



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería Naval

PROCEDIMIENTOS GENERALES DE LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE UN BUQUE TANQUE PETROLERO

Tesis para optar al Título de:
Ingeniero Naval
Mención: Transporte Marítimo

Profesor Patrocinante:
Sr. Nelson Pérez Meza.
Ingeniero Naval.
Licenciado en Ingeniería Naval.
M.Sc. en Ingeniería Oceánica.

MILTON EDUARDO REREQUEO CANDIA
VALDIVIA – CHILE

2009



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería Naval

PROCEDIMIENTOS GENERALES DE LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE UN BUQUE TANQUE PETROLERO

Tesis para optar al Título de:
Ingeniero Naval
Mención: Transporte Marítimo

Profesor Patrocinante:
Sr. Nelson Pérez Meza.
Ingeniero Naval.
Licenciado en Ingeniería Naval.
M.Sc. en Ingeniería Oceánica.

MILTON EDUARDO REREQUEO CANDIA
VALDIVIA – CHILE
2009

Esta Tesis ha sido sometida para su aprobación a la Comisión de Tesis, como requisito para obtener el grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería.

La tesis aprobada, junto con la nota de examen correspondiente, le permite al alumno obtener el título de: **Ingeniero Naval**, mención **Transporte Marítimo**.

EXAMEN DE TITULO:

Nota de presentación	(Ponderada) (1)	:
Nota de examen	(Ponderada) (2)	:.....
Nota Final de Titulación	(1+2)	:

COMISIÓN EXAMINADORA:

..... DECANO FIRMA
-----------------	----------------

..... EXAMINADOR FIRMA
---------------------	----------------

..... EXAMINADOR FIRMA
---------------------	----------------

..... EXAMINADOR FIRMA
---------------------	----------------

..... SECRETARIO ACADÉMICO FIRMA
-------------------------------	----------------

Valdivia,.....

Nota de Presentación	=NC/NA * 0.6 + Nota de Tesis * 0.2
Nota Final	=Nota de Presentación + Nota Examen * 0.2
NC	=Sumatoria Notas Currículum, sin Tesis
NA	=Número de asignaturas cursadas y aprobadas, incluida Práctica Profesional.

Agradecimientos:

A Daniel Ferreira, Pamela Yáñez, Rodrigo Ávila y la profesora Astrid Santander, quienes me facilitaron bibliografía desinteresadamente y me ayudaron cuando surgieron dudas (que no fueron pocas). También agradecer a mi profesor Patrocinante Nelson Pérez, por la orientación y su tiempo.

Dedicatoria :

A mi familia, en especial a; mi tía Nena y a mis viejos, Verónica y Samuel.

Índice.

Capítulo I. Caracterización de un buque tanque petrolero.

- 1.1 Buque tanque
 - 1.1.1 Buque tanque petrolero
 - 1.1.2 Reglamentación aplicable a los buques petroleros
- 1.2 Diseño general del buque petrolero
 - 1.2.1 Tanques de carga
 - 1.2.2 Cubierta de carga
 - 1.2.3 Sala de bombas
 - 1.2.4 Sala de control de carga
 - 1.2.5 Divisiones de espacios de un buque tanque petrolero.
- 1.3 La terminal

Capítulo II. Caracterización de la carga.

- 2.1 Introducción
- 2.2 Productos transportados por petroleros
- 2.3 Propiedades básicas de los hidrocarburos
 - 2.3.1 Presión verdadera de vapor
 - 2.3.2 Combustibilidad
 - 2.3.3 Densidad de los gases de hidrocarburo
 - 2.3.4 Viscosidad
 - 2.3.5 Formación y dispersión de los gases de hidrocarburo
 - 2.3.6 Hidrocarburos acumuladores de estática
- 2.4 Toxicidad de la carga
- 2.5 Hoja de seguridad de las cargas transportadas.

Capítulo III. Principios básicos del sistema de gas inerte a bordo.

- 3.1 Introducción
- 3.2 Orígenes
- 3.3 Teoría del sistema
- 3.4 Descripción básica y operación del sistema
 - 3.4.1 Descripción del sistema
 - 3.4.2 Instrumentación del sistema
 - 3.4.3 Operación básica del sistema aplicado a operaciones de manipulación de carga.
- 3.5 Peligros del gas inerte

Capítulo IV. Sistema de lavado de tanques de carga

- 4.1 Introducción
- 4.2 Limpieza de los tanques de carga
- 4.3 Lavado a base de agua y otros productos
- 4.4 Lavado con petrolero crudo COW
 - 4.4.1 El crudo como solvente
 - 4.4.2 Etapas del lavado
 - 4.4.3 Equipo necesarios para el COW
 - 4.4.4 Notificación previa
 - 4.4.5 Planificación del COW
 - 4.4.6 Consideraciones finales
- 4.5 Reglamentación.

Capítulo V. Procedimientos y precauciones generales en la terminal.

- 5.1 Introducción
- 5.2 Procedimientos generales antes de llegar a la terminal
 - 5.2.1 Planificación de las operaciones de carga/descarga.
 - 5.2.1.1 Estabilidad de la nave.
 - 5.2.1.2 Intercambio de información.
- 5.3 Precauciones a seguir al costado de un terminal
 - 5.3.1 Precauciones del amarre.
 - 5.3.2 Coordinación entre el buque y la terminal sobre los procedimientos de seguridad
 - 5.3.3 Precauciones generales del buque una vez amarrado.

Capítulo VI. Procedimientos y precauciones específicas al operar el sistema de carga.

- 6.1 Introducción
- 6.2 Precauciones relacionadas con los tanques de carga.
 - 6.2.1 Aberturas
 - 6.2.2 Sobre-presión y vacío en los tanques de carga
 - 6.2.3 Inspecciones, medición y toma muestra
- 6.3 Precauciones relacionadas con las conexiones de carga buque/tierra
- 6.4 Operación de la sala de bombas

Capítulo VII. Procedimientos generales en las operaciones de carga y descarga de un Buque petrolero.

7.1 Introducción

7.2 Plan de operaciones y reunión con el personal de guardia

7.3 Operación de carga.

7.3.1 Sistema de gas inerte.

7.3.2 Plan de carga acordado.

7.3.3 Conexión.

7.3.4 Lista de chequeo.

7.3.5 Inicio de la carga.

7.3.6 Supervisión y control durante el transcurso de la carga

7.3.7 Completado de tanques (top off) a bordo del buque

7.3.8 Drenaje de las líneas

7.3.9 Chequeos después de la carga.

7.3.10 Consideraciones especiales

7.4 Operación de descarga.

7.4.1 Lista de chequeo pre-arribo para el lavado con crudo.

7.4.2 Procedimiento de gas inerte

7.4.3 Plan de descarga acordado.

7.4.4 Conexión.

7.4.5 Lista de chequeo.

7.4.6 Inicio de la descarga.

7.4.7 Supervisión y control durante el transcurso de la descarga

7.4.8 Limpieza de tanques descargados

7.4.9 Procedimientos especiales.

7.5 Derrame y filtración accidental de petróleo.

7.6 Procedimientos de emergencia en caso de incendio.

7.6.1 Principios generales

7.6.2 Plan de emergencia de la terminal

7.6.3 Plan de emergencia de la nave.

7.6.4 Incendio del buque durante operaciones en una terminal.

7.6.5 Incendio en otro buque o en la terminal

Conclusiones

Anexo I, II, III.

Bibliografía.

Resumen.

Las operaciones portuarias de un buque tanque son diferentes a las de cualquier otra nave mercante. No se trata de sólo cargar y descargar lo más rápido y seguro posible, como sería, por ejemplo, el caso de un buque porta-container, sino que además se deben tomar una serie de precauciones, referentes a la naturaleza de la carga que se transporta. En el caso de un buque tanque petrolero, la carga, que es el hidrocarburo, es de naturaleza inflamable; posee componentes tóxicos, en algunos casos, que pueden afectar la salud de la gente que este en contacto con ellos. En caso de derrame, el hidrocarburo es altamente dañino, para el medio ambiente marino.

Debido a esto las operaciones portuarias de un petrolero se transforman en una serie de procedimientos y precauciones, que tienen como fin, la seguridad de la nave y de todas las personas que se verán involucradas en las operaciones, ya sea de carga o descarga.

El desarrollo de este trabajo, presenta desde los conceptos más básicos de la operación de un buque petrolero, hasta los procedimientos generales de las operaciones portuarias de un petrolero, en el capítulo final.

El primer capítulo se detallan las definiciones y la clasificación de buques tanque, además de un desarrollo, muy general, del diseño y de los equipos implementados en estos buques. El segundo capítulo, trata exclusivamente del hidrocarburo como carga. Se dan a conocer propiedades básicas, que la dotación de un buque petrolero debiera saber. El tercer capítulo revisa los principios básicos, del funcionamiento del sistema de gas inerte, un sistema implementado para prevenir incendios y explosiones; debido a la naturaleza inflamable del hidrocarburo. El cuarto capítulo desarrolla de forma general, las técnicas de limpieza de los tanques de carga. El quinto y sexto capítulo, tratan de restricciones en la terminal y precauciones al operar el sistema de carga del petrolero, respectivamente., los dos últimos capítulos, fueron desarrollados como una introducción al capítulo final y al objetivo de este trabajo; procedimientos de carga y descarga de un buque tanque petrolero.

El trabajo pretende ser una introducción a la operación de un buque petrolero, como también busca identificar responsabilidades en la ejecución de las operaciones portuarias. No es el objetivo dar a conocer detalles técnicos de los sistemas o equipos específicos implementados en buques petroleros. Sólo se busca identificarlos, de manera de comprender cual es su función en operaciones de carga y descarga de estos buques.

Abstract

The operations at port a tanker are different to any other mercantile ship. It is not about only charging and discharging it fast and safe as a container ship, but it must have different precautions, related to the nature of the cargo that is transported. In the event of an oil tanker, the cargo, that is the hydrocarbon, is of inflammable nature. It has toxic components, in some cases and they can affect people's health that this in touch with them. In the case of spilling, hydrocarbon is highly damaging for the marine environment.

Due to this, petrol tanker port operations are transformed into series of procedures and precautions which aim is the security ship and of everyone that will be involved in the operations, either of charging and discharging.

The first chapter provides tanker definitions and a general development of the equipment designed implemented in these ships. The second chapter is exclusively about hydrocarbon, like cargo. Basic properties that a petrol tanker dotation should know are presented as well. The third one talks about fundamental functioning principles of inert gas system, that is an implemented system to prevent fires and explosions due to the inflammable nature of hydrocarbon. The fourth chapter develops, as a general view, the of cleanlines techniques of the loading tanks. The fifth and sixth ones are related to the terminal restrictions when operating petrol tanker systems. The two last chapters were developed so that they are an introduction to the final part and objective of this work, the procedures about charging and discharging of a petrol tanker.

The work is an introduction of the petrol tank operation and it also tries to identify responsibilities in the performing of the port operations. It is not the objective, just to mention technical details of the systems or specific equipments, implemented in the petrol tankers, but it intends to identify them as a way of understanding which is the function in charging and discharging

Introducción

MARPOL 73/78 (anexo I, regla 1.1), define hidrocarburo, como el petróleo en todas sus manifestaciones, incluidos los crudos de petróleo, fuel-oil, los fangos, los residuos petrolíferos y los productos de refinación. Para efectos de este trabajo, cuando se mencione de forma general todos los tipos de carga de un buque petrolero, se hará por el nombre de “hidrocarburo”, de lo contrario se mencionará el nombre específico de la carga.

El primer flete de hidrocarburo, realizado por mar, fue en 1861. Desde Filadelfia a Londres, en un buque de carga general, llamado “Elizabet Watts”. En esa ocasión el buque transportó 1329 barriles de crudo, los cuales arribaron a Londres sin novedad. El barril, es ocupado actualmente como unidad financiera y unidad técnica que equivale a 159 litros.

El primer buque diseñado para transportar hidrocarburo a granel, fue entregado en 1886. La carga iba repartida en bodegas estancas y separadas. Además, fue el primer buque tanque clasificado (Bureau Veritas). El nombre de la nave era “Guckauf”, y se trasformaría en modelo para los futuros buques tanque.

Unos de los mayores avances en el diseño del buque tanque, se produjo en 1912. Cuando un inspector del Lloyd’s, agrega 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.

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. La habitabilidad, puente y sala de bombas, se ubicarían definitivamente en la zona de popa.

En los años 50, los tanqueros alcanzan las 45.000 toneladas de peso muerto. La revolución en la construcción, llegaría en los años 60, el comienzo de la “era” de los supertanque. 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 las naves mercantes. Las razones del aumento del tonelaje fueron; la gran demanda de países desarrollados, la necesidad económica de minimizar costos en el transporte, mediante la construcción de buques de mayor capacidad de carga, y 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.

Flota petrolera y el Comercio Mundial.

Los buques petroleros actualmente conservan el mayor tonelaje de la flota mercante mundial, aproximadamente 382 millones de toneladas de peso muerto, que corresponde al 37% del total de la flota mundial. Seguido muy de cerca por la flota de bulk carrier, que representa el 35 % del universo.

Tipos de Buques	Miles de toneladas de DWT
Petroleros	382.975
Bula carrier	367.542
Containeros	128.321
Carga general	100.934
Otros tipos *	62.554

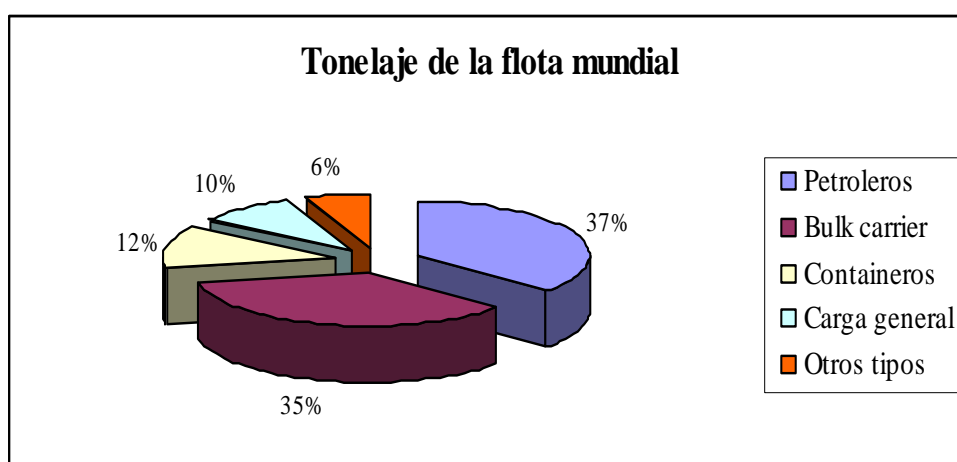


Figura 1. Gráfico circular 3-D, del tonelaje de la flota mundial en porcentajes

Fuente: Review of maritime transport 2007, UNCTAD.

* Otros tipos, incluye a los buques de pasaje, supply offshore, ro-ro, pesqueros y otros tipos de buques tanque como, quimiqueros y gaseros (LPG y LNG).

El tamaño de la flota petrolera, es consecuencia de la importancia de su carga. El petróleo, ha sido y seguirá siendo por algún tiempo más, la principal fuente de energía del mundo, representando en el 2006, cerca del 36 % del total de las cargas transportadas por mar.

Cargas transportadas por mar (2006)	Millones de toneladas
Crudo y producto de petróleo	2674
Graneles secos	1828
otras cargas	2914
Total	7416

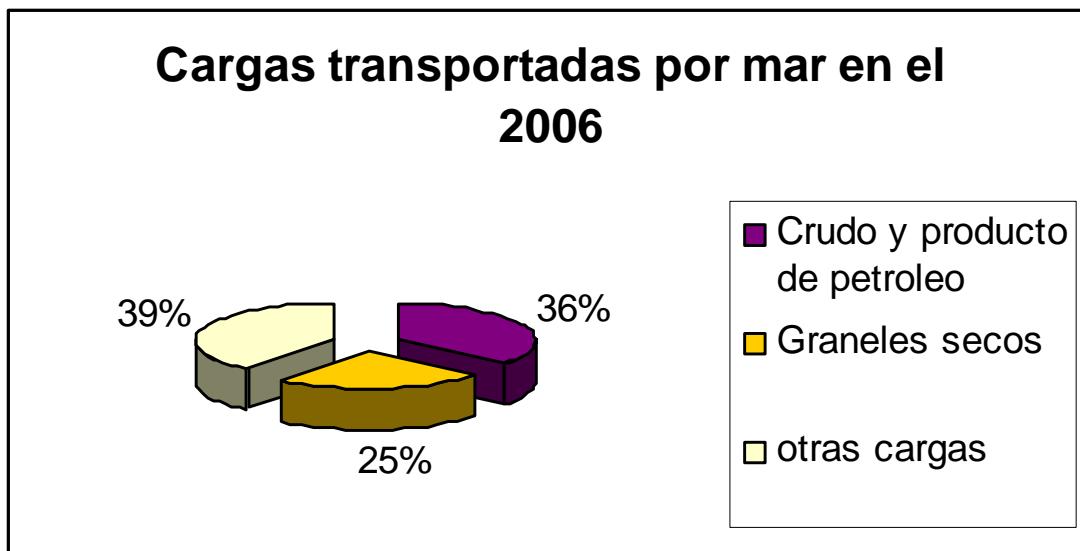


Figura 2. Gráfico circular 3-D, de porcentaje de cargas transportadas por mar.

Fuente: Review of maritime transport 2007, UNCTAD.

En los inicios del transporte, la flota petrolera estuvo en manos de las grandes compañías petroleras, lo cual contrasta con la actualidad. Los armadores privados poseen más del 80% de la flota petrolera mundial, debido a nuevas políticas empresariales, de parte de las compañías petroleras. Algo que tiene que ver con la opinión pública sobre aspectos medioambientales.

Armadores	Numero de Naves	Millones de toneladas DWT
Compañías petroleras	127	14,2
País petrolero	260	31
País armador	390	24,5
Independiente	3802	315,7

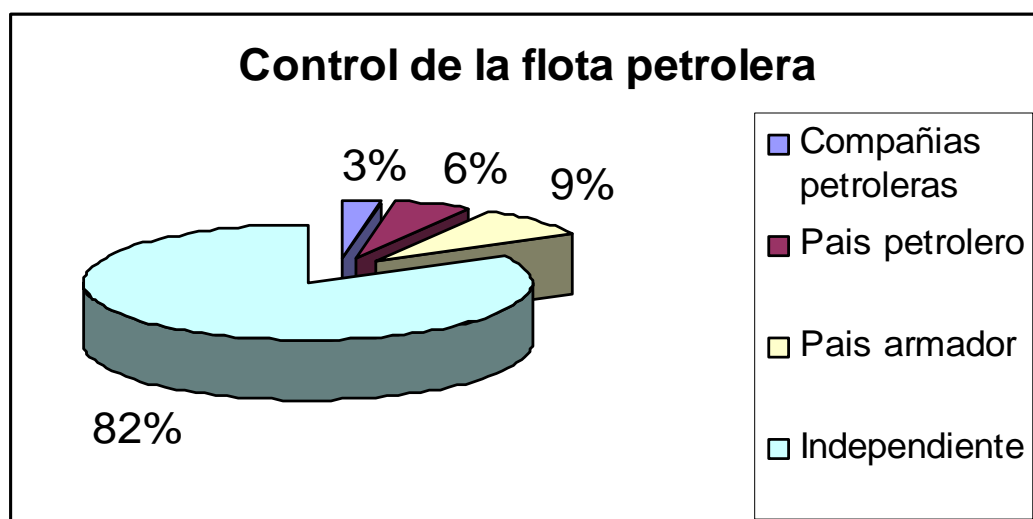


Figura 3. Gráfico circular 3-D, del porcentaje de propiedad de la flota petrolera

Fuente: International association of independent tanker owners, INTERTANKO.

Flota petrolera bajo bandera nacional.

Según datos del “Review of Maritime Transport 2007”, entregado por La Convención de Naciones Unidas en el Comercio y el Desarrollo, UNCTAD, la flota petrolera bajo bandera nacional, representa solo un 5% del tonelaje total de los países en vía de desarrollo de América. Y a nivel mundial, un 0,13 %.

Una de las empresas navieras, más importantes en el transporte de hidrocarburo en el país, es la Sociedad Nacional Marítima, SONAMAR. Su origen, se remonta a 1979, cuando la Sociedad Nacional de Oleoductos, SONACOL (fundada en 1957), crea la división marítima de la empresa, para transportar hidrocarburo a todo el país, vía mar. Esta división marítima, pasa a transformarse en SONAMAR S.A., en el año 2005.

SONAMAR, cuenta actualmente con 5 buques tanque Petroleros. El volumen que transportan estos buques, representa al año, aproximadamente, el 40% del consumo total de combustible utilizado en el país.

Capítulo I: Caracterización de un buque tanque petrolero

1.1 Buque tanque.

SOLAS (capítulo I, regla 2), define por buque tanque, a un buque de carga construido o adaptado para el transporte a granel de líquidos de naturaleza inflamable. 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 floating production storage and offloading ships (FPSOs), que son buques fondeados en campos de explotación, que cuentan con instalaciones apropiadas para el almacenamiento y procesamiento del crudo.

1.1.1 Buque tanque Petrolero.

Por buque tanque petrolero, MARPOL (anexo I, regla 1), 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.

A. Clasificación según su porte

Según su porte, los petroleros se suelen dividir en; costeros, aframax, Suez-max, VLCC y ULCC. Ver figura 4.

- Costero.

Los buques petroleros costeros, se dividen a su vez en; coastal tanker, general purpose tanker, handy-size y panamax. Siendo este ultimo tipo, el de mayor tonelaje, llegando casi a las 50.000 toneladas de peso muerto. El panamax tiene capacidad 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. Por ejemplo el hand size, tiene registros de comercio, desde el mediterráneo hacia el caribe o la costa este de EEUU.

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

- Aframax.

Destinado exclusivamente al transporte de crudo. El aframax esta diseñado para transportar entre 500 mil a 800 mil barriles. Alcanzan un peso muerto de 80.000 toneladas. Su ruta de comercio incluye áreas como el caribe, mediterráneo o el golfo pérsico.

- Suez max.

Destinado exclusivamente al transporte de crudo. Llega a transportar entre 900 mil a 1.200.000 barriles. Su tonelaje va desde los 80.000 a 160.000 toneladas de peso muerto. Comercian regularmente entre la costa oeste de África, noreste de Europa, el caribe y la costa este de Norteamérica.

- Very large crude carrier (VLCC).

