

Familiarización y operativa del B/T Dácil

Trabajo Fin de Grado
Grado en Náutica y transporte marítimo
Julio de 2021

Autor:
Cindy Deike
Y1247940C

Tutor:
Prof. Dr. José Agustín González Almeida

Escuela Politécnica Superior de Ingeniería
Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval
Universidad de La Laguna

D/D^a. José Agustín González Almeida, Profesor de la UD de Ingeniería Marítima, área de Construcciones Navales, perteneciente al Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna:

Expone que:

D. **Cindy Deike** con **DNI Y1247940C**, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: **Familiarización y operativa del B/T Dácil**.

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

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

En Santa Cruz de Tenerife a 15 de julio de 2021.

Fdo.: José Agustín González Almeida

Director del trabajo.

Deike, C. (2021). *Familiarización y operativa del B/T Dácil*. Trabajo de Fin de Grado. Universidad de La Laguna.

RESUMEN

El buque Dácil es el buque en el cual he pasado gran parte de mi etapa como alumna de puente/cubierta y, por tanto, el trabajo tratará de proporcionar una perspectiva desde el punto de vista personal relacionada con la experiencia y los datos recogidos a bordo del mismo.

El objetivo es ofrecer nociones sobre la operativa de un buque de esta clase basándose en los fundamentos y procedimientos previos, durante y posterior a las operaciones de carga y descarga.

Para empezar, se expondrán las características básicas y principales del buque para, a continuación, hablar de los elementos, equipos y sistemas que lo componen y que son fundamentales para ejercer la operativa con seguridad. Más adelante se detallarán los procedimientos previos a cargar, basados en el Isgott (International Safety Guide For Oil Tankers And Terminals) y en el TSGC (Tanker Safety Guide Chemicals), pues el buque está catalogado como buque petroquímico. Asimismo, se explicarán las operaciones de carga, descarga y limpieza en base dichos manuales y los métodos realizados a bordo. Luego se hará una breve descripción del equipo de monitorización y control de descarga de aceites (hidrocarburos) a la mar, y del analizador de gases de los tanques de lastre. Finalmente se hará una recopilación de aspectos positivos y negativos del buque.

Con relación a lo anterior se puede decir que el mundo petroquímico es muy amplio y los aspectos tratados son únicamente una ínfima parte, tomando de referencia un buque en concreto. No obstante, el Dácil es un buque que posee características que lo hacen muy versátil.

Palabras claves: Seguridad, operaciones, procedimientos.

Deike, C. (2021). *Familiarización y operativa del B/T Dácil*. Trabajo de Fin de Grado. Universidad de La Laguna.

ABSTRACT

The M/T Dácil is the training ship on which I spent the most part of my internship practicing as deck cadet. Therefore, this work proportionates a personal view in connection with the experience and data collected on board.

The purpose is to offer an overview about the ship's operational procedures, focused on the preparation for cargo operation, such as: Tank cleaning, gas freeing, pre-arrival and pre-transfer information exchange, the cargo transfer operations and the cargo care during the voyage.

This work starts explaining the main characteristic and continues talking about all integrated equipment and systems which are essential for the proper and safe operation of the ship. Later, the cargo operation procedures will be detailed following the guidance of ISGOTT (International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals) and TSGC (Tanker Safety Guide Chemicals), because the ship is an oil/chemical tanker. Finally, a short description of the ODME (Oil Discharge Monitor Equipment) and Gas Sampling of void spaces will take place. At the end, there will be a recompilation about advantages and disadvantages about the ship.

In this way and regarding the oil/chemical industry, the topics covered by this work are only a small part of this huge field, focused on a specific ship. However, the M/T Dácil has some characteristic that makes her a versatile ship.

Keywords: Procedures, Safety, Operations.

AGRADECIMIENTOS

Después de un intenso periodo de 7 meses, hoy es el día: escribo este apartado de agradecimientos para finalizar mi trabajo de fin de grado. Ha sido un periodo de aprendizaje no solo a nivel profesional, sino también a nivel personal. Escribir este trabajo ha tenido un gran impacto en mí y es por eso que me gustaría agradecer a todas aquellas personas que me han ayudado y apoyado durante este proceso.

Por un lado, me gustaría agradecer a toda la tripulación del B/T Dácil por su enorme apoyo, ánimo, afán de enseñanza, consejos y familiaridad durante todo mi embarque.

Por otro lado, me gustaría agradecer a mis padres y mi hermano por sus sabios consejos, su apoyo y su comprensión.

Índice del TFG

Introducción	7
Características principales del buque	8
Elementos de la carga y descarga	13
Manifold y colector	13
Líneas de carga	16
Válvulas automáticas	17
Tanques de carga	18
Bombas	20
Línea Marpol – super stripping	24
Sonda-Radar y sensores de presión	25
Sensores de temperatura	26
Alarmas de alto nivel (HI) y muy alto nivel (HI-HI)	26
Vapour lock	27
Liberación de Presion/Vacio de los tanques de carga	28
Línea de retorno de gases	30
Sistema de calefacción	31
Control de carga	32
Medios de lastre	41
Operaciones de lastre y deslastre	42
Preparación para las operaciones	46
Plan de carga – Stowage Plan	48
Pre-arrival	48
Operaciones de carga	50

