los espacios de carga, en la cubierta de carga, en la sala de bombas y en sala de máquinas. Los petroleros, poseen tanques de almacenamiento que contienen concentrado de espuma. Las bombas de incendio, toma la proporción correcta del concentrado desde el tanque a través de un dosificador (se mezcla con agua) y la solución de espuma es transportada por líneas de suministro, hacia los puntos de salida correspondientes. (CANDIA, 2009)



Ilustración 26. Sistema fijo de espuma. Fuente: Elaboración propia

El sistema de lucha contra incendio con agua, consiste de una bomba contra incendio, situada en proa, una tubería de incendio principal que se derrama a diferentes puntos de salida, mangueras de incendio con boquillas de chorro o preferentemente boquillas para generar niebla. El diseño y ubicación de las mangueras y puntos de salidas del agua, tiene que garantizar que por los menos dos chorros alcancen cualquier parte del buque. Los puntos de salida o hidrantes, son válvulas diseñadas para la conexión de las mangueras de incendio.



Ilustración 27. Hidrante. Fuente:<http://www.monografias.com/trabajos96/informe-tecnico-pasantias-profesionales-bordo-del-buque-tanque-zeus/informe-tecnico-pasantias-profesionales-bordo-del-buque-tanque-zeus2.shtml>

Algunos petroleros están equipados con sistemas fijos de niebla de agua para espacios de calderas, sala de máquinas y sala de bombas.

Existen a bordo extintores de espuma, polvo químico seco y dióxido de carbono. Y se utilizan como primer recurso de ataque al descubrir un incendio.

Los planos de lucha contra incendio están dispuestos en cada cubierta, indicando la ubicación y característica de los sistemas y equipos de lucha contra incendio. En puerto, los planos están disponibles en los puntos de acceso al buque.

En las terminales, todos los buques están provistos de una “Conexión Internacional a Tierra de Incendios”, de manera que una provisión de agua externa, pueda ser acoplada a cualquier punto de salida de la línea principal de incendio del buque.

En cuanto a las terminales, poseen tipos y cantidad de equipos de lucha contra incendios acorde al tamaño, tráfico y productos que manipulan regularmente, pero en términos generales, los equipos son similares a los que posee un buque petrolero. Equipos portátiles como extintores de espuma, polvo químico seco y dióxido de carbono. Instalaciones fijas de espuma y tuberías de agua que se extiende a lo largo del muelle, con suficiente cantidad de puntos de salida, para el largo del amarradero. Además de los puntos de salida, las instalaciones cuentan con cañones que operan en altura, y por donde se dispara ya sea espuma o agua. Los equipos de la terminal se complementan con embarcaciones, como remolcadores, que poseen equipos de lucha contra incendios, incluyendo el sistema de espuma.

Si se diera el caso de tener que evacuar el buque en los amarraderos costa afuera, cuentan con embarcaciones veloces, con capacidad suficiente para evacuar a toda la dotación del buque tanque

Plan de emergencia de la terminal.

Todos los procedimientos a realizar en caso de un siniestro en una terminal, están especificados en un plan de emergencia, diseñado y entrenado por el personal de la terminal para enfrentar una serie de posibles emergencias en las instalaciones. Pero por la importancia, nos centraremos en los procedimientos a realizar en caso de incendio.

El plan de emergencia de la terminal, es comunicado a todos los buques que llegan a las instalaciones. En él, se le indica las señales de alarma, rutas de escape y el modo de solicitar ayuda en caso de emergencia. El plan especifica que la responsabilidad total de dirigir la emergencia recae en el centro de control de la terminal.

Centro de control de la terminal.

Es la encargada de dirigir en su totalidad la emergencia. Coordina todos los recursos disponibles para combatir el incendio, así como también, los servicios médicos, embarcaciones de rescate, remolcadoras, prácticos y policía portuaria. También pasa a dirigir las operaciones de manipulación de carga de otros buques en puestos cercanos, que a criterio suyo, decidirá el cese de las operaciones y el zarpe inmediato del buque, si fuese necesario.

En el plan de emergencia, esta designado el sistema de comunicación (canales a utilizar, señal distintiva de los equipos y prioridad de llamadas), que utilizará el centro de control para comunicarse con el equipo humano, que estará trabajando en la emergencia.

Plan de emergencia del buque.

Ante una emergencia de incendio el buque tanque cuenta con un plan de emergencia, que es de conocimiento de toda la tripulación. Dónde cada uno de ellos tienen designada una labor y responsabilidad, integrando cuatro equipos, que enfrentarán el incendio. La organización es la misma si el incendio ocurriera en puerto o en navegación.

Brigada principal: compuesta por el 1º Oficial de cubierta, 1º Oficial de máquinas, Contraмаestre, Bombero y Caldereta. Al mando del primer Oficial de cubierta, responsable de evaluar el escenario y la forma de proceder dependiendo de si el incendio está ocurriendo en espacios de carga, cubierta de carga, sala de bombas, etc. Informa la situación al centro de control del buque y toma las primeras medidas de ataque contra el incendio.

Brigada de apoyo: formada por el marinero nº 2 y el engrasador. Colabora con la partida de ataque, en el combate del incendio. Está a las órdenes del centro de control del buque.

Brigada de primeros auxilios: En el aparece el marinero nº3 y el cocinero. Son los encargados de prestar servicios médicos a los afectados.

Grupo gobierno del buque: Al mando del Capitán, acompañado por el 2º Oficial de cubierta, jefe de máquinas y marinero nº1. Desde el centro de control del buque pone en servicio todo el sistema de lucha contra incendio. Siendo el responsable de dirigir, coordinar y controlar la actuación de los equipos ya nombrados.