El peso muerto de estos buques va desde 160.000 a casi 300.000 toneladas. Llegan a transportar dos millones de barriles de crudo. Comercian desde el Golfo pérsico a EEUU, India o Asia. Por su porte los VLCC, operan generalmente en terminales costa afuera, debido a restricciones de su calado.

- Ultra large crude carrier (ULCC)

Supertanques de más de 300.000 toneladas de peso muerto. Aparecieron en las 60s y pueden llegar a transportar tres millones de barriles de crudo. El tráfico es similar al que hace los VLCCs y por sus dimensiones, naturalmente, también operan en terminales costa afuera.

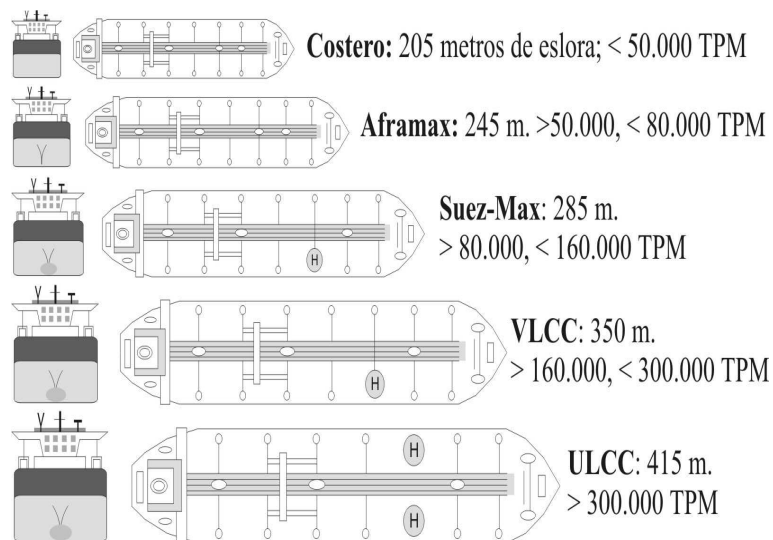


Figura 4. Clasificación de buques petroleros según porte.

B. Clasificación según el producto que transportan

Según el tipo de carga que transporte, el petrolero se puede clasificar en, buques de carga pesada o sucia (crude oil tanker) y en buques que transportan productos de refinación, llamadas cargas livianas o limpias (product tanker). 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 refinados 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 refinados, 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, ya que provocaría la contaminación total de la carga.

1.1.2 Reglamentación aplicable a los buques tanque petroleros

Los convenios internacionales, gestionados por OMI, la Organización Marítima Internacional, que se aplican a los buques tanque desde su construcción, son principalmente:

- SOLAS, Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida humana en el Mar.
- MARPOL 73/78, Convenio Internacional para Prevenir la contaminación del mar por los buques.
- STCW 95, Convenio Internacional, sobre normas de formación, titulación y guardias para la gente de mar.
- Convenio Internacional de líneas de carga

También se aplica la reglamentación de la “sociedad de clasificación” en la cual se va a registrar la nave. Las cuales tienen reglamentación relativa a la solidez estructural del casco y a la operación del sistema de propulsión y gobierno de la nave.

Las banderas donde se registran estos buques, tienen reglamentación adicional, que puede ser más o menos exigente de la ya mencionada.

A. MARPOL 73/78

El anexo I, de MARPOL, fija normas para la prevención de la contaminación por hidrocarburo, de parte de estos buques. Teniendo como mecanismos de control el “Certificado internacional de prevención de la contaminación por hidrocarburos IOPP” y el “libro de registros de hidrocarburos”.

**A1 Certificado internacional de prevención de la contaminación por hidrocarburos (IOPP)
(MARPOL, anexo I, regla 4 y 5)**

Todo buque tanque petrolero, de arqueo bruto, igual o superior a 150 toneladas, debe portar un “Certificado internacional de prevención de la contaminación por hidrocarburos”. Este certificado es otorgado por la administración del país de registro de la nave.

El certificado es expedido cuando el buque entra en servicio, en un llamado reconocimiento inicial y se renueva en un periodo no mayor a 5 años, en un llamado reconocimiento de renovación. Además cuenta con reconocimientos extras, anuales y adicionales, estas ultimas cuando el buque ha tenido reparaciones importantes.

En estos reconocimientos se realizan inspecciones a los equipos y espacios que tengan relación con la manipulación de la carga, por ejemplo:

Inspección de:

- Estructura de los tanques de carga
- Estado y funcionamiento de las bombas de carga
- Sistemas de vigilancia y control de descargas (al mar) de hidrocarburos
- Estado y funcionamiento del sistema de lavado con crudo COW.
- Estado de las líneas relacionadas con la carga
- Filtraciones de la carga.

El objetivo del certificado es prevenir la contaminación por hidrocarburo por equipos o sistemas en mal estado. El certificado puede ser requerido en cualquier puerto de países que son parte del convenio MARPOL 73/78.

Anexado al certificado IOPP, ira un registro de datos de construcción e inventario del equipo respectivo a bordo.

A2 Libro de registro de hidrocarburos (MARPOL, anexo I, regla 20)

Este libro es obligatorio para todos los buques de arqueo bruto superior a 400 toneladas y para petroleros de arqueo bruto superior a 150 toneladas. El libro cuenta de dos partes.

En la parte I del libro, se especifican y detallan, con fecha, hora y firma de los responsables, las operaciones realizadas en la sala de maquinas de la nave.

Operaciones como:

- Limpieza de tanques de combustible
- Dispositivos de vigilancia y control de las descargas (al mar) de hidrocarburo. Equipo filtrador que permite una descarga con un contenido de hidrocarburo que no excede las 15 ppm.
- Descarga de aguas de limpieza de los tanques de combustible.
- Eliminación de residuos de hidrocarburo, resultante de la purificación de hidrocarburo.
- Descarga de agua de sentina acumuladas en espacios de maquinas.
- Descargas accidentales
- Toma de fuel oil o aceite lubricante

La parte II, es exclusiva para buques petroleros. En donde se especificaran todas las operaciones de carga y lastre, con su correspondiente fecha y firma de los oficiales responsables de las operaciones.

Operaciones como:

- Embarque y desembarque de cargamento
- Trasvase de carga durante el viaje
- Limpieza de los tanque, incluida la limpieza con crudo
- Estado de los dispositivos de vigilancia y control de descarga de hidrocarburos
- Descarga de agua proveniente de tanques de decantación.
- Descargas (al mar) accidentales.

Cada página completa del libro de registro, es revisada y firmada por el capitán de la nave, sea la parte I o II del libro.

El libro puede ser requerido para su revisión, en cualquier puerto de países que son parte del convenio MARPOL.

A3 La vigilancia y control de descarga de hidrocarburos o mezclas oleosas al mar.

Los petroleros pueden realizar descargas de hidrocarburo o mezclas oleosas al mar, siempre que cumpla con todas las condiciones establecidas por MARPOL (anexo I, regla 9).

- Que la cantidad total a descargar no sea mayor a 1/30000 de la capacidad total de carga
- Que este en funcionamiento los dispositivos de vigilancia y control de descarga, oleómetros que registraran, fecha, hora, cantidad descarga y el régimen de descarga.
- Que la descarga sea fuera de una zona especial (mediterráneo, zona antártica, mares del norte, mar báltico, mar negro, mar rojo, etc.)
- Que el petrolero se encuentre en ruta y a más de cincuenta millas náuticas de tierra
- Que el régimen de descarga no exceda los 30 litros/milla náutica

B. SOLAS

El convenio internacional de la seguridad de la vida humana en el mar, dicta normas en su capítulo II, de construcción, específicas a buques petroleros, que tiene que ver en su mayoría a reglas relativas a equipos y sistemas para el combate de incendios.

- Normas al sistema de gas inerte instalado. Inertización y purga, de tanques de carga y espacios de doble fondo.
- Normas sobre la protección contra el vacío o sobre presión en los tanques de carga.
- Requerimientos del sistema contra incendio instalado en cubierta, tanques y sala de bombas.

C. OCIMF

Existe el foro internacional de compañías petroleras, con intereses en el transporte marítimo y el funcionamiento de las terminales (OCIMF). El foro entrega, guías, recomendaciones y lineamientos para la seguridad y prevención de la contaminación en las operaciones de los buques petroleros y terminales. Un ejemplo, son las inspecciones “vettings”, que realiza el fletador al buque petrolero, para ver si esta en condiciones optimas para transportar su carga. El vettings es conducido por lineamientos de la OCIMF, llamados SIRE (ship inspection report).

La OCIMF, en conjunto con la cámara naviera internacional (ICS) y la asociación de internacional de puertos y terminales (IAPH), elaboraron la “Guía internacional de la seguridad para la terminales y buques tanque petroleros” (ISGOTT), documento que se trasformo en un referente para la operación de los petroleros y terminales. Esta guía no es obligatoria por OMI, pero varios países la han adoptado como obligatoria para terminales que se encuentren en su territorio y a buques petroleros que enarbolen su pabellón. Como por ejemplo EEUU.

D. Doble casco

Los accidentes de buques petroleros, sean varadas, abordajes o naufragios, han ocurrido desde los inicios del transporte. Desde el varamiento del petrolero “Torrey Canyon” en 1967, hasta el abordaje que sufrió el VLCC “Hebei Spirit” en Corea del sur, en diciembre del 2007.

La mediática varada del petrolero estadounidense “Exxon Valdez” en 1989, traería consecuencias al diseño del buque tanque petrolero. Las imágenes que la televisión transmitió, provocaron el rechazo mundial a la contaminación producida por el tanquero, donde se mostraron las costas bañadas por petróleo y las consecuencias directas sobre la fauna marina del lugar. En respuesta a esto, EEUU aprobaría un año después, sin participación de la OMI, la Oil Pollution Act (OPA/90) que obligaba a todo buque petrolero que transite por sus aguas jurisdiccionales, a poseer diseño de doble casco. Este diseño (ver figura 5) busca la protección contra fisuras en el casco, a causa abordajes o varadas, que puedan causar derrames desde los tanques de carga. Ningún buque de casco sencillo podrá operar en aguas de EEUU después del 2010.

En el 2000 la unión europea se sumó a la medida de doble casco, tras el naufragio del “Erika” en el 1999. Y finalmente en el 2001, mediante una enmienda, MARPOL revisa la regla 13F del anexo I, y fija los requerimientos para que todos los buques petroleros posean diseño de doble casco, con fecha tope para la implementación, el 2010.

Según la “International association of independent tanker owners “ (INTERTANKO), el 77% de los petroleros poseen doble casco, a la fecha.

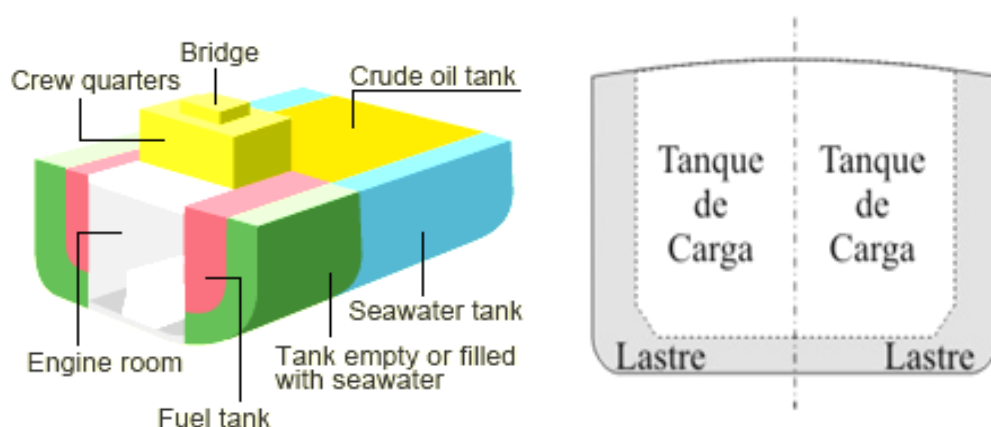


Figura 5. Diseño de un buque petrolero de doble casco.

1.2 Diseño general del buque petrolero.

La disposición actual de espacios de un buque tanque petrolero, sea que transporte carga refinada o carga pesada, esta definida por SOLAS (capitulo 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 maquinas. Y la superestructura, donde se ubica, habitabilidad, puente de navegación y sala de control de carga, estará dispuesta a popa de la zona de carga.

A continuación, describiremos en términos generales, los principales espacios de un buque tanque petrolero.

1.2.1 Tanques de carga.

Espacio donde se transporta el hidrocarburo. Los buques que transportan productos refinados tienen una cantidad de tanques de carga, promedio de 16 a 18, los cuales tienen segregaciones para los diferentes productos que transportan. En el caso de los buques cruderos, tienen menor cantidad de tanques de carga, pero de gran volumen.

Debido a la viscosidad de la carga, los tanques de buques Cruderos, cuentan con calefacción, para una mejor circulación de la carga.

Los tanques de carga se usaban también para el lastre, cuando el buque viajaba sin carga. 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 cuando viaje descargado.

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

A. Nivel de carga en el tanque:

- Huincha UTI, que entrega Ullage, Temperatura e Interfase (nivel de agua en la carga).
- Tank Radar. Ubicado en la parte superior de la cubierta de carga. Funciona como radar, enviado ondas electromagnéticas, las cuales al chocar con el nivel de carga son reflejadas al dispositivo de cubierta, el cual calcula el nivel, según el tiempo que demoraron las ondas en regresar.
- Sondas flotantes en el tanque.
- Y una sonda manual, la cual al introducirla en el tanque, marcará la cantidad de carga que hay en el tanque.

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

La importancia de estos sistemas se ve reflejada en el capítulo 2. Estos equipos van instalados en los tanques de carga y su misión es indicar la cantidad de gases de hidrocarburo presentes en estos espacios.

Los equipos que se encuentran comúnmente a bordo, son los llamados Indicadores de gas con filamento no catalítico calentado y Medidor de índice de refracción. La unidad de medida que utilizan los instrumentos, es en porcentaje del volumen de gas de hidrocarburo en la atmósfera.

C. 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 inertizado (concepto que se desarrollara en el capítulo 3) o seguro para el ingreso de personas al espacio (volumen de oxígeno del 21%).

Tipos 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.

D. 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 lo componen:

- Válvulas de alivio Presión/Vacío. Llamadas válvulas P/V
- Reguladores P/V, que actúan en caso de emergencia. Llamados, P/V breakers
- Mástiles de evacuación o un sistema de orificios de descarga de gran velocidad, especiales para las operaciones de carga.

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

Las normas de instalación y disposición del sistema las fijan SOLAS, en su capítulo II-2 regla 11. Los detalles del sistema de respiración de los tanques serán desarrollados en el capítulo 3 de este trabajo.

1.2.2 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 la sala de bombas, Manifold y los tanques de carga. Estas líneas se pueden distinguir de las demás, por poseer un gran diámetro. El nuevo diseño de buques petroleros “Ecologic tank”, tiene dispuestas las líneas de carga/descarga por el interior de los tanques, disminuyendo así el riesgo de derrames.
- **Manifold de carga:** Ubicado en el centro de 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 resulta ser una tapa desmontable, fabricada generalmente de acero, que tiene como objetivo evitar cualquier filtración de hidrocarburo por estas válvulas.
- **Líneas de gas inerte:** Líneas dispuestas de forma que distribuyan gas inerte a los tanques de carga, tanques de lastre, Manifold de carga, líneas de carga/descarga y espacios de doble fondo. Con respecto al gas inerte, existe una conexión, para proveer gas inerte desde una fuente en tierra, en caso de avería del sistema del buque.
- **Líneas de 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 petrolero crudo o agua, según el tipo de buque y el producto que transporte. Estas tuberías se reparten a las máquinas lavadoras de los tanques de carga.

Se puede reconocer también en la cubierta de carga, la o las grúas que manipularan las mangueras de conexión que provee la terminal. En petroleros antiguos se dispone de plumas para la manipulación de las mangueras (flexibles).

1.2.3 Sala de bombas

Espacio vital para las operaciones de 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 descarga de la nave y se encuentra la mayor concentración de líneas del buque. Las bombas de la nave son ocupadas generalmente, en las operaciones de descarga, lavado de los tanques y cuando se transfiriere carga de un tanque a otro.

Las bombas más usadas en un petrolero se reúnen en tres tipos, centrifugas, alternativas y rotativas. 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 de la nave, como la del personal que transitará por la sala.

Estas precauciones, se detallan en el capítulo 6 de este trabajo.

1.2.4 Sala de control de carga.

En esta sala esta dispuesto 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.
- Tiene lecturas de alarmas del sistema de gas inerte, que se explicará en el capítulo 3.
- Los niveles, de carga, oxígeno y de gas de hidrocarburo de los tanques de carga. También la presión que se esta ejerciendo en el interior del tanque.
- La presión que se esta ejerciendo en las líneas de carga/descarga y el contenido de oxígeno en ellas.
- Comunicación con la sala de bombas y cubierta de carga.

En la sala de control de carga se supervisarán, volúmenes de carga, peso de la carga, distribución de los diferentes tanques y esfuerzos ejercidos en la estructura de los tanques, como en la viga buque.

La sala de control de carga cuenta con una guardia continua, durante las operaciones de manipulación de carga. Guardia que ocupa el primer piloto, encargado de la estiba de la carga y de la estabilidad de la nave.

1.2.5 División de espacios de un buque tanque petrolero:

Luego de conocer los principales espacios de un Petrolero, se pueden reconocer tres divisiones básicas:

- **Zona segura:** La compone la sala de máquinas, habitabilidad, sala de control de carga y puente de navegación. Esta zona esta segura de gases de hidrocarburo, ya que cuenta con un cofferdam (o mamparo de aislación) ubicado en el límite de la sala de máquinas y la sala de bombas.
- **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. Pero esto es condicional a factores climáticos, que pudieran desviar los gases de hidrocarburo a cubierta, o si ocurrieran filtraciones en las líneas que atraviesan la cubierta.
- **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 inflamables y tóxicos 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 esperada. Como se vera en el siguiente capítulo, 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. Las precauciones en esos espacios serán desarrolladas en los siguientes capítulos.

1.3 La Terminal

Los lugares donde carga y descargan los buques petroleros, se llaman Terminales. Las 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 sistema de carga más antiguo, utilizado por las terminales, son mangueras (llamadas flexibles también), provenientes de tierra, se conectan al manifold de carga del buque. La manguera es manipulada por la grúa del buque y se conecta a la válvula correspondiente al tanque, que se va a cargar o descargar.

El sistema más actual, es el brazo articulado (hard arm) (ver figura 6), que es un brazo de varias tuberías que se conecta al manifold del buque. No necesita de la ayuda de una grúa y se acomoda de forma automática a los cambios de francobordo de la nave.



Figura 6, Terminal con sistema Harm arm (brazos articulados).

El buque petrolero se amarra a una terminal; al costado de ésta, o en boyas de amarre y en terminales costa afuera, a monoboyas (ver figura 7).



Figura 7, Terminal costa afuera con monoboya SPM (single point mooring buoy)

Capítulo II: Caracterización de la carga.

2.1 Introducción

En el capítulo anterior, se clasificó a los petroleros por tipo de carga que transportaban. Estas cargas pueden ser pesadas o refinadas. Este capítulo tiene por objetivo, detallar y reconocer las cargas transportadas por mar, sean pesadas o refinadas. Conociendo sus propiedades básicas, riesgos de manipulación, etc.

2.2 Productos transportados por Petroleros.

El petróleo crudo, es extraído mediante la perforación de un pozo sobre un yacimiento. El yacimiento se ha formado durante millones de años, fruto de transformaciones de materia orgánica. La extracción se realiza generalmente mediante; bombas de aspiración, inyección de agua, o de gas. El petróleo crudo saldrá a una red de ductos, que lo guiará hacia un tratamiento primario, que tiene que ver con la estabilización del producto; eliminando los compuestos más volátiles y separando el agua que pueda contener. A continuación se transporta a refinerías, para un proceso llamado “destilación fraccionada”, en donde se calienta el crudo, para su evaporación y separación en diferentes fracciones. Desde asfaltos hasta aceites lubricantes. Ver figura 8.

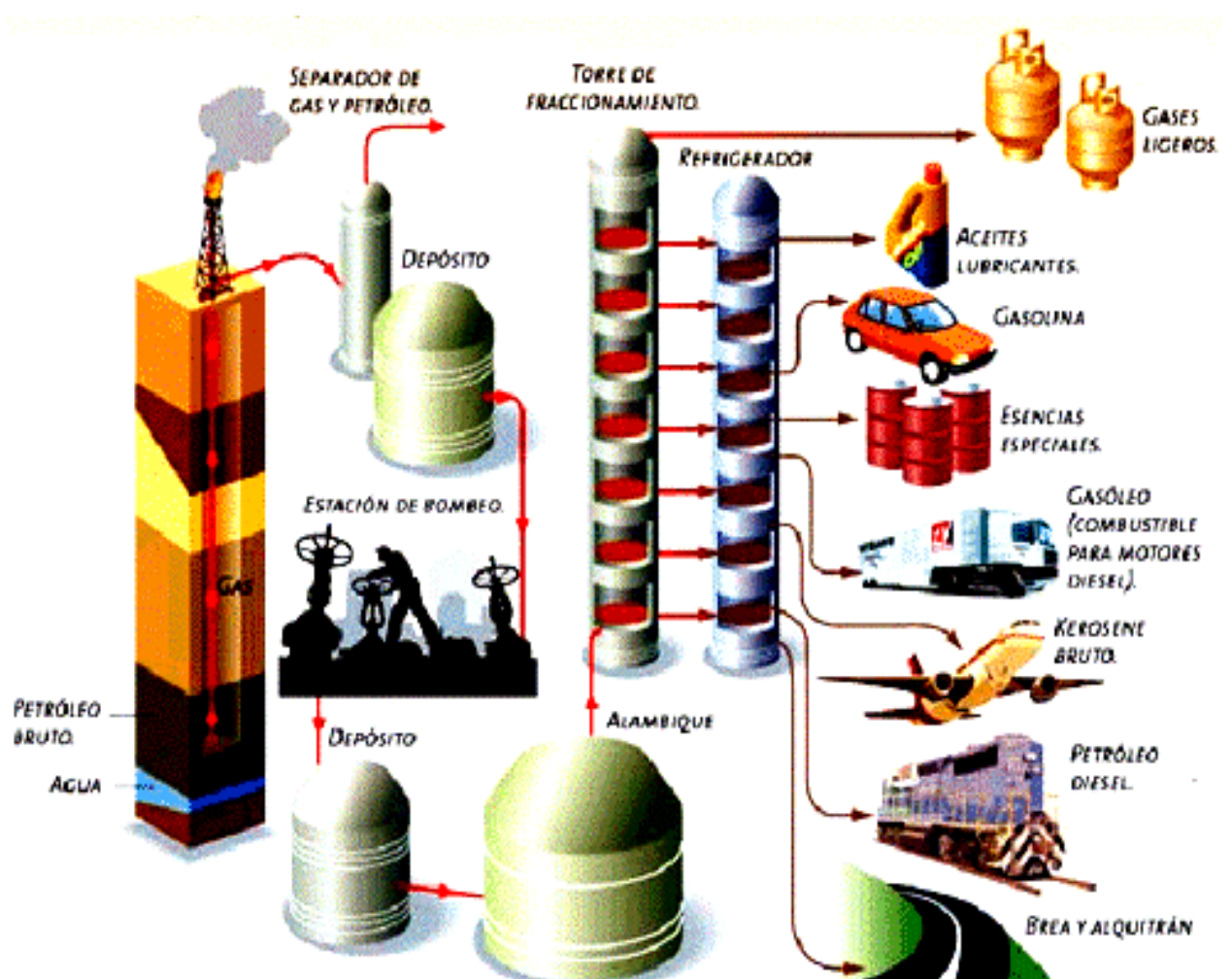


Figura 8. Trayecto del petróleo hasta su distribución.

Los buques Cruderos, son los encargados de transportar el petróleo crudo, desde el yacimiento a las refinerías, en su mayoría, de países desarrollados. Luego de la refinación, buques que ya clasificamos como costeros, se encargan de distribuir los “productos refinados” a los centros de distribución correspondientes.

Una lista general de hidrocarburos transportados por buques petroleros:

<p>Hidrocarburos Aceite clarificado Crudos de petróleo Mezclas que contengan crudos de petróleo Diesel-oil Fuel-oil N 4 Fuel-oil N 5 Fuel-oil N 6 Fuel-oil residual Bitumen para riego de afirmados Aceite para transformadores Aceites aromáticos (excluidos los aceites vegetales) Aceites lubricantes y aceites base Aceites minerales Aceites para automatización Aceites penetrantes Aceites ligeros (spindle) Aceites para turbinas</p>	<p>Soluciones asfálticas Bases para mezclas asfálticas Impermeabilizantes bituminosos Residuos de primera destilación</p> <p>Destilados Fracciones directas de columna Cortes de expansión</p> <p>Gas oil De craqueo (cracking)</p> <p>Bases para gasolinas Bases alkílicas Bases reformadas Bases polímeras</p>	<p>Gasolinas Natural De automóvil De aviación Directa de columna Fuel-oil N 1 (keroseno) Fuel-oil N 1-D Fuel-oil N 2 Fuel-oil N 2-D</p> <p>Combustibles para reactores JP-1 (keroseno) JP-3 JP-4 JP-5 (keroseno pesado) ATK (turbo-fuel) Keroseno Alcohol mineral</p>
---	---	--

2.3 Propiedades Básicas de los hidrocarburos.

A continuación, describiremos de forma general, las principales propiedades de los hidrocarburos transportados por mar. El conocimiento de estas propiedades es necesario a bordo, para estar al tanto de los riesgos que implica, para la tripulación y para la operación del buque, su manipulación.

2.3.1 Presión verdadera de vapor (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 tiene 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 (True Vapour Pressure), 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.

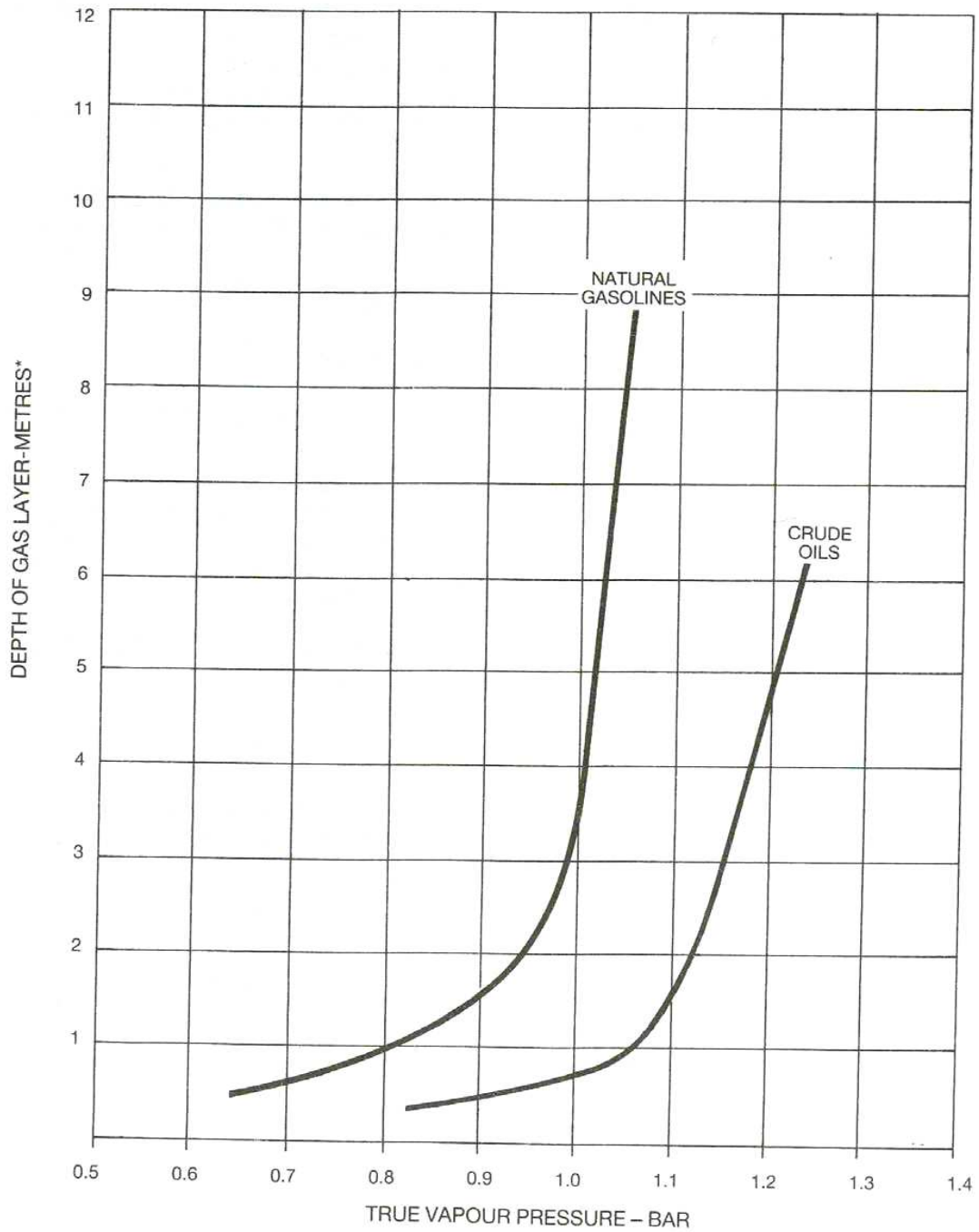
Hidrocarburos con alta TVP, bajo condiciones de temperaturas muy altas, pueden presentar problemas en operaciones de carga. Se generarían grandes salidas de gases, por el sistema de respiración de los tanques, en cantidades suficientes para originar “mezclas inflamables” con el oxígeno del exterior.

Ejemplo de cargas de alta presión de vapor:

- Gasolinas para aviación
- Gasolinas Naturales.
- Nafta y destilados livianos.
- Petróleo Crudo (tratado con gas butano)

La mayoría de estas cargas con alta presión de vapor, generan capas de gases de hidrocarburos, de una profundidad de 1 metro o menos. Pero existen cargas que producen capas de mayor profundidad. Estos tipos son, las Gasolinas naturales y el Petróleo Crudo, cuya TVP puede ser aumentada cuando viene tratada con gas extra, como el Butano.

La figura 9 muestra la variación de la profundidad de la capa de gas, relacionada con TVP, para las gasolinas naturales y petróleos crudos. Se puede observar que en el caso de las gasolinas naturales, un pequeño aumento en la presión verdadera de vapor desde 1 bar, puede producir capas de gas de profundidades mayores a los 8 metros. Este punto de inflexión se nota en el caso de los petróleos crudos, al tener una TVP cercana a 1,1 bar.



*Gas layer depth with $\geq 50\%$ by volume of hydrocarbon gas

Figura 9. Presión verdadera de vapor v/s Profundidad de la capa de gas, de gasolinas naturales y petróleo crudo.

Las curvas ilustradas en la figura 9, sugieren que se debe utilizar la TVP y la temperatura del hidrocarburo, como criterios para determinar cuando es necesario adoptar medidas de precaución.

2.3.2 Combustibilidad.

La combustibilidad, es la propiedad que tienen los hidrocarburos para arder.

Para eso se necesita que se cumplan tres condiciones:

- 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” (LIE y LSE).
- Una fuente de ignición.
- Y un nivel de oxígeno en la atmósfera, mayor al 11 % en volumen.

2.3.2.1 Límites inflamables (LIE-LSE).

Una mezcla de gas de hidrocarburo y oxígeno, no puede ser encendida si los gases no se encuentran dentro del rango inflamable. El límite menor de este rango, es el límite inferior explosivo (**LIE**). Debajo de este límite, el total de gases de hidrocarburo no es suficiente iniciar una combustión. El límite mayor, es el límite superior explosivo (**LSE**), donde una concentración de gas de hidrocarburo sobre este límite, no combustionara.

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

Gases	Límites inflamables	
	% de Vol. de hidrocarburo en el aire	
	Inferior	Superior
Propano	2,2	9,5
Butano	1,9	8,5
Pentano	1,5	7,8

Tabla 1. Límites inflamables de gases comunes del petróleo y sus derivados

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

Test a vaso cerrado.

Una muestra de líquido es calentado gradualmente en un recipiente cerrado. Se introduce una “llama”, a través de una pequeña abertura. Cuando se inicia un destello, sobre la superficie del líquido, se lee la temperatura. Esta temperatura es la más baja del líquido, en la cual se desprenden gases capaces de generar una mezcla inflamable, con una pequeña fuente de ignición. Este test se conoce “punto de inflamación a vaso cerrado”.

Producto	Flash Point (°C)
Gasolina	-40
Diesel Oil	71
Fuel Oil	82
Aceite lubricante	148

Tabla 2, ejemplos de puntos de inflamación.

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

- **Hidrocarburo No volátil:** Tiene un punto de inflamación igual o superior a 60 °C , según lo determinado por el test a “vaso cerrado”.
- **Hidrocarburo Volátil:** Tiene un punto de inflamación menor a 60 °C, según lo determinado por el test a “vaso cerrado”. Algunos hidrocarburos de esta categoría, son capaces de producir una mezcla inflamable aire/gas, a temperatura ambiente.

Si hay duda o falta información sobre la clasificación de un producto de hidrocarburo, éste es considerado carga “Volátil”.

Si en el “test de vaso cerrado” el hidrocarburo se sigue calentado continuamente, llegará un punto en que la mezcla inflamable arderá sin necesidad de la llama. Este punto se conoce como “temperatura de auto-combustión o auto-ignición”.

2.3.2.2 Fuentes de ignición

Las fuentes de ignición o de generación de calor, es otro de los requisitos para la combustión. Las fuentes de ignición más conocidas, se pueden enumerar en mecánicas, eléctricas y químicas.

A- Fuentes de ignición mecánicas.

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, esmeril, etc, que puede producir fuentes de ignición, en forma de una chispa, por ejemplo. 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 esta afectada por escapes de gases de hidrocarburo.
- No se éste realizando operaciones de manipulación de carga.
- El equipo de lucha contra incendio esta 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- Fuentes de ignición eléctrica.

Una fuente de ignición eléctrica se puede presentar por; electricidad estática, generación de un arco eléctrico, rayos.

Todos los equipos eléctricos, utilizados e instalados en la zona de riesgo y peligro de la nave, son del tipo “aprobado”. Esto significa que son “a prueba de llamas” y posee un circuito eléctrico “intrínsecamente seguro”.

- **A prueba de llamas:** Se dice de un equipo eléctrico cuando se encuentra encerrado en una carcasa, que es capaz de resistir en su interior, la explosión de una mezcla inflamable (gas de hidrocarburo/oxígeno). Este equipo, además debe impedir la ignición de dicha mezcla fuera de la carcasa, sea por medio de una chispa o llama proveniente de la explosión en su interior o resultante de la temperatura que alcanzó la carcasa después de la misma. El equipo debe operar a una temperatura externa tal, que no provoque la ignición de una atmósfera inflamable a su alrededor.
- **Intrínsecamente seguro:** Se dice de un circuito o parte de éste, cuando una chispa, por efecto térmico normal o accidentalmente (corto circuito), no es capaz de encender una mezcla inflamable presente.

B1 Electricidad estática.

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
- 2) Acumulación de carga eléctrica
- 3) Y la descarga electroestática, que resulta ser la fuente de ignición.

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” esta 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 que 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.

Precauciones esenciales a bordo de petroleros:

Para evitar una descarga eléctrica entre “conductores” aislados, se enlazan juntos, todos los objetos metálicos. Los “conductores” se conectan a “masa”, para evitar una descarga eléctrica. El enlace a “masa” se logra conectando los objetos metálicos, a la estructura metálica del buque, la cual esta conectada a tierra a través del mar.

Las precauciones y procedimientos para evitar fuentes de ignición por electricidad estática, son detalladas en los siguientes capítulos

B2 Corrientes eléctricas de buque a tierra:

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 esta 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.

2.3.2.3 Cantidad 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.

2.3.3 Densidad de gases de Hidrocarburo.

Los gases de hidrocarburo son mas 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 continua. Estos gases son diluidos con el aire, al ser venteados por el sistema de respiración de los tanques.

Densidad relativa al aire			
Gases	Hidrocarburo puro	Hidrocarburo 50% en Vol.	Mezcla en el LIE
		Aire 50 % en Vol.	
Propano	1,55	1,25	1,0
Butano	2,0	1,5	1,0
Pentano	2,5	1,8	1,0

Tabla 3. Densidades relativas al aire, de los gases predominantes en los hidrocarburos.

2.3.4 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. 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.

2.3.5 Formación y dispersión del gas de hidrocarburo.

Durante la carga, purga y desgasificación, el gas de hidrocarburo es desplazado, saliendo del tanque de carga por los sistemas de respiración del tanque. La mezcla de gas y aire, emerge verticalmente desde la cubierta, se eleva por su propio impulso, de una forma que los entendidos llaman “pluma”.

El aire que entra a la “pluma”, disuelve la concentración de gas de hidrocarburo y disminuyendo la densidad de la pluma, y a cierta distancia del venteo, la concentración de gas, pasa por debajo del LIE (límite inferior explosivo), haciendo imposible la combustión, si se presentara una fuente de ignición.

Los sistemas de respiración (desarrollado en el capítulo 3) de los tanques, están diseñados para tener una descarga vertical, lo suficientemente alta, por encima de la cubierta, para tener una rápida dispersión del gas y minimizar la tendencia de caída de la pluma, sobre la cubierta.

Cuando se cargan productos de alta presión de vapor TVP, como gasolinas naturales, se pueden originar problemas, ya que al ser muy volátiles, generan un gran volumen de “pluma”, que implica un mayor tiempo y distancia, para que se diluya con el aire, hasta pasar por debajo de LIE.

Condiciones del viento

La dirección e intensidad leve del viento, puede desviar los gases venteados a cubierta. Con peligros de toxicidad para la tripulación y de incendio y/o explosión. Las terminales recomiendan velocidades mínimas de viento de 5 m/s, para operaciones de carga.

Según la intensidad y dirección del viento, este puede formar remolinos en la banda de “sotavento” de la superestructura (ver figura 10), lo cual puede trasladar los gases inflamables contenidos en la “pluma” hacia el interior. Por esto se toman medidas, que se desarrollan en el capítulo 5, con respecto a las aberturas de la superestructura, ya que en el interior de estos espacios, se posee potenciales fuentes de ignición, que no pueden ser controladas.

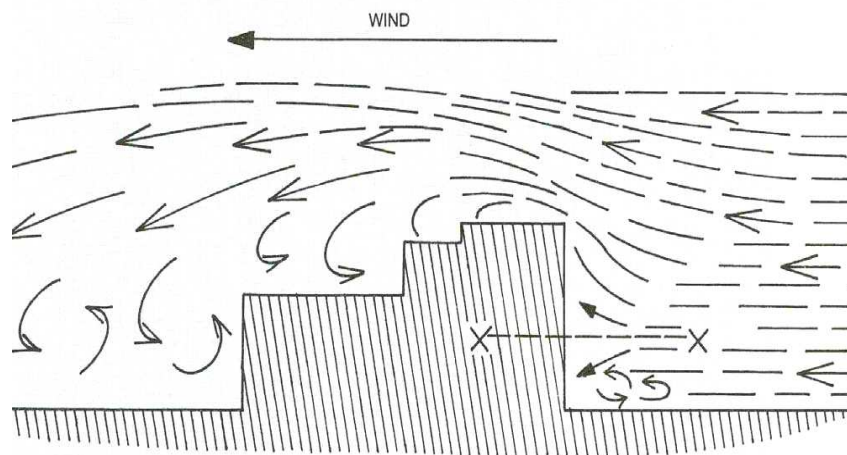


Figura 10. Turbulencias producidas en el aire.

2.3.6 Hidrocarburos acumuladores de estática

Existe un tipo de hidrocarburo, que tiene la característica de ser “no-conductor”. Por lo cual tiene la propiedad de retener carga eléctrica. Como ya se mencionó, en la sección de electricidad estática, los elementos “no-conductores” pueden transferir o inducir la carga eléctrica retenida, a materiales “conductores” que estén aislados, generando una chispa incendiaria, que puede ser fuente de ignición, en un tanque que contenga una atmósfera inflamable.

Los hidrocarburos limpios, son por lo general, acumuladores de la electricidad estática. Entre estos se encuentran; Gasolinas naturales, Naftas, Kerosenes, Aceites para calefacción, Gas oil pesado, Gasolinas para motores / aviones, Diesel oil liviano, Combustibles para jets, Aceites lubricante.

Existen procedimientos para prevenir que estos hidrocarburos acumulen carga eléctrica, y son detallados en el capítulo 7 de este trabajo.

2.4 Toxicidad de la carga.

La mayoría de los riesgos de toxicidad, a que se expone la tripulación de un Petrolero, se debe a la inhalación de los gases provenientes de la carga. En esta sección se reconocen esos componentes tóxicos, con sus respectivas consecuencias.

2.4.1 Indicadores para medir concentraciones de vapores tóxicos

Valor limite umbral TLV (Threshold limit value).

El TVL, es el valor límite, aceptado de un agente tóxico para ambientes de trabajo, y a menudo se expresa en promedio de tiempo; durante 8 horas diarias, 40 horas semanales.

Limite de exposición permisible PEL (Permissible exposure limit).

El termino PEL, se refiere a la máxima exposición a un agente toxico. Generalmente, también se expresa como promedio calculado por tiempo. Promediado sobre un periodo de ocho horas de trabajo.

2.4.2 Inhalación de gas de hidrocarburo

El principal efecto en las personas que respiran gases de hidrocarburo, es la narcosis (amodorramiento producido por un narcótico). Los síntomas son irritación de los ojos, dolores de cabeza, acompañado con una disminución de la responsabilidad y somnolencia, similar a un estado de ebriedad. 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.

Concentración	% LIE	Efectos
0,1 % Vol. (1000ppm)	10%	Irritación de los ojos, dentro del lapso de una hora
0,2 % Vol. (2000ppm)	20%	Irritación de los ojos, nariz y garganta. Somnolencia e inestabilidad dentro del lapso de media hora.
0,7 % Vol. (7000ppm)	70%	Síntomas similares al estado de ebriedad, dentro de 15 minutos
1,0 % Vol.(10000ppm)	100%	Rápido desarrollo del “estado de ebriedad” que puede conducir a inconsciencia y muerte si la exposición continua
2,0 % Vol.(20000ppm)	200%	Parálisis y muerte de forma rápida

Tabla 4. Efectos de altas concentraciones de gases de hidrocarburo (sin compuestos de hidrocarburos aromáticos ni sulfuro de hidrógeno)

Algo importante que se tiene 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.

A- Hidrocarburos aromáticos

El benceno, tolueno y xileno, son los denominados hidrocarburos aromáticos. Estas sustancias son componentes en cantidades variables, de cargas de hidrocarburo típicas como; 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 4, 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 inmediato.

B- Sulfuro de Hidrógeno

El caso del Sulfuro de Hidrógeno, se da por que 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 entregaran 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.

Concentración	Efectos
50 a 100 ppm	Irritación ocular y en conductos respiratorios, después de una exposición de una hora
200 a 300 ppm	Ojos pronunciados e irritación del conducto respiratorio, después de una hora
500 a 700 ppm	Somnolencia, dolor de cabeza, náuseas dentro de 15 min. Pérdida de conocimiento y muerte después de 30 min. 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 5. Efectos a la exposición de gases de hidrocarburo tratados con sulfuro de hidrógeno.

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.

2.5 Hoja de seguridad de las cargas transportadas.

Antes de iniciar cualquier operación de carga, la terminal le hará entrega a la nave, 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.

Es deber del capitán de la nave informarse y dar a conocer los riesgos que implica la manipulación de un producto, para la seguridad de la nave, como para la salud de la tripulación.

Capítulo III. Principios básicos del Sistema de Gas Inerte a bordo.

3.1 Introducción

Fundamental para el desarrollo de este trabajo, es el entendimiento del “sistema de gas inerte”. Este sistema es una medida de seguridad implementada en buques tanque, que tiene como gran propósito, evitar incendios y/o explosiones, en la zona de carga.

3.2 Orígenes

Los inicios del sistema se remontan a 1932, cuando la compañía petrolera estadounidense “Sun Oil Company”, obliga a sus capitanes a inertizar los tanques de carga, antes de zarpar del puerto de descarga e iniciar el viaje en lastre. Ya en 1959, la “British Petroleum” en conjunto con la misma “Sun Oil Company”, instalan, en carácter de prueba, dos plantas de gas inerte en dos de sus buques tanque, implementándolo a todos los tanqueros que transportaban crudo para 1962 y para el resto de la flota en 1968.

El convenio internacional para la vida humana en el mar, SOLAS, en los 70s estableció las exigencias del sistema de gas inerte, transformándose en obligatorio para buques tanque, con un peso muerto igual o superior a 20.000 toneladas.