Incendio del buque durante operaciones en una terminal.

- La persona que descubre el incendio, no duda y comunica la situación a la sala de control de carga o si está a su alcance, activa la alarma de incendio del buque. Con los elementos que tuviera a su alcance (extintores), combate el incendio y evita que éste se propague.
- Al escuchar la alarma del buque, se conforman de inmediato los equipos principales, apoyo, etc. Desde el centro de control del buque se dirigirá y coordinará el actuar del equipo humano en el combate del fuego.
- El buque comunica de inmediato la emergencia a la terminal, por medio de un canal VHF establecido en el plan de emergencia. Además de informar a todos los buques, por medio un mensaje de emergencia en el canal VHF designado.
- En paralelo a lo anterior, la sala de control de carga mediante una señal acordada en el plan de carga/descarga, avisa a la terminal el cese de las operaciones de carga/descarga, e inicia los preparativos para la desconexión de las mangueras o brazo del manifold, si esto fuera posible, claro está.
- En la terminal, entra en servicio su centro de control, el cual implementa de inmediato el plan de emergencia de la terminal, donde se hará sonar la alarma de incendio de la terminal e informará a la autoridad portuaria de la situación, como primera medida.

- La autoridad portuaria, ya informada de la situación, seguramente decidirá cerrar el puerto e informar de la emergencia a los buques que esperan recalar en las instalaciones.
- El centro de control de la terminal, dirige y coordina que todos los equipos y sistemas de combate de incendio a su disposición, colaboren con la tripulación del buque en el combate del incendio, con el objetivo de controlar el fuego.
- El centro de control de la terminal, coordinará y dirigirá la asistencia médica de la terminal y pedirá asistencia médica externa, si fuese necesario.
- El centro de control de la terminal, según su criterio, empezará a cancelar todas las operaciones de carga/descarga, de buques que se encuentren en sus instalaciones.
- Coordinará prácticos y remolcadores, para la evacuación del amarradero de todos los buques. Los remolcadores de lucha contra incendio, estarán colaborando en la extinción del fuego.
- En el caso de que el incendio no pueda ser controlado, se abandona el buque y se remolcará a un lugar donde no presente peligro para las embarcaciones cercanas, como para la terminal.

Incendio en otro buque o en la terminal.

En el caso de incendio de otro buque o en las instalaciones de la terminal, los procedimientos a seguir son:

- El buque recibe la alerta del incendio.
- El primer oficial obliga que se detenga todas las operaciones, comience el drenando las líneas y que se hagan los preparativos para la desconexión de mangueras o brazos.
- El oficial de guardia confirma que los cables de remolque de emergencia de proa y popa, se encuentre listo para su uso.
- El buque prepara los motores y a la tripulación para la salida, en cuanto se lo indique la terminal.

Conclusiones

Como se puede comprobar la finalidad de este trabajo es conocer los riesgos y las dificultades que se encuentran en las operaciones de un petrolero. Por ello, la industria petrolera se encuentra sometida a normas, como la de doble casco, y procedimientos muy estrictos, como los que se han citado durante todo el trabajo, cuya finalidad es hacer el transporte de hidrocarburo por el mar cada vez más seguro.

Tras lo descrito anteriormente en este Trabajo Fin de Grado se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- La profesionalidad y conocimientos, por parte de toda la tripulación que se encuentre a bordo de un petrolero, de los riesgos de salud a los que se expone. La forma de prevenirlos sería; un uso adecuado de los EPIs y seguir las diferentes precauciones que se han expuesto en el trabajo.
- Lo importante que es conocer las características propias de los hidrocarburos para saber cómo manipularlos en cada situación y prevenir accidentes.
- El valor que adquiere las comunicaciones entre el buque y la terminal. Desde los check list de comprobaciones al inicio, hasta la continua comunicación que deben mantener durante las operaciones.
- Tener una planificación perfecta y el conocimiento de los riesgos que se pueden presentar, son factores fundamentales para obtener una operación de carga/descarga seguras.
- Las comprobaciones previas del equipo a utilizar, como pueden ser válvulas, P/V, bombas, ect, son determinantes para la correcta ejecución de las operaciones de carga y descarga, por lo que se debe extremar la vigilancia e inspección sobre las mismas.

Bibliografía

- CANDIA, M. E. (2009). *PROCEDIMIENTOS GENERALES DE LAS OPERACIONES DE CARGA Y VALDIVIA – CHILE*: Universidad Austral de Chile.
- Disa, P. (s.f.). *Control de procesos*. Santa Cruz de Tenerife: Manual de procedimientos. SGS.
- Energia, G. (22 de Septiembre de 2011). Obtenido de <http://www.galpenenergia.com/>:
<http://www.galpenenergia.com/ES/agalpenenergia/Os-nossos-negocios/Refinacao-Distribuicao/ARL/Refinacao/RefinariaSines/Paginas/Refinaria-de-Sines.aspx>
- Gadea, G. R. (2004). Los buques tanque y su clasificación. *Petrotecnia*, 11-16.
- ISGOTT (ICS, O. (s.f.). *Guía internacional de seguridad para terminales y buques tanque petroleros (ISGOTT)*. ICS, OCIMF, IAPH.
- OMI, O. M. (1914). *Convenio SOLAS*. Organización Marítima Internacional.
- OMI, O. M. (1973-1978). *MARPOL*. Organización Marítima Internacional.
- Vidal, C. R. (Febrero de 2003). *Revista Naval*. Obtenido de http://www.revistanaval.com/archivo-2001-2003/petroleros_i.htm
- Yañez, V. A. (2013). *SEGURIDAD, ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN EN BUQUES TANQUES*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.