3.3 Teoría del sistema

En la sección de combustibilidad de la carga, del capítulo anterior, se adelantó la base en que se sienta este sistema. Recordemos. Para que un hidrocarburo pueda entrar en combustión, es necesario que se cumplan estas tres condiciones:

1. Que el hidrocarburo alcance una temperatura o punto de inflamación (flash point), en la cual, empiece a desprender gases, dentro de los límites inflamables, LIE-LSE.
2. Una fuente de ignición presente. La cual puede ser, mecánica, eléctrica o química.
3. Y un volumen de oxígeno en la atmósfera mayor al 11 %.

Para evitar un incendio y/o explosión, se necesita excluir una de estas tres condiciones. Y reducir el volumen de oxígeno en la atmósfera del tanque, a un nivel menor al 11%, ofrece mayores ventajas, que evitar por ejemplo, fuentes de ignición, ya que es una variable casi incontrolable. Por más precauciones que se tomen, siempre estará presente el “error humano” como factor.

Para disminuir el volumen de oxígeno, en los tanques de carga, por debajo del 11%, se inyecta “gas inerte”, que es un gas o mezcla de gases muy pobres en oxígeno. Así se reemplaza la atmósfera inicial del tanque de carga, por una atmósfera dominada por el gas inerte, obteniendo un método eficaz para mantener una condición “no-explosiva” en los tanques.

La teoría del gas inerte se puede explicar observando la figura 11. Aquí se muestra la relación existente entre los volúmenes de gas de hidrocarburo y de oxígeno.

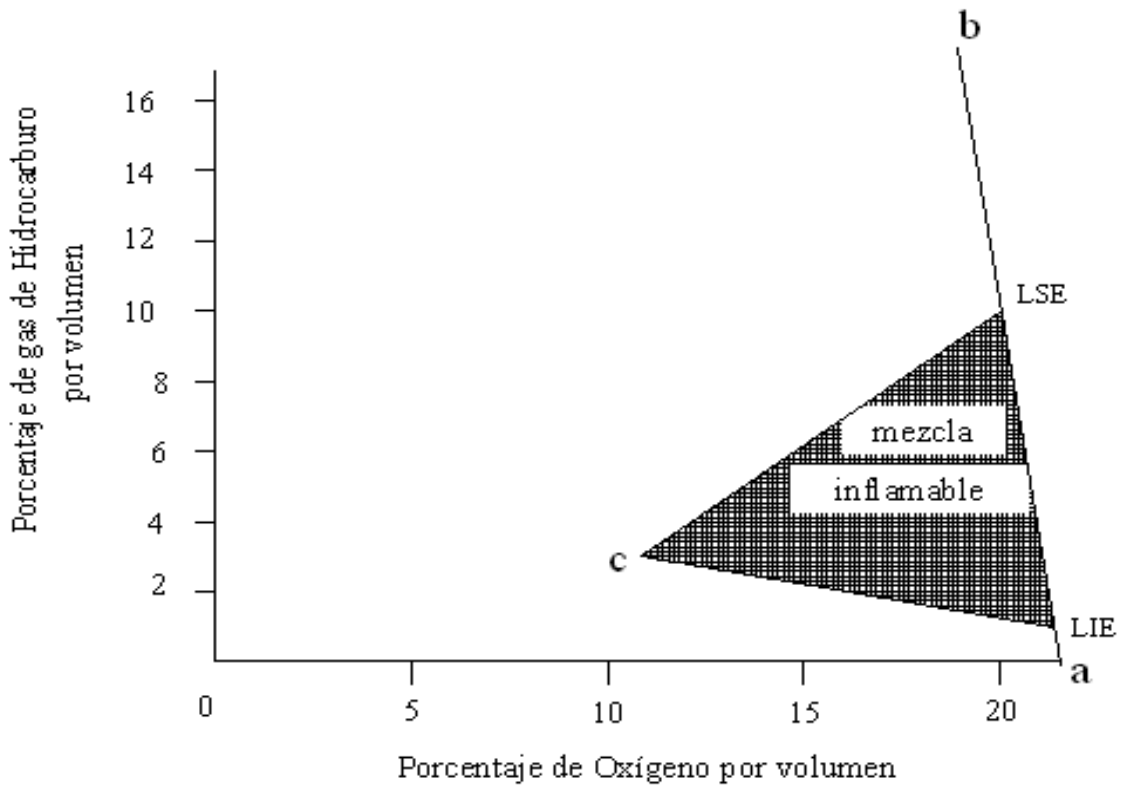


Figura 11. Volumen de oxígeno v/s Volumen de gas de hidrocarburo.

La figura 11 muestra los límites inflamables, ya mencionados en el capítulo 2. Estos varían debido a los diferentes gases puros de hidrocarburos y mezclas derivadas, pero que para fines prácticos, se toman un LIE y LSE, de 1% y 10% respectivamente. Estos están indicados sobre la línea “ab” del gráfico. Dentro de estos parámetros, y con un porcentaje de oxígeno mayor al 11%, queda delimitado lo que sería una “mezcla inflamable” (área achurada). Si se presentara una fuente de ignición, dentro de este rango, encenderían la mezcla inflamable.

Una atmósfera con mezclas de gas de hidrocarburo/aire, sin nada de gas inerte esta ubicada sobre la línea “ab”. A medida que se “inyecta” gas inerte a la atmósfera, el rango inflamable se reduce hasta alcanzar el punto “c”, en el cual coinciden el LIE y LSE. En este punto, en la frontera de la mezcla inflamable, el volumen de oxígeno en la atmosfera es, aproximadamente, de un 11% y no podría existir ninguna combustión, si se presentara una fuente de ignición. En la práctica, el volumen de oxígeno se reduce hasta llegar a un 8% o menos. Dando un margen de seguridad.

El reemplazo de la atmósfera de un tanque, mediante la inyección de gas inerte, puede obtenerse por medio de inertización o purga.

Inertización, llamaremos al proceso, cuando se inyecte gas inerte en un tanque de carga, hasta obtener un nivel de oxígeno, menor al 8 % en volumen.

Purga, es la inyección adicional de gas inerte a un tanque ya “inertizado”. Lo cual tiene por objetivo, reducir el nivel de gas de hidrocarburo dentro del tanque, hasta obtener un volumen en el tanque del 2 % (SOLAS cap II-2 regla16-3.2). Así se evita el riesgo de incendio y/o explosión, al introducir aire al tanque de carga, en un proceso de desgasificación.

El proceso de purga se puede apreciar en la figura 12. Al disminuir el volumen de gases de hidrocarburo a un 2%, se puede introducir aire al tanque de carga, sin que se presente una atmósfera con una mezcla inflamable, durante la desgasificación.

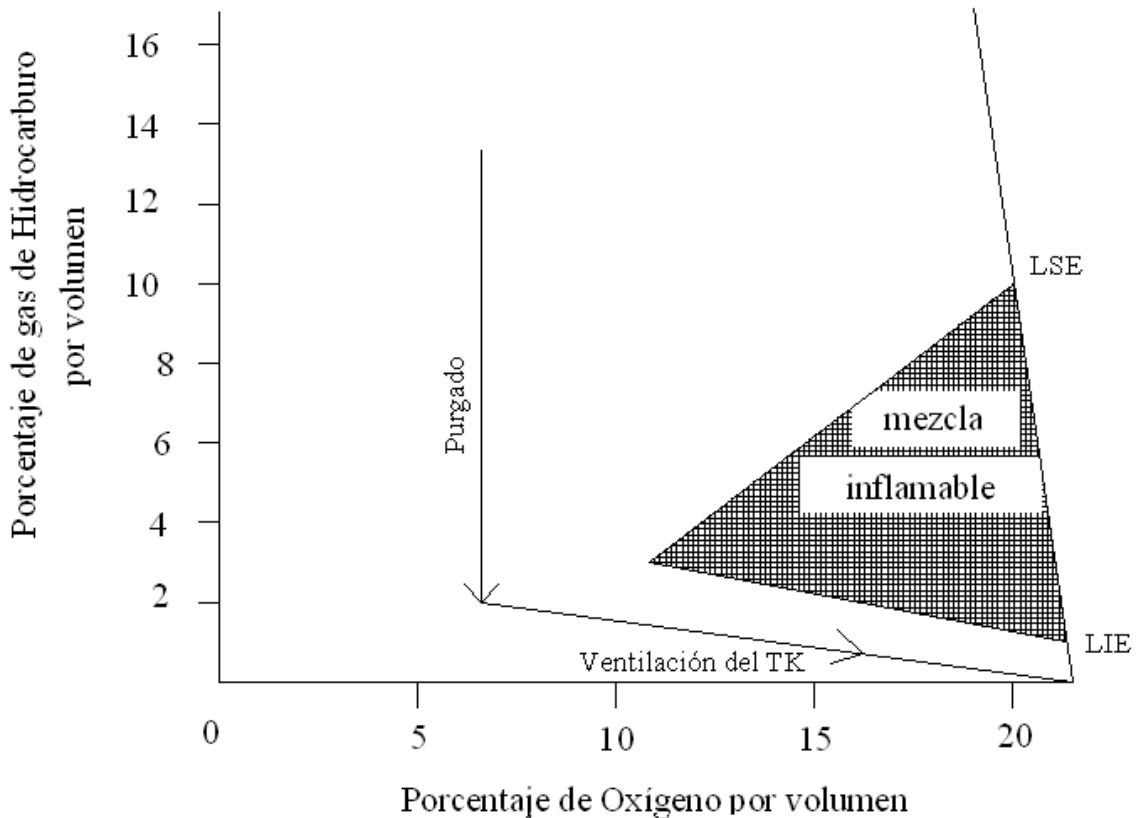


Figura 12. Proceso de purga y desgasificación de un tanque.

Existen dos métodos para el cambio de atmósfera de un tanque, ya se practique una inertización o purga. Estos son el método de dilución y desplazamiento.

3.3.1 Dilución

El gas inerte se inyecta al tanque, mezclándose con la atmósfera original del tanque, para formar una mezcla homogénea. Al continuar la inyección, la concentración de gases (oxígeno y gases de hidrocarburo) de la atmósfera inicial, se reducen progresivamente, al ser evacuados por el sistema de respiración del tanque.

La característica de este método, es la gran velocidad con la que se inyecta el gas inerte, suficiente para que penetre hasta el fondo del tanque, desplazando y elevando los gases hacia el sistema de ventilación de la parte superior del tanque. Por esta razón se establece un límite de números de tanques, que puedan ser inertizados de forma simultánea.

3.3.2 Desplazamiento

El gas inerte (1,05 g/l) es levemente más liviano que el gas de hidrocarburo (densidad promedio de 2,0 g/l), de manera que mientras el gas inerte ingresa por la parte superior del tanque, el gas de hidrocarburo más "pesado", escapa por tuberías dispuestas en el fondo del tanque.

La velocidad de inyección del gas inerte es muy baja, de manera que se forme una superficie de interfase horizontal estable, entre el gas entrante y el saliente, aunque en la práctica, se produce algo de dilución debido a la turbulencia causada por el flujo de gas inerte. Este método permite la inertización o purga de varios tanques a la vez.

3.4 Descripción básica y operación del sistema

El sistema funciona, transportando gases pobres en oxígeno, desde la planta de la fuente, a los espacios requeridos, como doble fondo (SOLAS capítulo II-2, regla 4, 5.5), líneas de carga, tanques slops y especialmente tanques de carga.

Desde la generación, hasta la llegada a los tanques de carga, existen mecanismos que tienen por objetivo, dejar al gas inerte en condiciones de uso, para que éste no pueda, contaminar la carga o dañar la estructura interna del tanque. Esta sección detallará, de forma general, esos mecanismos y los principales componentes de un sistema de gas inerte.

El sistema de gas inerte es proyectado, construido y sometido a pruebas de conformidad de lo dispuesto en el “Código Internacional de Sistemas de Seguridad contra Incendios” (SOLAS, capítulo II-2, regla 4, 5.5.1.1).

3.4.1 Descripción del sistema

El gas inerte va, desde la fuente de gas inerte, a un depurador, luego circulará por un soplador, el cual envía el gas a las líneas de distribución a los espacios requeridos.

3.4.1.1. Fuentes de gas inerte.

Los gases inertes puros como; helio, kriptón, argón, neón, xenón y radón, no se utilizan en petroleros, debido a su alto costo, por lo que a bordo se utilizan gases provenientes de:

- Generadores independientes de gas inerte.
- Turbinas a gas.
- Calderas principales o auxiliares (petroleros antiguos).

Se pueda dar el caso, que un petrolero tenga por ejemplo, un sistema de generadores de gas inerte también tenga implemente la caldera como fuente, en caso que el generador esté fuera de servicio.

Para obtener la condición “inerte” (concentración de oxígeno menor al 8% en volumen) se necesita que en la fuente de generación, el gas inerte contenga una concentración no mayor al 2% de oxígeno.

- Generadores independientes de gas inerte y turbinas a gas:

Cuando un buque está equipado con un generador de gas inerte o una planta de turbina de gas, el contenido de oxígeno, es controlado automáticamente dentro de límites más precisos, por lo general dentro del rango del 1,5% al 2,5 % en volumen y usualmente no excede el 5%.

- Calderas:

El sistema de gas inerte implementado a partir de los gases de escape de la caldera, es característico de buques tanque antiguos.

Componentes típicos del Gas de caldera	Cantidad expresada en volumen
Nitrógeno (N ₂)	83%
Dióxido de Carbono (CO ₂)	13%
Monóxido de carbono (CO)	0,06 %
Oxígeno (O ₂)	4%
Dióxido de Azufre (SO ₂)	50 ppm
Oxido de Nitrógeno (NO _x)	presente
Vapor de Agua (H ₂ O)	presente
Cenizas y hollín (C)	presente

Tabla 6. Composición aproximada de los gases de la caldera.

La tabla 6 muestra componentes deseables del gas de escape, como también los componentes indeseables. El CO₂, es un gas altamente corrosivo, y debe ser purificado antes de que entre a los tanques de carga.

3.4.1.2. Depurador o lavador.

Los gases provenientes de cualquiera de estas fuentes, son guiados hacia una torre de lavado, llamada depurador o lavador. Aquí los gases se enfrían y se reducen las impurezas y componentes corrosivos, mediante numerosos chorros de agua, fijados en varios niveles de la torre. Una vez en la parte alta del depurador, el gas inerte pasa a un dispositivo llamado soplador.

El material de construcción del depurador, debe ser del tipo anticorrosivo.

3.4.1.3. Soplador o ventilador

Luego del depurador, el flujo de gas es acelerado por un medio llamado ventilador o soplador. El cual da velocidad al gas inerte. Son por lo menos dos ventiladores dispuestos en el diseño del sistema, pero se ocupa solo uno, dejando el otro de respeto. En las conexiones de aspiración y descarga de los sopladores, existen dispositivos de cierre, para una parada automática, en caso de:

- Presión o caudal bajo de agua, en la entrada del depurador
- Alto nivel de agua en el depurador
- Alta temperatura del gas, a la salida del depurador

3.4.1.4. Válvula reguladora del gas

Instalada a la salida de los sopladores, es una válvula que regula automáticamente el flujo de gas inerte hacia los tanques. Tiene un cierre automático para diferentes escenarios, entre los cuales está:

- Falla de los sopladores.
- Alta y baja presión de agua en el depurador.
- Alta temperatura del gas inerte, a la salida del depurador.

Luego de pasar por la válvula reguladora de presión, el gas inerte es enviado a la línea de distribución, la cual entrega gas inerte a los espacios requeridos, principalmente los tanques de carga. El nivel de oxígeno en las líneas de distribución, no debe ser mayor a un 5 % de volumen (Código SSCI, punto 2.2.1.3).

3.4.1.5. Protección contra el retroceso de gas.

La línea de distribución, naturalmente, es una unión directa, entre los tanques de carga y la fuente del sistema, sea la caldera o un generador independiente. Generando el peligro de incendio o explosión, si debido a la presión, sucediera un retorno de los gases de hidrocarburo, desde los tanques de carga, hacia espacios de sala de máquinas. Por ello, se implementan diferentes medios de protección contra este evento.

Los medios más comunes son:

- **Sello de agua de cubierta:** Esta dispuesta después de la válvula reguladora de la presión, e impide el contra-flujo de gases de hidrocarburos, que pudiera presentarse desde los tanques de carga.
- **Válvula de no-retorno:** Medio de protección ubicado a continuación del sello de agua de cubierta. Esta válvula se cerrará si el flujo de gas inerte desciende o si se desarrollara un retroceso de gas desde los tanques de carga.
- **Válvulas de corte en la entrada de los tanques.**

3.4.1.6. Protección de los tanques de carga

Los tanques de carga son construidos para resistir grandes esfuerzos, como el peso de la carga, y las presiones ejercidas por el mar. Sin embargo, éstos son vulnerables al daño estructural, en el evento de ser sometidos a excesiva presión o vacío. Por ello, se implementa un sistema de respiración, que mantiene las presiones en el interior del tanque, dentro de los límites de diseño.

El sistema de respiración lo componen:

- **Válvulas de presión/ vacío (válvulas 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. Generalmente cada tanque tiene dispuesta una válvula P/V.
- **Regulador de presión/vacío (P/V breaker):** El regulador presión/vacío está instalado en la línea de distribución del gas inerte. Este contiene un líquido, que puede ser agua, o en caso que se transite en climas fríos, una mezcla de glicol/agua. Cuando esté ocurriendo un sobre-presión en el sistema, el líquido es forzado a salir del regulador y el exceso de presión es evacuado a la atmósfera. En el caso que el sistema este siendo sometido a “vacío”, el líquido del regulador será succionado a la línea de ventilación, aliviando el vacío por el arrastre de aire hacia los tanques de carga. Este dispositivo entra en funcionamiento cuando las válvulas P/V estén obstruidas. Se disponen de dos o más reguladores, ubicados y proyectados a la misma altura y distancias horizontales que las válvulas P/V. El regulador P/V, solo puede funcionar si las válvulas de corte de los tanques están abiertas. Las válvulas P/V deben operar por adelantado a escenarios de sobre-presión y vacío, para evitar la operación innecesaria de los reguladores P/V.

Cuando se requiera desalojar grandes volúmenes de vapores (gas inerte e hidrocarburo), en el caso de operaciones de carga, descarga y desgasificación, los dispositivos de ventilación con los que disponen los Petroleros son los siguientes:

- **Mástil de evacuación:** Este dispositivo permite la evacuación desde los tanques, de grandes volúmenes de vapor de hidrocarburo, aire y gas inerte, a la cubierta sin riesgos de incendio y/o explosión. La salida del mástil estará ubicada, como mínimo a 6 metros por sobre la cubierta de carga y horizontalmente como mínimo a 10 metros de la superestructura y maquinaria de cubierta que pueda ser fuente de ignición para los vapores expulsados. Se instalan, generalmente, dos mástiles de evacuación en un buque.
- **Orificios de respiración:** Sistema que permite la descarga de las mezclas de vapores de los tanques a gran velocidad (velocidad de salida mínima de 30 m/s). Estos orificios estarán dispuestos a una altura mínima de 2 metros por encima de la cubierta de tanques de carga y a una distancia mínima de 10 metros en el sentido horizontal de la superestructura y de la maquinaria de cubierta que pueda ser fuente de ignición. Los orificios de respiración de gran velocidad, están proyectados para evacuar, al régimen máximo de carga de la nave, multiplicado por un factor de seguridad de 1,25 (SOLAS,

capítulo II-2, regla 11-6.4). Asegurando con esto, que siempre la presión en el tanque esté dentro de los límites de diseño

El sistema de respiración de los tanques, está provisto de dispositivos que impiden el paso de fuego, hacia el interior.

3.4.2 Instrumentación del sistema.

El sistema de gas inerte, tenga una fuente de, gases de combustión o de un generador independiente, está equipado con una serie de instrumentos, instalados en varios puntos del sistema, que indican diferentes eventos, que se puedan generar en la operación del sistema. Las alarmas más generales son:

En el Depurador

- Bajo caudal de agua en el depurador.
- Alto nivel de agua en el depurador.
- Nivel de oxígeno.

En los Sopladores

- Falla de los sopladores
- Alta temperatura del gas (en la descarga del soplador).
- Analizadores de oxígeno (en la descarga del soplador).

En la Línea principal del gas inerte

- Baja presión del GI
- Alta presión del GI
- Nivel de oxígeno

En los Tanques de carga (incluidos Slops)

- Sensores de Presión.
- Nivel de oxígeno
- Nivel de gas de hidrocarburo
- Posición (abierta o cerrada) de las válvulas de corte.

Estos instrumentos indican alarmas acústicas y visuales, las cuales se leen y tienen sus controles en la “sala de control de carga” de la nave. Además estas alarmas tienen repetidores en las sala de máquinas. En el puente de navegación están dispuestas también, repetidores de lecturas de las alarmas de presión de gas inerte, de la línea de suministro y de los tanques de carga.

3.4.3 Operación básica del sistema aplicado a operaciones de manipulación de carga

Un sistema de gas inerte implementado a bordo, deberá:

- Inertizar los tanques de carga vacío, por reducción del contenido de oxígeno de la atmósfera de cada tanque, a un nivel que la combustión no sea posible.
- Mantener el tanque de carga con un contenido de oxígeno, que no exceda el 8% del volumen total, en todas las fases operativas. Excepto cuando el tanque de carga esté desgasificado, por motivos de inspección, trabajos, etc.
- Asegurar una presión positiva mínima en los tanques (+100 mm de H₂O, sobre la atmósfera).
- Evitar que el gas inerte provoque corrosiones indeseables en la estructura metálica de los tanques, contaminación o decoloración en la carga transportada.

A. Inertización de tanques vacíos y desgasificados.

Antes que se ponga en funcionamiento el sistema de gas inerte, toda la instrumentación es probada y calibrada. Los medidores portátiles de oxígeno e hidrocarburo también son preparados para su uso.

Comienza la inyección de gas inerte. Al mismo tiempo se evacua el aire del tanque hacia la atmósfera. Esta operación es continua hasta que el volumen de oxígeno no supere el 8 %, obteniendo una condición inerte en el tanque. El nivel de oxígeno no aumentará si se mantiene una presión positiva.

Cuando todos los tanques han sido inertizados, se mantienen conectados a la línea principal de distribución del gas inerte, para mantener la presión positiva, utilizando el sistema para introducir gas inerte, cuando sea necesario.

B. Operación de carga

Los tanques que se van a cargar, mantienen una presión positiva de gas inerte, con un 8% de volumen de oxígeno, antes de llegar a la terminal.

Antes de cargar el producto, la planta de gas inerte es parada y aislada. Comienza la operación de carga y con esto son venteados por el sistema de respiración, mezcla de gas inerte y los vapores de hidrocarburo que expelle la carga que está ingresando al tanque. Al finalizar la operación de carga, el sistema de gas inerte es puesto nuevamente en funcionamiento, re-presurizando los tanques, hasta alcanzar un volumen de oxígeno de 8%. Luego el sistema es cerrado y aseguradas todas las válvulas aislantes de seguridad.

C. Viaje cargado

Cuando el buque ya está en viaje y cargado, el contenido de gas inerte en los tanques es controlado, manteniendo siempre una presión de gas inerte en el espacio de vacío del tanque, a fin de evitar el ingreso de aire. Si aumentara el volumen de oxígeno, a un nivel de alarma, la planta de gas inerte es puesta nuevamente en funcionamiento, hasta recuperar la presión adecuada en los tanques.

D. Operación de descarga

El suministro de gas inerte es constante, durante las operaciones de descarga y lavado, a fin de evitar el ingreso de aire en los tanques. El suministro incluye los tanques slops.

Se inertiza inicialmente, las líneas, mangueras o brazos articulados de descarga, antes de comenzar las operaciones. Una vez iniciada la descarga, se controla el gas inerte, a fin de ir manteniendo siempre una presión positiva en los tanques, para evitar que entre aire.

Si la planta de gas inerte sufre algún desperfecto durante la descarga, la presión positiva se perderá rápidamente. Por lo que se detiene de inmediato la descarga del producto, para evitar que se forme vacío en los tanques e ingrese aire.

Los buques petroleros que transportan cargas pesadas, no pueden retomar la descarga, hasta tanto se haya reestablecido el funcionamiento de la planta de gas inerte o se haya provisto una fuente alternativa de gas inerte. Como ya se mencionó en el capítulo 2, el ingreso de aire en los tanques de carga, producirá “Sulfuro de hierro pirofosfórico”, que es una fuente de ignición química, que puede encender una eventual mezcla inflamable en el tanque.

En el caso de los buques que transportan cargas limpias, si se resolviera continuar con la descarga sin el suministro de gas inerte, la condición no-inflamable del tanque se perderá por completo, por el ingreso de aire a éste. Por lo tanto la descarga no se retoma hasta que todas las partes involucradas, lo hayan acordado por escrito y hayan tomado todas las precauciones necesarias.

E. Viaje en lastre.

Durante el viaje en lastre, los tanques que no fueron desgasificados, permanecen bajo condición inerte y con presión positiva, para evitar el ingreso de aire.

F. Purga

Cuando se requiere desgasificar un tanque después del lavado, se “purga” con gas inerte, para reducir el contenido de gas de hidrocarburo hasta un 2 % en volumen. Así la atmósfera dentro del tanque, pasará de la condición inerte a desgasificado, sin transformarse en una mezcla inflamable, en el transcurso que se introduzca aire. Evitando peligros de explosión o incendio, si se presentara una fuente de ignición durante la desgasificación (ver figura 10).

G. Desgasificación

La desgasificación busca tener un ambiente con aire normal, o sea con un volumen del 21% de oxígeno en los tanques de carga, para realizar inspecciones o reparaciones. Antes de comenzar la operación de desgasificación, el tanque es aislado del ingreso de gas inerte y de los tanques que se encuentren cargados.

3.5 Peligros del Gas inerte

El requerimiento primario del gas inerte, es que tenga un nivel de oxígeno bajo. Y este es el principal riesgo, que presenta a la salud del personal.

Los primeros síntomas de un atmósfera pobre en oxígeno (una cantidad por debajo del 21 % en volumen), son una respiración más rápida y profunda. La exposición a una atmósfera con un contenido de oxígeno inferior al 10 % en volumen, causa inevitablemente la inconsciencia, seguida por el cese de la respiración. La víctima debiera ser trasladada de inmediato un lugar abierto, para practicarle ejercicios de resucitación. Una atmósfera bajo el 5% de volumen de oxígeno, causa la muerte sin más advertencia que un suspiro.

3.5.1 Gas inerte en cubierta.

En las operaciones de carga, donde el principal gas que se ventea al comienzo, es gas inerte, pueden ser arrastrados por el viento hacia cubierta, donde presentaría un peligro para la tripulación que circule en esas zonas. En estos casos, los trabajos que no sean imprescindibles, no se realizan. Si los trabajos fueran necesarios, se toman todas las medidas de seguridad, como equipos de protección para la tripulación.

3.5.2 Medición e inspección a los tanques desde las escotillas de carga

Siempre que sea posible, las mediciones y toma de muestras se obtienen a tanque cerrado. Cuando esto no sea posible será necesario emplear mediciones a tanque abierto. Esto implica el ingreso de equipo al interior del tanque, por bocas de sondaje o tomas de muestras habilitadas. El personal estará expuesto a concentraciones de gases de hidrocarburo e gas inerte. Dependiendo de la naturaleza de la carga y los límites de exposición permisible, se considera el uso de equipos de protección, para esas labores.

3.5.3 Toxicidad de gases de la caldera.

Como se mencionó, la caldera, en buques tanque antiguos, es ocupada como fuente de gas inerte. Aparte que los gases son pobres en oxígeno, presentan otros peligros para la salud.

Durante inspecciones o reparaciones al depurador del sistema, se pueden presentar gases de la combustión (ver tabla 6), por lo que se toman las medidas de seguridad correspondientes.

- **Monóxido de carbono:** Presente en baja cantidad en el depurador, pero en condiciones anormales de funcionamiento de la caldera, puede llegar a un volumen de 200 ppm. Causa asfixia inducida químicamente, al restringir la captación de oxígeno por la sangre. Puede causar la muerte por envenenamiento en pocos minutos, porque substituye al oxígeno en la hemoglobina de la sangre. Su TLV, es de 50 ppm.
- **Dióxido de azufre:** La exposición de altas concentraciones por períodos cortos de tiempo, puede irritar el tracto respiratorio, causar bronquitis y congestionar los conductos bronquiales. Su TLV es de 2ppm. Posee un olor característico.
- **Óxidos de nitrógeno:** Los gases de combustión presentan una mezcla de alrededor de 200 ppm en volumen de óxidos de nitrógeno. La mayoría es óxido nítrico (NO), el cual no puede ser extraído por el depurador del “sistema de gas inerte”. El óxido nítrico reacciona lentamente con el oxígeno, formando peróxido de nitrógeno (NO₂) que a los días se transforma en óxido nítrico. El óxido nítrico tiene un TLV de 25 ppm. Y el peróxido de nitrógeno aun más tóxico, tiene un TLV de 3 ppm.

Capítulo IV. Sistema de lavado de los tanques de carga

4.1 Introducción.

Los primeros Petroleros usaban sus tanques, para la carga y también para lastre. Estos eran llamados, tanques de lastre limpio (Clean Ballast Tank) y eran muy propensos a contaminar, si no se les ejecutaba una buena limpieza. Por normativa MARPOL (anexo I, regla 13), estos buques no se construyen en la actualidad.

Los objetivos de la limpieza de los tanques de carga, ha cambiado, desde la aparición de los petroleros con tanques de lastre segregado (SBT) en los años 80, de doble casco (DHT) en los noventa y en la actualidad petroleros “Ecologic Tank” (ET), que rara vez son usados para transportar lastre. Si en el comienzo, un buen lavado de los tanques de carga, era para prevenir la contaminación, hoy los criterios de limpieza se basan en exigencias que las industrias petroleras hacen, a los espacios donde se transportarán sus productos.

4.2 Limpieza de los tanques de carga.

4.2.1 Orígenes:

Toda la limpieza de los tanques, en los comienzos, se realizaba con agua de mar o dulce, usando las mangueras de incendios. Se calentaba el tanque, se lavaba y se efectuaba un achique continuo, retirando los sedimentos de forma manual.

Con los avances tecnológicos, a medida que pasaban los años, hizo disminuir la dotación de los buques, en contraste con el aumento del tonelaje y porte. Con esto el método de lavado manual se volvió dificultoso.

En los 50s, aparecieron las máquinas portátiles de lavado, y en los 60s, las máquinas fijas. Con esto la eficiencia del lavado de los tanques aumentó, pero aparecieron otros problemas, relacionados con el agua utilizada en el lavado.

Inconvenientes con el agua:

- Un aumento considerable de la cantidad de agua que se usada en cada lavado, en buques de gran tonelaje como VLCC y ULCC.
- El agua no evitaba la acumulación de sedimentos en los tanques.
- El agua contribuía a la corrosión de la estructura interna del tanque
- Al ocupar agua de mar en los lavados de los tanques, la nueva carga contenía siempre, un pequeño porcentaje de sal, indeseable en las refinerías.

La solución para buques de gran porte, que generalmente transportan crudo, fue el reemplazo del agua, como agente de limpieza, por el mismo petróleo crudo que se transportaba. Una alta presión del lavado, combinado con los componentes solventes del crudo, resultó la solución para los inconvenientes nombrados.

En el caso de buques que transportan productos refinados (que son de menor porte), se protegió la estructura interna de los tanques, con revestimientos especiales, llamados “coating”, que preservan aun más la calidad de las cargas “limpias” y evitan la corrosión que se producía al lavar con agua. Además de utilizar, una serie de productos químicos, que mejoran el resultado final de la limpieza.

4.2.2 Consideraciones de un plan general de limpieza.

La limpieza de los tanques de carga, es parte del plan general de descarga, e indistintamente si se realiza una limpieza con crudo o con agua, se cumple lo siguiente:

A. Sistema de gas inerte.

Vital es la cantidad de oxígeno que haya en los tanques que van a ser lavados. La lectura es la siguiente; se mide el volumen de oxígeno, tanto a 1 metro por debajo de la cubierta, como en la mitad del espacio vacío. Para efectuar el lavado, las lecturas de oxígeno deben ser de un volumen menor al 8%. Si durante el lavado, el nivel de oxígeno en el tanque excede el 8 %, o la presión del gas inerte en los tanques deja de ser positiva, se interrumpe el lavado y pone en funcionamiento el sistema de gas inerte, para restablecer las condiciones satisfactorias.

B. Maquinas lavadoras y líneas.

Se realiza una inspección general, a las maquinas, fijas o portátiles, mangueras y líneas de distribución, antes de efectuar cualquier tipo de lavado.

- La carcasa de las máquinas lavadoras, son “a prueba de explosión” y con circuitos eléctricos “intrínsecamente seguro”, siendo incapaces de originar una fuente de ignición, tanto mecánica como eléctrica.
- El acoplamiento de la manguera, establece una continuidad eléctrica efectiva entre la máquina de lavado, y las mangueras. Para así evitar una descarga electrostática en el interior del tanque.
- Las mangueras cuenta con una marca indeleble, donde llevan un registro donde conste la fecha y el resultado del test de continuidad eléctrica.
- Al utilizar máquinas de lavado portátiles, estarán conectadas a tierra, para evitar una descarga, entre la máquina y la atmósfera del tanque, posiblemente dominada por una niebla (de agua) eléctricamente cargada, generada durante el lavado.

C. Tanques de decantación.

Los restos del lavado, llamados reachique, son enviados a uno o dos tanques de decantación a bordo llamados “Slops”, desde donde se descargan posteriormente a tierra. Cualquier tipo de residuo que haya quedado en los tanques descargados, puede contaminar el próximo cargamento.

D. Otras consideraciones:

Normalmente y dependiendo del tipo de producto a cargar, acudirán a bordo, inspectores, de las terminales o independientes (vettings), que chequearan la condición del o los tanques a cargar. El oficial responsable lleva un registro de todos y cada uno de los pasos, del lavado que se efectuó a los tanques que se cargarán.

Los registros de limpieza de los tanques, incluyen entre otros datos.

- Aditivos o detergentes utilizados
- Tiempo de duración del lavado
- Etapas del proceso
- Producto descargado
- Incompatibilidad con otras cargas, si era soluble al agua.
- Nombre y firma de los responsables.

4.3 Lavado a base de agua y otros productos

Las etapas generales, de un lavado con agua y productos químicos son:

1. Prelavado: Se elimina la mayor parte de los residuos del último cargamento
2. Lavado: se lava el tanque con agua salada, aplicando de ser necesario, detergentes para mejorar el grado de limpieza.
3. Enjuague: Se eliminan los residuos de detergente
4. Lavado con agua dulce: Se eliminan los restos de agua de mar
5. Secado: Se elimina los últimos restos de agua del tanque.

4.3.1 Método de lavado.

El número de ciclos de la máquina, está determinado por la experiencia que se tenga en el lavado del producto. La temperatura del agua es de acuerdo a lo recomendado para cada producto, teniendo especial cuidado con el recubrimiento que tenga el tanque.

Los métodos de aplicación del agua y detergentes.

- Inyección: Se inyecta agua de lavado directamente al tanque, a través de máquinas.
- Vaporización: Consiste en introducir agua hasta cubrir los serpentines, añadiendo luego el detergente. El tanque se calienta hasta que el solvente se evapora, pegándose en las paredes del tanque. Luego se aplica el lavado y se enjuaga nuevamente con agua.

Consideraciones especiales para la vaporización.

- Este método es solo para ciertos productos.
- La concentración de gas de hidrocarburo, no deberá exceder el 10% del límite LIE antes del lavado con vapor.
- Los productos químicos de limpieza, pueden introducir un riesgo de toxicidad por inhalación. Los gases producidos por la vaporización, pueden afectar al personal que esté ejecutando el lavado, por cual es importante estar al tanto de los valores límites de exposición, de cada detergente, siguiendo las instrucciones y recomendaciones establecidas por los fabricantes de los productos de limpieza.

4.3.2 Algunos métodos específicos de limpieza.

De gasolinas a; diesel oil, kerosene, kerosene de aviación, Nafta, se aplica:

- Lavado con agua, a 50 °C, por dos horas
- Drenado de tanques, líneas y bomba
- Secado de tanques

De diesel oil a; gasolinas, kerosene, kerosene aviación, nafta, se aplica:

- Lavado con abundante agua de mar fría por dos horas
- Lavado con agua de mar a 80 °C y 0,05% de detergente por una hora.
- Lavado con agua dulce a 80 °C por media hora
- Vaporización
- Drenado de tanques, líneas y bombas
- Secado de los tanques.

4.4 Lavado con petróleo crudo (COW)

La operación de lavado con crudo (crude oil washing, COW), es realizada generalmente, mientras el buque se encuentra en el puerto de descarga. Permitiendo realizar una limpieza de los sedimentos del crudo, que han quedado adheridos en las superficies del tanque, después de la descarga de éste. Obteniendo como resultado, la remoción total de los residuos, que raramente sobrepasan el 0,00085 de la capacidad del tanque, y la opción de poder descargar a tierra esos sedimentos diluidos del lavado, como parte de la descarga del crudo.

Un COW eficiente, busca aparte de la limpieza del tanque, evitar el “ROB”, que es la cantidad de cargamento, bombeable o no, que queda a bordo después de la limpieza de los tanques. Dependiendo del contrato de fletamento, el valor del ROB, puede ser deducido del flete pagable, al armador.

Algunas desventajas del COW:

- El sistema esta limitado solo a cierto tipo de crudos.
- Mayor tiempo de descarga. Entre un 20 % y 25% del tiempo de estadía
- Se generan gases adicionales de hidrocarburo, pudiendo presenta riesgo de incendio y/o explosión. De ahí la importancia de la operación del sistema de gas inerte, durante el lavado. Si el sistema de gas inerte no está operativo, el COW no se puede efectuar.
- Este tipo de lavado puede presentar, pérdida de crudo en tuberías y peligro de derrame, si no existe una familiarización adecuada con el sistema y una buena planificación de la operación.

4.4.1 El crudo como solvente:

Algunas sustancias aumentan su grado de solubilidad en proporción a su velocidad de agitación. Un ejemplo simple es el azúcar. Si se deposita un terrón en un vaso de agua, se disuelve en forma lenta, pero si lo agitamos se disuelve al instante. Estas sustancias se denominan Tixotrópicas, y es el caso del petróleo crudo. Cuando se lo proyecta con fuerte impacto, por medio de las máquinas de lavado, se produce una intensa y súbita agitación, que disuelve los residuos y sedimentos de los componentes livianos del crudo (parafinas y bitúmenes), dejando a veces, la superficie interna del tanque, cubierta de una fina capa oleosa, llamada “clinaje”, sobre la cual es factible cargar encima otro cargamento de crudo compatible (sistema LOT, load on top, implementado en los 60s). O aplicar un breve lavado con agua, para preparar el tanque para otra carga incompatible con la anterior.

4.4.2 Etapas del lavado.

Estas son:

- **Lavado en una etapa:** Consiste en lavar el tanque en su totalidad, hasta que quede limpio, de forma continua y sin interrupciones. Para ello, no se permiten acumulaciones de líquido en el piso del tanque, durante el proceso de lavado.
- **Lavado en dos o más etapas:** Consiste en efectuar la operación con interrupciones durante el tiempo que dura la descarga, aprovechando las zonas que quedan libres de crudo, para ir efectuando el lavado ahí.

4.4.3 Equipos necesarios para el COW.

Los equipos y sistemas necesarios son:

- 1) Máquina para el lavado
- 2) Líneas del sistema
- 3) Bombas
- 4) Sistema de reachique

1) Máquina para el lavado con crudo:

Estas máquinas de lavado son del tipo fijas y están montadas de forma permanente, con métodos de apoyo satisfactorios que impiden vibraciones excesivas.

Tipos de máquinas:

- **De cañón único:** Constan de una sola tobera, con movimientos horizontal, vertical y de rotación simultáneos. Permite lavar áreas específicas del tanque, pero el ángulo deber ser ajustado a mano. Se usan en varias etapas.
- **De cañones múltiples:** Son de etapa única y no necesita ajuste de ángulos de lavado, sólo lava por vías diseñadas. Operan al máximo ciclo, para efectuar un lavado completo.

Suministro de petróleo crudo a las máquinas COW.

Dos métodos son usados para proveer el crudo de suministro para las máquinas COW.

- **Método secuencial.** El crudo utilizado para lavar los tanques de carga, es tomado desde la misma carga a granel. Éste es desviado desde las líneas de descarga a las maquinas COW. El crudo es usado solamente una vez y los residuos del tanque son enviados a tierra o al tanque Slop.
- **Método de reciclaje.** No usa crudo de los tanques de carga. El depósito es usualmente de los tanques slops, enviado directamente a las líneas de suministro y máquinas COW. El drenaje, desde el tanque que está siendo lavado es devuelto a la misma fuente y re-usado para otro lavado. El crudo reciclado no debe ser usado más de dos veces, porque los solventes contenidos, serán agotados.

Uso del petróleo crudo pesado.

Petróleo crudo es el término genérico para muchos tipos de crudo. Como ya se mencionó, no todos son apropiados para un COW. Algunos bajos o de alta viscosidad, causa dificultades y su uso no es recomendado.

Los crudos con alta viscosidad cinemática, requieren calentarse para ser bombeados eficientemente, por lo que son llevados a tanques con serpentines de calentamiento, antes de utilizarle para el lavado. El petróleo crudo se puede solidificar, a menos que éste, sea drenado desde las líneas de suministro COW, inmediatamente después de finalizado el lavado.

Descarga de petróleo húmedo

Las mezclas de petróleo crudo y agua pueden producir durante el lavado, una niebla eléctricamente cargada. Por lo que resulta importante el uso de petróleo crudo “seco”. Si fuese necesario, antes de iniciar el lavado, todo tanque que será fuente de crudo para el COW, es parcialmente descargado, para extraer el agua decantada durante el viaje. Para ello se necesita la descarga de una capa de al menos un metro de profundidad.

Por la misma razón, si se va a utilizar un tanque de slop como fuente de crudo, se descargará totalmente a tierra, si fuese necesario, para luego cargarlo como crudo “seco”.

2) Líneas del sistema.

El sistema de tuberías que provee el crudo a las máquinas de lavado, presenta las siguientes características:

- El sistema de líneas es fijo y solidamente afirmado a la estructura del buque. Soporta una presión de hasta 16 kg/cm^2
- Dispone de medios para evitar sobre-presiones, como válvulas de alivio o sistemas de recirculación.
- Todas las líneas son probadas entre 1 a 1,5 veces la presión de trabajo, al ser instaladas.
- Las normas no establecen valores mínimos de caudales y presiones de trabajo, pero por lo común se acepta una velocidad de flujo mínima del orden de 5 a 6 m/s y una presión de trabajo de las máquinas entre 8 y 9 kg/cm^2 .
- Las líneas poseen un diámetro tal, que permite operar con el mayor número de máquinas de lavado de forma simultánea, a presión de trabajo.

3) Bombas:

Las bombas que proveen de crudo a las máquinas de lavado, son normalmente las de descarga de la nave. La capacidad de las bombas, debe ser suficiente para proveer el caudal necesario para operar en forma simultánea, todas las máquinas de lavado establecidas en el diseño del buque.

4) Sistema de reachique:

El sistema de reachique de los tanques, es una de las partes vitales para asegurar un buen resultado de limpieza. El diseño y capacidad permite que al finalizar la operación, los tanques queden libres de todo residuo y acumulación de sedimentos. La capacidad de reachique, es el caudal de todas las máquinas de lavado, multiplicado por un factor de seguridad de 1,25.

El barrido puede ser por medio de bombas o eductores. En el caso de las bombas, de no ser posible efectuar la operación con la bomba de carga principal, se usa una bomba y línea de menor capacidad para barrer el tanque. La operación con bombas es delicada y se corre el riesgo de dañarla, por lo cual, el eductor es el método preferido para el barrido.

El eductor aspira todo el crudo usado en la limpieza, mediante una válvula de succión potente, que no requiere monitoreo, durante su operación.

Terminado el reachique, se procede a abrir las válvulas de la línea de carga principal y se vacían. Estos restos también son enviados a los slops o descargados directamente a tierra.

4.4.4 Notificación previa

Cuando se efectúe un COW, durante la operación de descarga, el capitán debe informar a la autoridad competente y a la terminal, con la antelación que sea requerida. Esta notificación debe con 24 horas de anticipación.

La terminal es informada de detalles específicos, como los tanques que serán lavados y el grado del crudo que será usado como fuente. Solo una vez que el buque recibe la aprobación, se procede con la operación. Algunas terminales tienen listas de chequeo adicionales, para la operación de un COW.

4.4.5 Planificación del COW

La planificación comienza con una reunión pre-descarga, donde los oficiales responsables y cada persona involucrada, estará totalmente enterada de sus responsabilidades en la operación. Como ya se mencionó, el COW es parte del plan de descarga. El plan indicará, los tanques a descargar, las bombas, líneas y eductor que se usarán, con periodos y lapsos de tiempo, desde el comienzo de la descarga hasta el final del lavado.

Existe un manual de operaciones y equipo COW, que posee cada buque que tiene implementado el sistema. Aquí se proporciona detalles de procedimientos específicos a ser llevados durante la operación COW. Además el manual contiene listas de chequeos, pre-arribo, antes de la partida, durante y después del lavado, necesarias para una operación segura y eficiente.

Chequeos COW pre-arribo.

Antes de arribar a la terminal donde se planea efectuar el COW, se verifica el estado del sistema de lavado, mediante una lista de chequeo pre-arribo, donde, en resumen, se verifica que:

- Las líneas sean probadas a la presión de trabajo, para detectar posibles filtraciones.
- Todas las máquinas sean operadas brevemente, para chequear su funcionamiento y posibles filtraciones.

Los resultados de la lista, son anotados en la bitácora de cubierta, con las soluciones adoptadas en caso de encontrar algún desperfecto en el sistema. La realización de este chequeo pre-arribo, es confirmado en la lista de chequeo general que completa el buque y la terminal, previo a una operación de descarga.

Chequeos antes de la partida del COW.

Después de la operación de descarga y antes de empezar el lavado, se efectúa una nueva lista de chequeo, la cual tiene por objetivo asegurar que:

- Los procedimientos para abortar el COW estén acordados.
- Los analizadores de oxígeno fijos y portátiles estén calibrados y operando correctamente.
- Los tanques a ser lavados, tienen un nivel de oxígeno menor al 8%, o de 5% si así lo requiere la terminal.

- El sistema de gas inerte está operando correctamente y que todos los tanques de carga, tengan una presión positiva de gas inerte.
- Haya sido asignada una persona responsable, para estar en cubierta, todo el tiempo que dure el lavado.
- Las máquinas de lavado fijas, de una tobera, estén con los ángulos ajustados para el lavado.

Chequeos durante el COW.

Durante el COW, el sistema está bajo constante vigilancia. La persona responsable en cubierta, está reportando al oficial a cargo, a intervalos cortos, que todo marche en orden. Este oficial efectuará otra lista de chequeo, que asegure que:

- El nivel de oxígeno en los tanques siga siendo el correcto (menos del 8% de Vol)
- Las máquinas COW están siendo monitoreadas, para asegurar que estén operando correctamente.
- El sistema de líneas del COW este constantemente monitoreado, por posibles filtraciones.
- El suministro de crudo este haciendo hecho solo a las máquinas de los tanques designados.
- La presión del crudo de suministro, es la acordada en el plan.
- El ullage de los tanques slops u otro tanque designado para recibir los achiques de los lavados, esté siendo monitoreado frecuentemente, para prevenir rebalses.

Chequeos después del COW.

Finalizado el lavado, es necesario asegurar el sistema. Esto se realiza mediante una última lista de chequeo, la cual comprueba que:

- Las líneas de suministro COW, bombas y líneas de carga, fueron drenadas de todo crudo. Esto es esencial cuando han sido usados crudos pesados, para evitar que éste se solidifique.
- Todas las válvulas de suministro a las máquinas COW, estén cerradas y trincadas.
- Todas las válvulas del manifold de descarga y las líneas del COW estén cerradas

Supervisión.

El oficial responsable de las operaciones COW, es una persona calificada, de acuerdo a los requerimientos impuestos por la administración (bandera del buque). El oficial responsable de la operación posee:

- Al menos un año de experiencia en un buque tanque, donde se efectúe lavado con petróleo crudo. O bien haber completado un curso de lavado con crudo, debidamente acreditado.

- Haber participado como mínimo en dos programas de lavado con crudo, uno de los cuales en el mismo buque, donde postula a ser responsable.
- Dominar a fondo el manual de equipos y operaciones COW.

4.4.6 Consideraciones finales.

Para una operación eficiente del sistema COW, se necesita que:

- Los tanques que están siendo lavados deben ser mantenidos libres del líquido residual del lavado de todo el fondo.
- Que los chorros abarquen toda la estructura del tanque.
- Que el suministro de petróleo crudo sea efectuado a la presión correcta.
- Que el petróleo crudo sea el apropiado para el COW.
- Que el suministro del crudo este a la temperatura adecuada.
- Que el sistema de gas inerte esté operando satisfactoriamente.

4.5 Reglamentación.

A continuación, se resume la reglamentación relacionada con la limpieza de los tanques de carga, que MARPOL 73/78 menciona en su anexo I.

Regla 1. Definiciones.

Buque nuevo, Buque cuyo contrato de construcción es adjudicado después del 31 de diciembre de 1975 ó cuya entrega tenga lugar después del 31 de diciembre de 1979.

Buque existente, se entiende un buque que no es buque nuevo.

(Estas definiciones no se aplica a la regla 13, 13 b, 13 e, del anexo I.)

- **Tanque de decantación (slop)**: Tanque destinado a recoger residuos y aguas de lavado de tanques y otras mezclas oleosas.
- **Lastre separado**: Agua de lastre que se introducen en tanques que están separados de los servicios de carga y combustible de consumo.
- **Lastre limpio**: Agua de lastre, llevada en tanque de carga. El cual ha sido limpiado totalmente de la última carga que llevada a bordo. Si se fuera a deslastrear el tanque, el contenido de hidrocarburo en la descarga no será mayor a 15 ppm.

Regla 12.

Los gobiernos que son parte del convenio, y que tengan terminales de carga de hidrocarburos, deben proveer instalaciones de recepción, para todos los fangos, lastre contaminado, mezclas oleosas y aguas de lavado, procedentes de las operaciones de los petroleros.

Regla 13

- Todo petrolero nuevo para crudos de peso muerto mayor o igual a 20000tn de peso muerto, al igual que petroleros nuevos para productos petrolíferos mayor o iguales a 30.000 tn de peso muerto, irá provisto de tanques de lastre separado (SBT). Y la

capacidad de estos tanques será la suficiente para que pueda operar con seguridad durante la condición de lastre, sin tener que cargar lastre en algún tanque de carga.

- Todo petrolero nuevo, para transporte de crudo, mayor o igual a 20000 tn de peso muerto, irá dotado con un sistema de lavado con crudo, para los tanques de carga.
- Los petroleros existentes, que transporten crudo, mayores o iguales a 40000 tn de peso muerto, irán provistos con tanques de lastre separado (SBT), o tendrá que operar, utilizando un sistema de lavado con crudo, para los tanques de carga o lastre (CBT).
- Los petroleros existentes, que transporten productos petrolíferos, de peso muerto igual o superior a 40000tn, irán provistos con tanque de lastre separado, o en defecto de ello operará con tanques dedicados a lastre limpio.

Regla 13 b

- Todo petrolero que opere con un sistema de lavado con crudo, tendrá un manual sobre equipos y operaciones del lavado.
- Solo se introducirá agua de lastre en los tanques de carga que hayan sido lavados con crudos.

Regla 13 e.

Todo petrolero nuevo que transporte crudo, de peso muerto igual o superior a 20.000 ton y petrolero nuevo que transporte productos petrolíferos de peso muerto igual a 30.000 ton, deberán tener los tanques de lastre separado, dispuestos en la sección de la eslora en que se hallen los tanques de carga, a fin de que haya alguna protección contra derrame de hidrocarburos en caso de varada o abordaje. Para esta regla se entiende buque nuevo, a petroleros que su contrato de construcción haya sido adjudicado después del 1 de julio de 1979. O petroleros que hayan sido entregados, después del 1 de junio de 1982.

Regla 13 f (Doble casco)

Los tanques de carga de todos los petroleros de peso muerto superior o igual a 600 ton, que su contrato de construcción haya sido adjudicado después del 6 de julio de 1993 o hayan sido entregados después del 6 de julio de 1996, estarán protegido en toda su longitud por tanques de lastre dispuestos en tanques o espacios laterales y tanques o espacio del doble fondo.

Regla 15

- Los petroleros de arqueado bruto igual o superior a 150 tn, enviarán el trasvase de residuos, lastre contaminado y restos de lavados de tanques a un tanque de decantación (slop). La capacidad del tanque o la combinación de slops, no será inferior al 3% de la capacidad total del transporte de hidrocarburo.
- Se instalará un dispositivo de vigilancia de control de descarga de hidrocarburos. Que mostrará el contenido y régimen de hidrocarburo descargado al mar.
- Se instalará detectores de interfaz hidrocarburo /agua, a fin de determinar la posición de dicha interfaz en los slops. Desde los cuales se proyecte descargar efluentes al mar.

Regla 18

Todo petrolero tendrá una línea para la descarga de; agua de lastre o agua impurificada de lavado de tanques. Esta línea se conectará a tierra para la recepción. Estará situado en la cubierta expuesta, con ductos a ambas bandas

Regla 20

La limpieza de los tanques de carga, incluido el lavado con crudo irá registrado en el libro de registro de hidrocarburos parte II.

Registro de limpieza COW:

- Puerto o situación del buque donde se efectuó el lavado.
- Identidad de los tanques lavados.
- Número de máquinas usadas.
- Hora de comienzo.
- Etapas de lavados.
- Presión de las líneas de lavado.
- Hora de finalización.

Registro de limpieza que no fuera COW:

- Identidad de los tanques.
- Puerto o situación del buque.
- Duración de la limpieza.
- Método de limpieza (mangueras de mano, lavado con máquinas, limpieza química)
- Donde se trasvasaron las aguas de lavado:

-Instalaciones de recepción de tierra, indicar puerto y cantidad descargada

-Tanques slops, Cantidad trasvasada.

Capítulo V. Procedimientos y precauciones generales en la terminal.

5.1 Introducción.

Las operaciones de carga y descarga, se inician mucho antes de arribar a la terminal, ya que existe una planificación de la estiba y un intercambio de información entre la nave y la terminal, que cubre todos los aspectos técnicos y de seguridad, que entrarán en juego una vez que el buque esté amarrado. De forma general, este capítulo tiene por objetivo, detallar esa información, además de desarrollar, precauciones generales que se practican estando amarrado a las instalaciones de una terminal.

5.2 Procedimientos generales antes de llegar a la terminal.

5.2.1 Planificación de las operaciones de carga/descarga.

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

La elaboración del plan, se hace tomando en cuenta los objetivos de una buena estiba, los cuales son:

- 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.

5.2.1.1 Estabilidad de la nave.

Los petroleros monocasco, generalmente, poseen una altura metacéntrica (GMt) tal, que en todas las condiciones de carga y lastre, pueden considerarse como estables. No obstante con la introducción de los buques de doble casco, esta situación cambió. 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 una computadora encargada de calcular un GMt seguro, para todas las operaciones.

5.2.1.2 Intercambio de información.

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

A. Información de la nave hacia la terminal

La nave, informará a la terminal:

Referente al amarre:

- Calado del buque y asiento al momento de su arribo.
- 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.

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.
- Si el buque está equipado con “sistema de gas inerte”. Confirmación de que los tanques se encuentran inertizados y el sistema esté totalmente operativo.
- Propuesta de la carga designada, orden y método de carga preferido, con la división que tomará la carga a bordo; grado, 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/terra 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, incluyendo COW.
- Cantidad y disposición de slops.
- Si la carga incluye componentes tóxicos, por ejemplo; sulfuro de hidrógeno, benceno, etc.
- Si la carga posee una la alta presión verdadera de vapor (TVP).
- Cantidad de agua en los tanques de carga.
- Etc.

B. Información de la terminal hacia la nave.

La terminal responderá a la nave, con la siguiente información.

Referente al amarre:

- Profundidad del amarradero, en marea baja.
- Disponibilidad de remolcadores y otras embarcaciones de amarre.
- 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.
- Etc.

Información referente a operaciones de **carga**:

- Requisitos del nivel de gas inerte en los tanques de carga (8% o 5% de Vol.).
- Especificación y cantidades designadas del producto a ser cargado.
- Método/orden preferido de carga, a la nave.
- Cantidad y tamaño 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 la alta presión verdadera de vapor.
- Si la carga incluye componentes tóxicos, por ejemplo; sulfuro de hidrógeno, benceno, etc.
- Requerimientos para el venteo de tanques (velocidad del viento).
- Sistema de comunicación para la sala de control de carga, incluyendo la señal para la interrupción de emergencia.
- Etc.

Información referente a operaciones de **descarga**:

- Método/orden de descarga preferido por la terminal.
- Cantidades de producto a ser descargado.
- Cantidad y tamaño 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.
- Sistema de comunicación para la sala de control de carga, incluyendo la señal para la parada de emergencia.
- Requisitos para los procedimientos de lavado de tanques, incluido el COW. Recordar que la nave, debió dar aviso a la terminal con anticipación, si va a efectuar un COW.
- Preparativos para recibir slops o residuos de lastre oleoso.
- Recomendaciones sobre las restricciones ambientales, aplicables en la terminal.

C. Del buque a la autoridad competente apropiada

No hay que olvidar que primero, la nave es recepcionada por la administración correspondiente de cada país. En nuestro país, la autoridad marítima requerirá la información sobre el estado de la nave, cuando se efectúe la “recepción” y “despacho”, mediante la “Declaración general”. Ésta se solicitara en forma de lista de chequeo, e incluye, generalmente, los siguientes ítems 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.
- Si el buque está equipado con “sistema de gas inerte” y en caso de ser así, si se encuentra completamente operativo.
- 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.

5.3 Precauciones a seguir al costado de un terminal

5.3.1 Precauciones del amarre.

5.3.1.1 Asistencia de remolcadores.

Todas las tapas de tanques de carga y bocas de sondaje, deben ser cerradas antes de que los remolcadores se amarren a la par o “carnereen” la nave hasta el sitio de atraque. Esto ya que los remolcadores pueden contener fuentes de ignición, para los gases de hidrocarburos que puedan estar presente en las cercanías de la nave. 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.

5.3.1.2 Amarre y monitoreo.

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, cualquier modificación al amarre. El plan de amarre, está sujeto a modificaciones según las condiciones meteorológicas que se presenten.

Se realizan inspecciones regulares, de parte de la tripulación y del personal de la terminal, para asegurar que las líneas de amarre (espías) permanezcan tensas y que el movimiento del buque sea el mínimo. Los movimientos excesivos de la nave, pueden causar rupturas en las mangueras o brazos de carga.

En el caso de monoboyas SPM (Single Point Mooring Buoy) de instalaciones costa afuera, el buque está amarrado 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.

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.

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

Una vez que el buque está amarrado, la terminal informa a la nave, de las precauciones y disposiciones que se siguen en sus instalaciones, durante la manipulación de la carga y en general, durante todo el tiempo que la nave permanezca en sus sitios.

Comunicaciones:

Fundamental es el sistema de comunicación entre la nave y la terminal, a 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 eventualidad. 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.

Precauciones y disposiciones generales en una terminal

La terminal acordará con el buque, una vez amarrado, lo siguiente

- Medidas a ser tomadas 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 la nave. Detalles generales del plan de emergencia contra incendio, serán vistos en el capítulo 7.
- Disponer el modo de efectuar una evacuación ordenada del amarradero, 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.
- Procedimientos para obtener el “Permiso de Trabajo” y el “Permiso de Trabajo en Caliente”.
- Acordar sala de fumadores.
- 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.

5.3.3 Precauciones generales del buque una vez amarrado.

5.3.3.1 Aberturas en superestructuras.

Según 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 de la nave. Y en el caso que existan ventanas, que den a esta zona, serán fijas, de manera que no puedan abrirse.

Las aberturas que no den a la zona de carga, son cerradas cuando el buque, o un buque en el amarradero vecino, este 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, son las posibles fuentes de ignición que pueden encontrar los gases de hidrocarburos, que entren por estas aberturas, con la consecuencia inmediata de un incendio y/o explosión.

La incomodidad de la tripulación es mayor cuando las temperaturas son altas o se presenta mucha humedad. Pero esta incomodidad tiene que ser aceptada, en beneficio de la seguridad de la nave y de la terminal.

Ventiladores

Los ventiladores son orientados, para prevenir el ingreso de gas de hidrocarburo, especialmente en buques que dependen de la ventilación natural.

Sistemas de aire acondicionado central o ventilación mecánica

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.

5.3.3.2 Detalle de los equipos eléctricos a bordo

Puede ser de uso habitual, pero equipos electrónicos no aprobados, como radios, teléfonos móviles, calculadoras, cámaras fotográficas y cualquier otro equipo portátil, que funcione con energía eléctrica o a baterías y que no sea del tipo “aprobado”, no se utiliza en la zona de carga, por ser posibles fuentes de ignición.

A. Antena de radio.

Durante la transmisión de radio en frecuencia alta y media (300kHz – 30MHz), 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, estays de mástil, 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:

- Conectar a “tierra”, todos los estays, aparejos y accesorios y tratar con grasa grafitada las articulaciones de las botavaras para mantener la continuidad eléctrica.
- Prohibir las transmisiones durante períodos en los que es posible que haya gas inflamable en el área de la antena de transmisión.

B. 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 de la nave (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.

C. Equipo de radar de la nave

La operación del radar de la nave, implica el uso de equipo eléctrico no aprobado. Por lo tanto resulta esencial que el buque y la terminal consulten antes de utilizarlo o cuando se efectúen reparaciones a éste.

La lista de chequeo general (ver anexo I del trabajo), que completa en conjunto la nave y la terminal, estipula que los equipos de radar estén apagados, durante las operaciones en la terminal.

D. Equipo de comunicaciones satelitales

Los niveles de energía generados por estos equipos, no se consideran como riesgo de fuente de ignición.

E. Televisión de circuito cerrado

El buque puede estar equipado con un circuito de televisión cerrado. Las cámaras y equipos afines son diseñados, conforme a las áreas en las que son instaladas.

5.3.3.4 Otras precauciones.

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 ubicación, construcción, ventilación, además de la ubicación del manifold de carga/descarga. Concluyendo que no exista ningún tipo de peligro.

Fumar en forma controlada

Se permite fumar bajo condiciones controladas. La designación de la salas de fumadores, es acordada entre la terminal y la nave.

En las operaciones de manipulación del hidrocarburo, carga/descarga, lastre, purga, desgasificación y lavado de tanque, se siguen los siguientes criterios, para la designación de la sala de fumadores.

- La sala de fumadores acordada, deberá limitarse a espacios ubicados a popa de los tanques de carga.
- La sala de fumadores no deberá tener puertas o aberturas que se abran directamente hacia cubiertas abiertas.

En condiciones especiales como; concentraciones de gases de hidrocarburo inusualmente altas, nada de viento, o cuando se realizan manipulaciones de carga en amarraderos vecinos, se puede llegar hasta la prohibición absoluta de fumar.

De sobra está mencionar, que se prohíbe fumar, dentro de la zona de carga de la nave (llámese zona de riesgo y de peligro), por ser una fuente de ignición, para la esperada presencia de gases de hidrocarburo en esos espacios.

Generalmente, existe un “gran” aviso, visible desde la cubierta de carga, que recuerda esta medida.

Capítulo VI. Procedimientos y precauciones específicas al operar el sistema de carga.

6.1 Introducción

En el capítulo anterior, se desarrollaron los procedimientos y precauciones generales, que un petrolero sigue estando amarrado a una terminal. Ahora este capítulo detallara las precauciones y procedimientos, que se llevan a cabo en la zona de carga de la nave, cuando se está en una terminal. La zona de carga, abarca la zona de riesgo y peligro de la nave, cubierta de carga, tanques de carga (incluido Slops) y sala de bombas.

6.2 Precauciones relacionadas con los tanques de carga.

6.2.1 Aberturas.

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 claro, cuando se vayan a efectuar mediciones o toma de muestras.

Las tapas de los tanques en 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.

6.2.2 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 en el capítulo 3, recordemos:

- Válvulas P/V, instaladas en cada tanque de carga.
- Reguladores de presión/vacío (P/V breakers), los cuales entran en funcionamiento cuando haya desperfectos en la operación de las válvulas P/V de los tanques.
- Mástiles de evacuación u “orificios de descarga de gran velocidad”, para la ventilación de grandes volúmenes de gases.
- 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.
- Falla 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 la nave 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 gas inerte o aire, dentro del espacio de vacío del tanque.

6.2.3 Inspección, medición y toma de muestras:

Durante las operaciones de carga, se efectúan inspecciones, mediciones y toma de muestra, antes, durante y después de las faenas. Existe una antecámara de vapor en los tanques de carga, donde se puede efectuar medición de vacío (ullaje), sacar muestras, leer temperatura y medición de la interfase de la carga, con equipos fijos o portátiles, con una liberación de vapores de gases mínima, y sin reducir la presión de gas inerte. Esta operación se llama mediciones a “tanque cerrado”.

En el caso de que el petrolero no posea antecámaras de vapor, las mediciones y toma de muestras se realizan a “tanque abierto”, con equipos portátiles. Los accesos abiertos se mantienen así, durante el menor tiempo posible.

Los procedimientos que se practican a la hora de realizar inspecciones y toma de muestras a tanque abierto, son:

- Se efectúan pruebas para medir las concentraciones de gases, en las proximidades del acceso abierto, a fin de garantizar que las concentraciones de vapor, no exceden los límites de exposición permisibles (PELs) de las sustancias tóxicas que pueden estar presentes. Si los límites fueran sobrepasados, se provee al personal equipos de protección

respectivos a la situación. Los graves daños a causa de la inhalación de gases de hidrocarburo y gas inerte, fueron desarrollados en el capítulo 2 y 3, respectivamente.

- Se reduce a una presión positiva mínima el gas inerte en los tanques en cuestión, para luego, una vez finalizada las inspecciones y mediciones, re-presurizar nuevamente los tanques.
- Como se requiere que la presión de gas inerte, disminuya en los tanques que se realizan inspecciones y toma de muestras, éstas no se realizan durante operaciones de amarre y desamarre, ya que con el movimiento, el tanque abierto puede aspirar aire, volviendo la atmósfera del tanque, inflamable. Esto incluye cuando hay remolcadores amarrados a la nave.
- Cuando finaliza la operación de descarga de un tanque, se sondea los remanentes que hayan quedado en éste. Por lo cual la presión del gas inerte se vuelve a reducir al nivel mínimo operativo.

6.2.3.1 Electricidad estática

Como ya se mencionó en el capítulo 2, las descargas eléctricas de materiales conductores que están asilados, 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 asilado 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 precauciones son descritas en el capítulo 7.

Estas medidas son para reforzar a un más la seguridad del tanque de carga, ya que si existiera una descarga eléctrica en el interior, la condición inerte de éste, haría imposible la combustión.

6.2.3.2 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 o gas inerte, además de conocer los indicadores de vapores tóxicos (TLV-PEL, conceptos revisados en el capítulo 2) 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, ésta se realiza antes de la inyección de gas inerte en el tanque, o sea, bajo condición de “Desgasificado”. Además se respeta una serie de normas, antes de ingresar y mientras se ésta en el interior del tanque de carga, por ser este un espacio confinado.

Ingreso a espacios confinados.

El tanque de carga es definido como uno de los muchos “espacios confinados” que existe en un buque petrolero. Un espacio confinado es un espacio con acceso restringido, 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. Esta definición incluye además de los tanques de carga a; tanques de lastre, espacios de doble fondo, tanques de agua, tanques de aceite lubricante, tanques de slops y residuos, tanques de aguas servidas, cofferdams, túneles en la quilla, calderas, carters de la maquina principal, etc.

Del “sistema de gas inerte”, el depurador, ventiladores y sellos de agua, entran también en la definición de espacios confinados.

Para ingresar a cualquiera de estos espacios, se extiende primero un “Permiso de entrada a espacios confinados”, 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; los chequeos a la atmosfera del espacio confinado, los cuales deben arrojar resultados de nivel de oxígeno del 21% de volumen y niveles de gas de hidrocarburo menor al 1% del LIE y la persona responsable, que estará de guardia afuera del espacio confinado. Él tendrá comunicación directa con el oficial responsable de la operación. Y por ningún motivo

ingresará solo al espacio, para prestar ayuda. Deberá esperar la llegada de un equipo de rescate, el cual evaluará la situación antes de ingresar.

En el anexo II de este trabajo, se encuentra detallado un “Permiso general de entrada a espacios confinados”.

6.3 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 conexión y desconexión con el manifold de carga del buque.

6.3.1 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 o pluma de carga, que se va a utilizar. La terminal, por supuesto, informara el peso total del largo de manguera, a ser subido.
- La manipulación y elevación 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 se presenten durante la estancia en el

amarradero. En paralelo, 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.

6.3.2 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 de la nave. 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.

Estas son:

- Las amarras del buque son monitoreadas de forma frecuente, para que los movimientos de la nave, 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 manifold de la nave. 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.

6.3.3 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.

6.4 Operación de la sala de bombas

La sala de bombas entra en funcionamiento, en operaciones de descarga, lastre y cuando se desee trasvasar carga, de un tanque a otro, requiriendo que el personal ingrese a la sala de forma frecuente. Durante las operaciones de carga, igual se efectúan controles en la sala, para verificar que no haya filtraciones por esos espacios.

Precauciones para el personal que ingrese a la sala y procedimientos en la operación y mantención de la sala bombas, serán detalladas en esta sección.

6.4.1 Precauciones relativas al personal y a las inspecciones en faenas de manipulación de carga.

Una sala de bombas contiene una gran concentración de tuberías y la filtración de un producto volátil, en cualquier parte del sistema, provocaría la rápida generación de una atmósfera inflamable y tóxica, por cual se siguen las siguientes precauciones y procedimientos.

6.4.1.1 Precauciones para la tripulación.

Los riegos de encontrar una atmósfera con un déficit de oxígeno o con presencia de gases tóxicos de hidrocarburo, pueden provocar graves daños a la salud del personal, provocando la muerte instantánea en algunos casos.

Antes de ingresar a los espacios de la sala de bombas, se chequea estos ítems:

- El nivel de oxígeno, el cual deberá dar una lectura del 21% de volumen en la atmósfera.
- El nivel de gas de hidrocarburo, debe estar dentro de los límites seguros para el trabajo del personal, que es un porcentaje menor al 1% del LIE. Un instrumento común para esta medición, es un indicador combustible con filamento catalítico (CFCG), que puede medir concentraciones de gas, por debajo del límite inferior explosivo (LIE).

Durante la estancia en la sala de bombas, se chequea regularmente el estado de estos dos ítems. 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.

Durante faenas en que es necesaria la inspección de las bombas, se regula la frecuencia de entrada a la sala, a fin de minimizar la exposición del personal.

Existen dispositivos de control de la atmósfera en la sala de bombas, que son verificados desde la sala de control de carga, los cuales indican el nivel de gas de hidrocarburo y el nivel de oxígeno. Cuando la concentración de gases de hidrocarburo alcance un nivel del 10% del LIE, se activa una alarma audible y visual en la sala de bombas y sala de control de carga, que avisa al personal del peligro de toxicidad presente en el ambiente.

En la entrada a la cámara de bombas, se exhiben carteles prohibiendo el ingreso a personas no autorizadas.

6.4.1.2 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 (falta de oxígeno en la sangre arterial, que tiene como consecuencia daño neurológico y/o muerte)
- 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.

6.4.1.2.1. 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 rectificadas de inmediato.

Las tuberías son examinadas de forma visual y sometidas además, a tests 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 son inevitables 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 están dispuestos de modo que la ventilación abarque toda la sala, de modo de reducir al mínimo estos gases inflamables. El régimen de trabajo de estos ventiladores, es como mínimo, de 20 renovaciones

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

Importante es que los ventiladores dispuestos, no produzcan chispas.

Una división importante de destacar, es la del cofferdams a proa de la sala de máquinas, que aísla ésta, de sala de bombas, de posibles filtraciones o derrames que puedan llegar a la sala de máquinas, lugar donde se encuentran gran cantidad de fuentes de ignición.

6.4.1.2.2. 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 monitoreo 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”, ya definidas en el capítulo 2. Por esto, 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 carcazas, rodamientos, etc.

6.4.2 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 (top-off), 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.

Capítulo VII. Procedimientos generales en las operaciones de carga y descarga de un Buque petrolero.

7.1 Introducción.

Con el conocimiento general de; los espacios y sistemas a bordo, las características de los productos que se transportan y la información detallada en los capítulos 5 y 6, referentes a precauciones y procedimientos practicados durante la estancia en terminales, desarrollaremos los procedimientos generales de las operaciones de carga/descarga, en una terminal. Detallando las operaciones, en sus fases de conexión, supervisión y finalización de las faenas.

7.2 Plan de operaciones y reunión con el personal de guardia

Recordar que en base a la información intercambiada por el buque y la terminal, mencionada en el capítulo 5 y a los objetivos de una buena estiba, se elabora un plan de operaciones, de carga o descarga, según corresponda. El encargado de la elaboración del plan es el primer piloto, quien se lo presenta al capitán para su aprobación. El plan de operaciones se vuelve un documento oficial, al ser firmado por la terminal y la nave.

Para que tomen conocimiento del plan que se seguirá durante las faenas y aclarar dudas que se presenten, se efectúa una reunión con el personal de guardia. Ellos tendrán establecido por escrito, todas las tareas que desarrollaran durante las faenas. De este modo, el personal del buque, conocerá los nombres y descripciones de los productos que se manipularan.

El personal que estará de guardia, durante las faenas, de carga y descarga, lo conforma:

- **Primer piloto**, encargado de la supervisión total de las faenas, especialmente en los cambios de producto y remates de los tanques (top off), que son etapas delicadas de las operaciones. Vigilará que se cumpla con todo lo dispuesto en el plan de operaciones.
- **Piloto de guardia**, encargado de supervisar la conexión de la manguera o brazo de carga. Permanecerá luego, en la sala de control de carga, durante la operación, y no la abandonará sin el consentimiento del primer piloto.
- **Un bombero**, asistente del piloto de guardia.
- **Dos marinos**, disponibles en cubierta para diferentes labores y estarán a disposición del piloto de guardia.

El departamento de máquinas, es el encargado de la operación del sistema de gas inerte. Además, por motivos de seguridad, el buque debe estar preparado para moverse por sus propios medios, durante la estancia en el amarradero. Lo que implica una guardia en la sala de máquinas.

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 de la nave, estará informado y atento, de cualquier cambio en plan de operaciones, como de problemas que se presenten en las faenas.

7.3 Operación de carga.

7.3.1 Sistema de gas inerte.

Los tanques vacíos que se va a cargar, estarán inertizados antes de llegar a la terminal. El nivel de oxígeno en los tanques designados, no es superior al 8% en volumen. Aunque la terminal puede disponer de un volumen de 5%, para operaciones más seguras. Esto es acordado en el plan de carga y revisado en la “lista de chequeo” previa a la operación de carga.

7.3.2 Plan de carga acordado.

Para resumir, el plan de carga, define lo siguiente:

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 zarpe.
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.

- Despeje de tuberías para carga.
- 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) y tiempos de detenimiento normal, tomando 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.

7.3.3 Conexión.

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

- El piloto de guardia, supervisará la correcta manipulación de la manguera o brazo de carga. Según las precauciones descritas en el capítulo 6.3.
- 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.

7.3.4 Lista de chequeo.

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

Cada ítem (pregunta), se verifica físicamente si corresponde, antes de ser tildado. La mayoría de los ítems tienen códigos A, P y R, a seguir. Estos indican:

A- Todo procedimiento o acuerdo, deberá hacerse por escrito, en la columna de observaciones de la lista. O de alguna otra manera aceptada de común acuerdo, entre el buque y la terminal. En cualquiera de los casos, se requiere la firma de ambas partes.

P- En caso de una respuesta negativa del ítem, la operación no se llevará a cabo sin el permiso de la Autoridad Portuaria.

R- Indica que los ítems, deben ser re-chequeados a intervalos que no excedan el período acordado en el plan. Las observaciones van en la columna correspondiente.

La lista de chequeo, generalmente, la completa, el piloto de guardia, con el representante de la terminal. Cada ítem tiene casillas para la respuesta de cada parte.

El bombero y los marinos en guardia, asisten al piloto y representante de la terminal, en las inspecciones y verificaciones de la lista de chequeo.

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. Excepto, si el ítem tiene código **P**, donde se pedirá autorización a la autoridad portuaria, para empezar las faenas. Ejemplo de lo anterior, son los ítems que tienen que ver con el funcionamiento del “sistema de gas inerte”.

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

La lista de chequeo general, esta detalla en el anexo I, de este trabajo.

7.3.5 Inicio de la operación de carga.

Una vez terminada la lista de chequeo:

- El piloto de guardia, confirma, si corresponde, que el personal de guarida en cubierta, este utilizando los elementos de seguridad pertinentes.
- El piloto 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. El piloto verifica, que todas las válvulas, por donde pudiera ocurrir derrames, ejemplo, válvulas de descarga al mar, estén cerradas. Incluida la válvula de manifold por donde pasara la carga.
- El piloto de guardia informará a la sala de control de carga (donde se encuentra el primer piloto), cualquier detalle que no fuera advertido en lista de chequeo.
- Previa autorización del capitán de la nave, el Primer piloto da el V^oB^o, para el inicio de las operaciones de carga, por parte de la nave.

- Previa coordinación, se abre la válvula de manifold correspondiente de la nave, 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 a la nave, con un caudal acordado en el plan de carga, teniendo en cuenta, los riesgos de acumulación electricidad estática, que se pueda generar al inicio de la transferencia.
- Una vez iniciada la transferencia, el piloto de guarda confirmará de inmediato, que la carga este ingresando solo a los tanques designados y que no estén ocurrieron filtraciones, por ejemplo, hacia la sala de bombas o por válvulas de descarga al mar.
- Primer piloto, comunica 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.

7.3.6 Supervisión y control durante el transcurso de la carga

- El primer piloto dispondrá que se tomen muestra del hidrocarburo en el manifold, al inicio, durante y fin de la carga. El bombero de guardia será el encargado de la labor.
- El piloto de guardia en tanto, tomará puesto en la sala de control de carga, desde donde monitorearán toda la instrumentación. Volverá 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 Primer piloto.
- El gas desplazado por la carga que ingresa al tanque, es venteado a la atmósfera por medio de las válvulas de respiración del tanque (mástiles de evacuación u orificios de descarga a gran velocidad), que aseguran que la cubierta de carga, quede libre de estos gases. Pero si las condiciones de viento cambiaran, pudiendo arrastrar los gases a cubierta o hacia la superestructura, se correrían riesgos de incendio e intoxicación del personal. La terminal y el buque monitorearán frecuentemente, la dirección e intensidad del viento, por lo tanto.
- Se efectuarán rondas a la sala de bombas, para verificar que no estén ocurriendo filtraciones. En estas rondas siguen las precauciones ya mencionadas en el capítulo 6, referentes a intoxicaciones y riesgos de incendio. Existirá una comunicación a intervalos pre-acordados, entre el piloto de guarda y el personal que se encuentre en la sala de bombas. La falta de respuesta durante los reportes, es causa suficiente para accionar la alarma.

- Los problemas surgidos en la faena, son informadas de inmediato al primer piloto. Éste, además de informarlos al capitán, tomara las medidas necesarias para normalizar la operación.
- Cada una hora, el piloto de guardia, anotará en la bitácora de faena:
 - Ullage (vacío) de los tanques que se cargan
 - Comparación de volumen cargado, entre la nave y la terminal
 - Rendimiento de carga
 - Presión en el manifold
 - Control de las rondas a la sala de bombas.
- En las comparaciones de volúmenes cargados, entre la nave y la terminal, las diferencias mayores a 10 m³, son informadas de inmediato al primer piloto. 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 marinos de guardia, están atentos a cualquier embarcación que se aproxime a la nave, ya que no está permitido en las cercanías, embarcaciones con motor fuera de borda o naves deportivas, ya que estas contienen fuentes de ignición para los gases de hidrocarburo, presente en los alrededores de la nave.
- Si ocurriera cambios de guardia en plena faena. Las personas entrantes, confirmarán el sistema de comunicación utilizado, con el primer piloto.

7.3.7 Completado de tanques (top off) a bordo del buque

- Se controla nuevamente, el sistema de comunicación buque/tierra, antes de iniciar las operaciones de completado de tanques.
- El buque comunicará a la terminal, cuando 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 tanto, se chequea el ullage, para verificar que no ocurran rebalses, como consecuencia de válvulas con filtraciones.
- Siempre que fuera 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.

7.3.8 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 piloto 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, antes de que abandonen la nave.

7.3.9 Chequeos después de la carga.

- El bombero verifica el sondaje en los tanques cargados
- El piloto 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.
- Cuando se ha completado el sondaje y el chequeo de los tanques, el sistema de gas inerte se pone nuevamente en funcionamiento y se re-presurizan los tanques recién cargados, hasta obtener un nivel de oxígeno del 8% en volumen.

7.3.10 Consideraciones especiales

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 emanarán de los sistemas de respiración, una vez que se inicie la carga.

Medidas como:

- No cargar, cuando la velocidad del viento es inferior a los 5 nudos.
- Utilizar caudales de flujo iniciales, muy bajos.
- Utilizar caudales de completado de tanques (top off), muy bajos.
- Evitar la carga de hidrocarburo caliente, que permaneció en las líneas de tierra, expuestas al sol.
- 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.

Precauciones al cargar hidrocarburos acumuladores de estática.

Los hidrocarburos llamados acumuladores de estática, son generalmente los productos de refinación. Éstos fueron ya mencionados en el capítulo 2.

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 de la nave
- 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 1m/s, 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 éste 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 igual los procedimientos y precauciones ya mencionados.

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 faenas. Éstas se confirman en la lista de chequeo general. Este ítem es delicado, por ser operaciones costa afuera

- La terminal no abrirá las válvulas o arrancará sus bombas hasta no haber recibido una señal clara del primer piloto, que la nave se encuentra preparada para recibir la carga.
- Se observa con atención el 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.

7.4 Operación de descarga.

Los procedimientos que se realizan en la descarga, son muy similares a los de una operación de carga. Las diferencias están, en que el buque tendrá en servicio sus bombas y el sistema de gas inerte estará en operación continua durante toda la faena, a diferencia de la operación de carga, donde los tanques ya estaban inertizados antes del arribo y el sistema de gas inerte, era parado antes de iniciar la 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.

Recordar que si se realizara lavado con crudo (COW), el buque informará con la debida antelación a la terminal. Este tiempo puede ser, de por lo menos 24 horas antes del arribo.

7.4.1 Lista de chequeo pre-arribo para el lavado con crudo.

En el capítulo de “sistema de lavado de tanques” ya se mencionó, que antes de arribar a la terminal, se realiza un chequeo pre-arribo al sistema de lavado con crudo. En éste se chequea el funcionamiento de las máquinas lavadoras a la presión de trabajo, para ver si existe alguna filtración en el sistema.

La lista de chequeo pre-arribo, está disponible en el manual de operaciones y equipos COW, que cada buque tanque que transporta crudo posee.

Los resultados del chequeo, junto con las soluciones de desperfectos en el sistema, son anotados en la bitácora de faena. La realización de este chequeo pre-arribo, es revisado en la lista de chequeo general, previa a la descarga.

7.4.2 Procedimientos en el sistema de gas inerte.

El sistema de gas inerte merece atención especial, en la faenas de descarga, ya que es pieza fundamental para la seguridad de la operación.

Recordemos que para la operación de descarga, las líneas de descarga, las mangueras, y todos los tanques de carga relevante, incluyendo los tanques de slops, estarán conectados a la línea de distribución principal de gas inerte.

7.4.3 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 y del representante de tierra.
3. Distribución de carga en el momento de la llegada y del zarpe.
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.
 - 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 de buque/tierra.
- Precauciones para evitar la acumulación de electricidad estática.
- Cualquier otra limitación.

8 Procedimiento de parada de emergencia.

7.4.4 Conexión.

Al igual que en la operación de carga, el piloto de guardia, los marinos 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.

7.4.5 Lista de chequeo.

Se suman ítems, con respecto a si se va realizar limpieza en los tanques. Ya se 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

La lista de chequeo general buque /tierra, está anexada al final del trabajo.

7.4.6 Inicio de la descarga.

A continuación de la lista de chequeo.

- El piloto de guardia, confirmará si el personal de guardia en cubierta, este utilizando los elementos de seguridad pertinentes.
- El piloto de guardia, supervisa la alineación de los tanques y circuitos de parte del bombero de guarida, de acuerdo a las instrucciones del plan de descarga.
- El piloto de guardia verificará, que todas las válvulas por donde pudiera ocurrir derrames, estén cerradas. Incluida la válvula de manifold, por donde pasara el hidrocarburo hacia la terminal.
- Previa autorización del capitán, el primer piloto, desde la sala de control de carga, da el V°B° para el inicio de la descarga, por parte de la nave.

- Las bombas de la nave empiezan con los caudales de inicio (bajos) acordados en el plan de descarga. Esto lo regulará generalmente el primer piloto, desde sala de control de carga.
- Al comienzo y durante el transcurso de las operaciones de descarga, el piloto de guardia, dispondrá que se verifique, que no haya filtraciones de la carga, por válvulas de mar.
- Si existiera la posibilidad de elevación de los tanques de tierra, por 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 piloto de guardia confirmara que el hidrocarburo se encuentra saliendo de los tanques designados.
- El caudal de las bombas de la nave, 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, el primer piloto dispondrá que se tomen muestras del producto en el manifold, al inicio, durante y al termino de la descarga. El encargado de la tarea, sigue siendo el bombero de guardia.

7.4.7 Supervisión y control durante el transcurso de la descarga

- Después de la supervisión en cubierta al inicio de la descarga, el piloto de guardia se trasladara a la sala de control de carga, donde monitoreara las lecturas de los niveles de, oxígeno, presiones y caudales de las bombas de la nave, en funcionamiento.
- Si la nave 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, para verificar el funcionamiento de éstas, y que no estén ocurriendo filtraciones. Estas rondas se realizan tomando las precauciones ya mencionadas en el capítulo 6.
- Cada una hora, el piloto de guardia anotará en la bitácora de faena:
 - Ullage de los tanques que se descargan
 - Comparación de volumen descargado, entre la nave y la terminal
 - Rendimiento 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 la nave y la terminal, que arrojen diferencias mayores a 10 m³, son informadas de inmediato al primer piloto. Esto indicaría filtraciones de tubería, manguera y requerirá que se interrumpa las operaciones, hasta que se realicen las investigaciones pertinentes.
 - Los marinos de guardia, están atentos a cualquier embarcación que se aproxime a la nave, ya que no está permitido en las cercanías, embarcaciones con motor fuera de borda o naves deportivas, ya que estas presentan fuentes de ignición, para los gases de hidrocarburo, presente en los alrededores del amarradero.
 - Si ocurriera cambios de guardia en plena faena, el personal entrante, confirmará el sistema de comunicación, con el primer piloto

7.4.8 Limpieza de tanques descargados

A continuación, se realizará el lavado de los remanentes de hidrocarburo que hayan quedado adheridos en los tanques descargados. Si el buque tanque en cuestión transportara productos refinados, utilizará agua y productos químicos para el lavado. Si se tratara de un buque crudo, se utilizará el propio crudo, para la limpieza (COW).

- El lavado con agua o crudo, según corresponda, lo supervisará el primer piloto, pudiendo delegar la responsabilidad a otro oficial, que a juicio del capitán, esté capacitado.
- Antes empezar cualquier tipo de lavado, el piloto 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%. En caso de no obtener el nivel deseado, se re-presurizará los tanques con gas inerte, hasta obtener el nivel de oxígeno requerido
- El oficial responsable supervisara la alineación del circuito, para que las maquinas de lavado estén conectadas con el tanque de suministro, ya sea de agua o crudo, 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.
- En el COW, el oficial responsable supervisará la operación mediante, listas de chequeo, antes, durante y después de la operación.

- A medida que avanza el lavado de los tanques, los restos del lavado, son enviados a los tanques slops o directamente a tierra (en el caso del COW). 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, claro está) 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 piloto de guardia, verificara 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 o brazos y manifold hacia tanques slops u otro tanque designado.
- El piloto de guardia, supervisará la desconexión de la manguera o brazo de carga. Y el cierre con bridas ciegas, del manifold ocupado, y de las mangueras o brazos de carga, antes que abandonen la nave.

7.4.9 Procedimientos especiales.

Operaciones de descarga en una terminal costa afuera

Antes de iniciar la descarga en una terminal costa afuera:

- Las comunicaciones entre buque y tierra son probadas y completamente comprendidas antes del inicio de las faenas. Estas se confirman en la lista de chequeo general. Este ítem es delicado en instalaciones costa afuera.
- El buque no abre sus válvulas de manifold y arranca sus bombas, hasta no haber recibido una señal clara desde tierra, indicando que la terminal se encuentra preparada para la descarga. La señal es recibida por el primer piloto, quien da el V°B° para el inicio de la transferencia.
- Existirá vigilancia, de parte de los marinos de guardia, en la zona próxima a las mangueras, para detectar posibles filtraciones. Al oscurecer, siempre que sea posible y seguro, se enfocara una luz potente, hacia el agua en las proximidades de la manguera. En el caso de operaciones de descarga por monoboyas, un miembro responsable de la tripulación, mantiene una guardia permanente en la zona de proa, durante toda la descarga.

Falla del sistema de gas inerte durante la descarga.

Si ocurriera una falla en el sistema de gas inerte, que afectará a la producción de la cantidad y calidad requerida del gas inerte, o el mantenimiento de una presión positiva en los tanques de carga y slops, se detiene de inmediato la descarga y se toman medidas necesarias para impedir el ingreso de aire a los tanques.

Las razones son:

- Al ingresar aire, sube el volumen de oxígeno dentro del tanque, transformando la atmósfera del tanque, a inflamable (Vol. de oxígeno mayor a 11%).
- Los tanques de carga, especialmente los que transportan crudo, pueden presentar depósitos de “sulfuro de hierro pirofosfórico”, el cual se puede transformar en una fuente de ignición química, al entrar en contacto con el aire. Esto se detalló en el capítulo 2.

Se adoptan de inmediato las medidas pertinentes para reparar el sistema de gas inerte, o ocupar una fuente de gas inerte alternativa. En el caso de los buques que transporten crudo, no se reiniciará la operación de descarga, hasta que no se haya normalizado el funcionamiento del sistema de gas inerte.

Si se tratara de un tanquero de productos refinados, previo acuerdo con la terminal, se podrá reiniciar las faenas de descarga, si es imposible la reparación el sistema de gas inerte y no hay una fuente externa de alimentación de gas inerte. Recordar que los revestimientos de los tanques, impiden la formación depósitos piróforos. El buque toma las restricciones generales de monitorear el sistema de venteo y de evitar la caída libre, de reachiques en los tanques slops.

La regla general, que siguen los buques que transporte carga pesada o liviana, para evitar descargas electroestáticas, cuando la planta de gas inerte ha dejado de funcionar, durante la descarga, es **NO** introducir equipos de medición de remanentes, medición de vacío, tomas de muestras u otros, dentro del tanque, a menos que sea esencial para la seguridad de la operación. Si resulta necesario introducir dichos equipos al tanque, se realiza solo, después de que hayan transcurrido al menos 30 minutos de haber cesado la inyección de gas inerte. Todos los componentes metálicos del equipo a ser introducido en el tanque, estarán conectados a “tierra”, para así se evitar una descarga electrostática, dentro de una atmósfera que pudo haberse vuelto inflamable. Esta restricción se aplica, hasta un período de 5 horas, a partir del cese de la inyección de gas inerte.

7.5 Derrame y filtración accidental de petróleo.

El personal que se encuentra de guardia, estará atento si ocurre 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 algun 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, una vez listo el ullage del tanque. 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 ítem indicando 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 (shipboard oil pollution emergency plan). Este plan es aprobado por la administración del país de abanderamiento.

Cuando el buque se encuentra en una terminal, se realizan generalmente, las siguientes acciones, en caso de derrame.

- Se comunica el incidente, a la sala de control de carga, desde donde se pararán las bombas, cerrarán las válvulas o se aislarán las líneas correspondientes, de las cuales el hidrocarburo está escapando.
- Sea avisa al capitán y primer piloto, quien dispondrá tratar el derrame, con material absorbente que esta disponible en el pañol SOPEP.
- Se alerta a la sala de máquinas, si el derrame ingresara a esos espacios.
- Se presuriza el ramal de incendio.
- Se prepara el equipo de combate contra incendios
- Se notifica a las autoridades del puerto y a la terminal, quien prestara apoyo para tratar el derrame, mediante la implementación del plan de emergencia.

7.6 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 revisar las medidas y procedimientos que lleva a cabo el buque y la terminal, cuando enfrentan esta situación de emergencia.

7.6.1 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), o si se retira el combustible o el oxígeno. Recordemos que la remoción del oxígeno, es el fundamento del “sistema de gas inerte”.

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, pueden tener un rol 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.

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 se activa 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.

El sistema de lucha contra incendio con agua, consiste de bombas, 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.

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

Existe a bordo, extinguidores 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 a la nave.

En amarraderos, todos los buques son provistos de una “Conexión Internacional a Tierra de Incendios”, por parte de la terminal, 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 tanto, las terminales poseen tipos y cantidad de equipos de lucha contra incendios, acorde al tamaño de éste, tráfico y productos que manipulan regularmente, pero en términos generales, los equipos, naturalmente, son similares a los que posee un buque petrolero. Equipos portátiles como extinguidores de espuma, PQS 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 un escenario, de evacuación de la nave afectada, los amarraderos costa afuera, cuentan con embarcaciones veloces, con capacidad suficiente para evacuar a toda la dotación de un tanquero.

7.6.2 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 abocaremos a 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 el cual 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

Entra en acción a la hora de un siniestro. Es la encargada de dirigir en su totalidad la emergencia. Coordina todos los recursos disponibles al combate del incendio, así como también, los servicios médicos, embarcaciones de rescate, remolcadores, prácticos y policía. También pasa a dirigir, las operaciones de manipulación de carga, de otros buques en amarraderos contiguos, que a criterio suyo, decidirá el cese de las operaciones y el zarpe inmediato de las naves, 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 utilizara el centro de control, para comunicarse con el equipo humano, que estará trabajando en la emergencia.

7.6.3 Plan de emergencia de la nave.

Ante una emergencia de incendio, la nave cuenta con un plan de emergencia, que es de conocimiento de toda la dotación. Los tripulantes 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.

- **Equipo de emergencia o partida de ataque:** Al mando de un oficial responsable, evalúa el escenario y la forma de proceder, si el incendio esta 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.
- **Equipo de apoyo:** Al mando de un oficial responsable, colabora con la partida de ataque, en el combate del incendio y presta servicios medico a los heridos. Está a las órdenes del centro de control del buque
- **Equipo de oficiales de máquina:** Al mando del jefe de máquinas, pone en servicio todo el sistema de lucha contra incendio. Pasa a transformarse en la partida de ataque si el incendio ocurriera en la sala de máquinas. Si fuese necesario presta apoyo a la partida de ataque. Está a las órdenes del centro de control del buque.

- **Centro de control del buque:** Al mando del capitán de la nave, responsable de dirigir, coordinar y controlar, el actuar de los equipos ya nombrados.

7.6.4 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 de ataque, apoyo, etc. Desde el centro de control del buque se dirigirá y coordinará el actuar del equipo humano en el combate del fuego.
- La nave comunica de inmediato la emergencia a la terminal, por medio de un canal VHF o número telefónico, establecido en el plan de emergencia. Además de informar a todos los buques, por medio un mensaje de emergencia en el canal VHF designado. Además de hacer sonar la señal de emergencia de incendio, por medio de pitazos largos, que no duran más de 10 segundos.
- 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 informar 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 de la nave 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, pero estarán atentos a las órdenes del centro de control de la terminal, que los puede destinar para que ayuden a la evacuación.

- 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. Esta decisión es muy delicada y es tomada en conjunto por; el capitán de la nave, el centro de control de la terminal y la autoridad portuaria.

7.6.5 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 piloto dispone 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 piloto de guardia confirma que los cables de remolque de emergencia (SOLAS, capítulo II-2, regla 3-4) de proa y popa, se encuentre listo para su uso.
- El buque prepara los motores y a la tripulación para el zarpe, en cuanto se lo indique la terminal.

Conclusiones.

Lo primero. Las operaciones portuarias de un petrolero, desde este punto de vista “teórico”, son largas y estresantes. Varios aspectos están involucrados en las operaciones en una terminal, desde el estado en que se encuentre el producto a manipular (la temperatura, por ejemplo), hasta las condiciones meteorológicas del momento. Y no en el sentido encontrarse con un estado de mar violento, sino porque la velocidad del viento debe ser la suficiente para la dilución de los vapores, que se emanaran desde los tanques de carga. Una completa planificación de la ejecución de las operaciones y el conocimiento de los riesgos que se van a presentar, parecen ser los factores determinantes, para obtener operaciones de carga y descarga rápidas, seguras.

Una completa planificación. Un ejemplo, la “lista de chequeo general buque/tierra”, que se completa antes de una operación de carga o descarga. Que es básicamente un resumen de todo este trabajo. Contempla hasta el más mínimo detalle de estas operaciones. Desde el amarre de la nave, el sistema de comunicación entre la nave y la terminal (clave en operaciones costa afuera), los tapones de los imbornales, hasta el estado del “sistema de gas inerte”. Y corre con una garantía extra. Cada ítem de esta lista de chequeo, tendrá por lo menos dos opiniones, la del piloto de guardia y la del inspector de la terminal. Otro ejemplo de planificación, es la operación del sistema de lavado con crudo COW. La ejecución del COW, contempla “cuatro” listas de chequeo, a lo largo de la operación. Esto debido a lo delicada de la ejecución. Una mala práctica puede derivar en filtraciones y derrames de hidrocarburo, que generaría un inminente peligro de incendio, escenario crítico para la nave y la terminal. Sin olvidar que el derrame podría terminar en el mar, con las consecuencias medio ambientales ya conocidas.

El otro factor, el conocimiento de los riesgos. Las personas que se embarcarán en buques tanque, deben manejar una serie de conocimientos, sobre la ejecución de equipos y sistemas implementados a bordo. Pero aun más importante que eso, son los riesgos a la salud, a los que se verán expuestos. Desde enfermedades crónicas, hasta la muerte. Debido a la gran información que debe asimilar el personal, es que existen cursos OMI (1.01) de familiarización con buques tanque, en diferentes niveles, según sea el grado de responsabilidad a bordo. La dotación de un petrolero, debe estar en constante actualización, ya sea en aspectos técnicos de la operación de la nave, como también de información sobre nuevos riesgos a la salud, que presenten los productos que se transportan.

Lo segundo. Mención aparte tiene el “sistema de gas inerte”, que es sin duda, el elemento de seguridad más importante de un buque tanque, tanto en navegación como en las operaciones de carga y descarga. Actúa como un factor de seguridad, en caso de que las medidas para “no” producir o introducir fuentes de ignición a los tanques de carga, fueran violadas. La mantención y calibración de su instrumentación, son las claves para la operación de estos buques. De ahí, que el convenio SOLAS (capítulo II-2, regla 14.4) disponga que todos los buques tanques, deban tener un plan de mantenimiento del sistema.

Anexo I: Lista de chequeo de seguridad entre el buque y la terminal (referencia ISGOTT)

código	Lista de Chequeo	Respuesta		Observaciones y acuerdos
	Preguntas	Buque	Terminal	
R	1. ¿Se encuentra el buque amarrado de forma segura?			
R	2. ¿Se encuentran en la posición correcta los cables de remolque de emergencia?			
R	3. ¿Existe un acceso seguro entre buque y tierra?			
P R	4. ¿Está preparado el buque para moverse por sus propios medios?			
R	5. ¿Cuentan a bordo con una guardia de cubierta efectiva y una supervisión adecuada tanto en la terminal como en el buque?			
A R	6. ¿Se encuentra funcionando el sistema de comunicación buque/tierra acordado?			
A	7. ¿Ha sido explicada y comprendida la señal de emergencia a ser utilizada por el buque y tierra ?			
A R	8. ¿Fueron acordados los procedimientos para la manipulación de carga, combustible y lastre?			
	9. ¿Han sido identificados y comprendidos los riesgos asociados con las sustancias tóxicas de la carga que se está manipulando ?			
A	10. ¿Fue acordado el procedimiento de interrupción de emergencia?			
R	11. ¿Se encuentran las mangueras de incendio y los equipos de extinción en sus posiciones y listos para su uso inmediato?			
	12. ¿Se encuentran las mangueras/brazos de carga en buenas condiciones, correctamente aparejadas y si son estas apropiadas para el servicio a prestar?			
R	13. ¿Han sido tapados de forma efectiva los imbornales y las bandejas de recolección ubicadas en su posición?			
	14. Las conexiones de carga ¿han sido debidamente aseguradas con bridas ciegas?			
	15. ¿Se encuentran las válvulas de descarga al mar y fuera de borda, cerradas?			
	16. ¿Están cerradas todas las tapas de tanque de carga y de combustible para consumo ?			
A R	17. ¿Se está utilizando el sistema de venteo de tanque acordado en el plan?			

código	Preguntas	Buque	Terminal	Observaciones y acuerdos
	18. ¿Se ha verificado el funcionamiento de las válvulas P/V y/o venteos de alta velocidad?			
	19. ¿Son las linternas de mano del tipo aprobado?			
	20. ¿Son los transeptores VHF/UHF, del tipo aprobado?			
	21. ¿Se encuentran las antenas transmisoras principales de radio del buque conectada a tierra y los radares apagados?			
	22. ¿Han sido desconectados de la toma de energía los cables eléctricos que alimentan equipos eléctricos portátiles?			
R	23. ¿Están cerradas todas las puertas externas y las de los alojamientos?			
	24. ¿Se encuentran desconectadas las unidades de aire acondicionado tipo ventana?			
	25. ¿Fueron cerradas las bocas de admisión del aire acondicionado que pudiera permitir el ingreso de vapores de carga?			
R	26. ¿Se están cumpliendo los requerimientos para el uso de cocina y otros artefactos de cocina?			
R	27. ¿Se están cumpliendo las normas de fumar?			
R	28. ¿Se cumplen las normas referidas a las luces sin protección?			
	29. ¿Se ha previsto un escape de emergencia?			
R	30. ¿Se cuenta con suficiente personal, tanto a bordo como en tierra, como para enfrentar una emergencia?			
	31. ¿Se encuentran en su lugar los medios aislantes adecuados de la conexión buque tierra?			
R	32. ¿Se tomaron las medidas necesarias para garantizar una ventilación suficiente en la sala de bombas?			

Ítems, referentes al sistema de gas inerte de la nave.

Código	Preguntas	Buque	Terminal	Observaciones y acuerdos
P	33. ¿Se encuentra el SGI completamente operativo y en buenas condiciones de funcionamiento ?			
R	34. ¿Se encuentran los sellos de cubierta en buenas condiciones de funcionamiento?			
R	35. ¿Son correctos los niveles de líquido en los interruptores P/V?			
R	36. ¿Han sido calibrados los analizadores de oxígeno, fijos y portátiles y están funcionando adecuadamente?			
R	37. ¿Están funcionando los registradores fijos de contenido de oxígeno y presión de gas inerte?			
P R	38. ¿Se encuentran todas las atmósferas de los tanques de carga a una presión positiva, con un contenido de oxígeno del 8% en volumen o menos?			
R	39. ¿Se encuentran todas las válvulas de gas inerte individuales de tanque (si estuviera equipada con ellas) en posición correcta y trabadas?			
	40. ¿Saben todas las personas a cargo de las operaciones que en caso de falla de la planta de gas inerte, deberán cesar las operaciones de descarga e informar a la terminal?			

Ítems, si el buque se encuentra equipado con un sistema de lavado con crudo (COW) y planea realizar lavado

Código	Preguntas	Buque	Terminal	Observaciones y acuerdos
	41. ¿Se completó satisfactoriamente la lista de chequeo pre-arribo para el lavado con crudo, tal como se encuentra en el manual aprobado para lavado con crudo?			
R	42. ¿Se encuentra disponible y se está utilizando la lista de chequeo para lavado con crudo para completarse, antes, durante y después del lavado con crudo, tal como se encuentra en el manual aprobado de lavado con crudo?			

Declaración:

-Los firmantes hemos chequeado en conjunto y en forma apropiada los puntos de esta lista de chequeo, quedando ambos satisfechos y convencidos que lo realizado se ha efectuado correctamente y de acuerdo a nuestros conocimientos.

- Ambas partes se comprometen a cumplir las disposiciones relacionadas a las columnas de código "R", las cuales serán re-chequeadas, a intervalos que no excedan las ___ horas.

Por el Buque.	Por la Terminal.
Nombre y cargo:	Nombre y cargo:
Firma:	Firma:

Fecha y Hora:

Anexo II: Permiso general de ingreso a un Espacio Confinado (referencia ISGOTT)

Ubicación/nombre del espacio confinado:.....

Este permiso es válido desde las.....horas Fecha:

Hasta las.....horas Fecha:

Sección 1. Preparativos previos al Ingreso**(A ser chequeado por el Capitán u Oficial responsable)**

- ❖ ¿Ha sido segregado el espacio por medio de bridas ciegas o aislando todas las tuberías de conexión?

R:

- ❖ ¿Han sido aseguradas las válvulas de todas las tuberías halladas en ese espacio a fin de evitar aperturas accidentales?

R:

- ❖ ¿Ha sido limpiado el espacio?

R:

- ❖ ¿Ha sido totalmente ventilado el espacio?

R:

- ❖ **Tests de atmósfera previos al ingreso**

Lecturas:

Oxígeno.....% Vol. (21%)

Hidrocarburo.....%LIE (debe ser inferior al 1%)

Gases tóxicos.....ppm (especifique gas & PEL o TLV)

- ❖ ¿Se tomaron las medidas necesarias para que se efectúen controles frecuentes de la atmósfera, mientras el espacio se encuentra ocupado?

R:

- ❖ ¿Se tomaron las medidas necesarias para que el espacio sea continuamente ventilado durante todo el período de ocupación e intervalos de trabajo?

R:

- ❖ ¿Se suministró adecuada iluminación?

R:

- ❖ ¿Se colocaron equipos de rescate y de resucitación en la entrada del espacio y están listos para su uso inmediato?

R:

- ❖ ¿Se designó una persona responsable, para que permanezca a la entrada del espacio?

R:

- ❖ ¿Se informó del ingreso, al oficial de guardia (Puente, sala de máquinas, sala de control de carga)?

R:

- ❖ ¿Se acordó y probó un sistema de comunicación entre la persona que permanece en la entrada del espacio y aquella que ingresa al mismo?

R:

- ❖ ¿Fueron establecidos y comprendidos los procedimientos de emergencia y evacuación?

R:

- ❖ ¿Existe un sistema para registrar quién está en el espacio?

R:

- ❖ ¿Son todos los equipos utilizados del tipo aprobado?

R:

Sección 2. Chequeo previos al Ingreso

(A ser chequeado por la persona autorizada como líder del grupo que ingresa al espacio)

- ❖ La sección 1 del presente permiso fue totalmente completada.

R:

- ❖ Tengo conocimiento de que el espacio debe ser evacuado de inmediato, en caso de falla en la ventilación o si los resultados de los tests de atmósfera dejaran de estar dentro del criterio seguro acordado.

R:

- ❖ Preste mi consentimiento a los procedimientos de comunicación.

R:

- ❖ Estuve de acuerdo con que el intervalo para reportar sea de ____ minutos.

R:

- ❖ Los procedimientos de emergencia y evacuación han sido acordados y comprendidos.

R:

A ser firmado por:

Capitán u oficial responsable..... Fecha..... Hora.....

Líder autorizado del grupo..... Fecha..... Hora.....

Persona responsable de supervisar el ingreso..... Fecha..... Hora.....

ESTE PERMISO SE VOLVERA INVALIDO SI SE DETUVIERA LA VENTILACION DEL ESPACIO O SE MODIFICARA ALGUNA DE LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS EN ESTA LISTA DE CHEQUEO.
--

Anexo III: Hoja de seguridad del Benceno**Benzene:**

Synonyms- benzol; benzole; coal naphtha; coal tar naphtha; cyclohexatriene; phene, phenyl hydride

United Nations number.....1114

Formula.....C₆H₆

Appearance-OdorClear colorless liquid with a typical, pleasant aromatic odor

Specific Gravity.....0.88

Chemical family.....Aromatic Hydrocarbon

CHRIS code.....BNZ

Boiling point.....80 °C; 176 °F

Freezing point.....6°C; 42°F

Vapor Pressure 20°C (60°F)(mm Hg)...75

Vapor pressure 46°C (115°F)(psia).....4.5

Vapor density (air =1.0).....2.8

Solubility in water.....negligible

Fire & Explosion Hazard

Grade- C: flammable liquid

Electric Group -D

General:Extremely flammable. Ignited by heat, sparks, open flame. Flashback along vapor trail may occur. Vapor may explode if ignited in an enclosed area. Precautions must be taken to prevent static electricity

Flash point.....12 °F

Flammable limits.....1.4 to 8.0 %

Auto ignitions temp.....1076 °F

Extinguishing agents.....CO₂, dry chemical, foam, water fog

Special fire procedures.....Water may be ineffective on a fire. Fire parties must wear respiratory protection and rubber boots. In other respect, fight like a gasoline fire. Explosion hazard is great if ignition has not already occurred and hence civil defense should also be alerted. Cool exposed tanks with water.

Health Hazard Data

Odor Threshold (ppm).....	4.68
PEL/TWA	29 CFR 1910.1028
TLV/TWA (ppm).....	10

General:

Benzene is a known carcinogen. Benzene vapors are severely toxic by inhalation. Benzene has a pleasant odor and narcotic effect and thus has poor warning properties.

Symptoms:

Dizziness, headache, and drowsiness

Short Exposure Tolerance:

Vapor concentrations: 3000 ppm is endurable for 30-60 minutes (single exposure)
 7000 ppm is a dangerous in 30-60 minutes (single exposure)
 20,000 ppm has been fatal in 5-10 minutes.

Exposure Procedures:

- Vapor- remove victim to fresh air; if breathing is difficult, administer oxygen. If breathing stops, apply artificial respiration.
- Skin or eye contact- remove contaminated clothing and gently flush affected areas with water for 15 minutes. Get medical help.

Reactivity Data

Stability- Stable under normal conditions

Compatibility –material: Rubber on prolonged exposure to benzene first swells, then softens

Spill or Leak procedure

Wear rubber gloves, face shield, plastic coated clothing. Wear self-contained breathing apparatus. Approach from upwind side. Avoid contact with liquid. Secure ignition sources. Small spills may be flushed away with water.

Bibliografía

En la recopilación de información para este trabajo, se consultaron los siguientes textos y sitios de Internet:

- OMI, SOLAS, edición refundida, 2004.
- OMI, MARPOL 73/78, edición refundida, 2002.
- OMI, Código Internacional de Sistemas de Seguridad contra Incendios (Código SSCI), 2002.
- ICS/OCIMF/IAPH, “Guía internacional de seguridad para terminales y buques tanque petroleros” (ISGOTT), cuarta edición, 1996.
- Universidad Austral de Chile, “Sistema de gas inerte en buques petroleros”, Enrique López, 1996.
- Universidad Austral de Chile, “Inert Gas and Crude Oil Washing Systems”.
- UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development), “Review of Maritime Transport”, New York and Geneva, 2007.
- INTERTANKO, International association of independent tanker owners, <http://www.intertanko.com>, “State of the Industry - Is the world approaching a new reality?”, 2008.
- CENAV- Pto Montt, “Manual curso Prevención y Lucha contra Incendio”, 2007.
- PETROTECNIA, revista del instituto argentino del petrolero y gas, <http://www.petrotecnica.com.ar>, “Las terminales de Hidrocarburo”, 2004. Y “Los buques tanque y su clasificación”, 2004.
- SONAMAR (Sociedad Nacional Marítima S.A.), <http://www.sonamar.cl>.