Operaciones de descarga.....	56
Cuidados durante la navegación.....	58
Limpieza de tanques	60
Supervisión y preparación	60
Atmosferas de los tanques	61
Limpieza en tanque inertizado	62
Limpieza en tanque no inertizado	62
Medios de limpieza	62
Métodos.....	64
Procedimiento.....	67
ODME	73
Alarma de caudal.....	74
Alarma de cantidad máxima	74
Desgasificación.....	77
Entrada a los tanques tras ser ventilados	78
Inertización	80
Inertización tras limpieza de tanques.....	81
Relleno con nitrógeno.....	81
Planta de nitrógeno.....	82
Gas Sampling	83
Ventajas y desventajas del buque.....	85
Ventajas	85
Desventajas.....	86
Conclusiones.....	88
Conclusions.....	89
Bibliografía	90
Anexos	92

01.- Anexo I. Parte 3- Lista de mercancías peligrosas, disposiciones especiales y excepciones.....	92
02.- Anexo II. Resumen de Prescripciones mínimas, capítulo 17 Lista de productos.....	92
03.- Anexo III. Resumen de Prescripciones mínimas, capítulo 17.....	92
04.- Anexo IV. Tabla de incompatibilidades de USCGC.....	92
Ilustración 1. Buque Dácil. Fuente: Autor.....	7
Ilustración 2. Distribución de tanques de carga y lastre. Fuente: Planos del buque.	9
Ilustración 3. Manifold del buque. Fuente: Trabajo de campo.	13
Ilustración 4. Puentes y pantalones. Fuente: Trabajo de campo.	14
Ilustración 5. Esquema de carga. Fuente: Trabajo de campo.	15
Ilustración 6. Colector principal, colector de popa y colector para muelle La Hondura. Fuente: Autor	16
Ilustración 7. Línea de carga junto a las dos válvulas pilotadas y la intermedia. La línea verde es la de acompañamiento. Fuente: Trabajo de campo.	17
Ilustración 8. Unidad de aceite hidráulico. Fuente: Trabajo de campo.	18
Ilustración 9. Válvulas de solenoide. Fuente: trabajo de campo.....	18
Ilustración 10. Distribución tanques de carga. Fuente: Autor.	19
Ilustración 11. Tanque de carga. Fuente: Trabajo de campo.	19
Ilustración 12. Tanque de decantación, Slop. Fuente: Trabajo de campo.	19
Ilustración 13. Bomba de pozo sumergido Marflex. Fuente: Manual bombas Marflex.....	20
Ilustración 14. Convertidores	21
Ilustración 15. Local Convertidores de bombas de carga. Fuente: Trabajo de campo.	22
Ilustración 16. Control local del convertidor. Fuente: Trabajo de campo.	22
Ilustración 17. Colocación de la bomba de emergencia. Fuente: Manual bombas Marflex.	23
Ilustración 18. Power pack de la bomba de emergencia. Fuente: Trabajo de campo.....	23
Ilustración 19. Aspiración de la bomba. Fuente: Trabajo de campo.	24
Ilustración 20. Oil Spill Tank. Fuente: Trabajo de campo.	25
Ilustración 21. Radar de un tanque de carga. Fuente: Trabajo de campo.	26
Ilustración 22. Sensor de presión y temperatura. Fuente: Trabajo de campo.	26
Ilustración 23. Alarma de altos niveles. Fuente: Trabajo de campo.	27

Ilustración 24. Vapour Lock. Fuente: Trabajo de campo.	28
Ilustración 25. Válvulas PV torreta de popa. Fuente: Trabajo de campo.	29
Ilustración 26. Manifolds de la línea de retorno de gases. Fuente: Trabajo de campo.	30
Ilustración 27. Supresor de llamas de detonación de la línea del VECS. Fuente: Trabajo de campo.	31
Ilustración 28. Pantalla de control de válvulas de los tanques de carga. Fuente: Trabajo de campo.	33
Ilustración 29. Pantalla del sistema de carga. Fuente: trabajo de campo.	34
Ilustración 30. Pantalla grupo de tanques. Fuente: Trabajo de campo.	34
Ilustración 31. Pantalla del sistema de lastre. Fuente: Trabajo de campo.	35
Ilustración 32. Pantalla prinpipal del calculador CLoad. Fuente: Trabajo de campo.	36
Ilustración 33. Pantalla de esfuerzos del buque calculador CLoad. Fuente: Trabajo de campo.	36
Ilustración 34. Panel de alarmas de alto y muy alto nivel. Fuente: Trabajo de campo.	37
Ilustración 35. Pantalla táctil HMI de las bombas de carga. Fuente: Trabajo de campo.	38
Ilustración 36. Repetidor de nitrógeno. Fuente: Trabajo de campo.	39
Ilustración 37. Panel control. Fuente: Trabajo de campo.	40
Ilustración 38. Paneles de calefacción. Fuente: Trabajo de campo.	40
Ilustración 39. Compatibilidad de cargas. Fuente: Tanker Safety Guide 4 th Edition.	47
Ilustración 40. Flujograma sobre las precauciones a tomar para introducir objetos de medición en el tanque. Fuente: Isgott 6 ^a , Chapter 12.8, Figure 12.5.	53
Ilustración 41. Cañón en el interior del tanque. Fuente Trabajo de campo.	63
Ilustración 42. Cañón en cubierta. Fuente: Trabajo de campo.	63
Ilustración 43. Manguera de conexión Cañón - Línea de limpieza. Fuente: Trabajo de campo.	63
Ilustración 44. Tridente en el cuarto de bombas. Fuente: Trabajo de campo.	64
Ilustración 45. Calentador de agua de la línea de limpieza. Fuente: Trabajo de campo.	66
Ilustración 46. Línea de vapor y brida en el pasa-hombres del tanque. Fuente: Trabajo de campo.	67
Ilustración 47. Drenaje a la bandeja. Fuente: Trabajo de campo.	68
Ilustración 48. Acople de la manguera de aire o N ₂ a la descarga de la bomba. Fuente Trabajo de campo.	69

Ilustración 49. Conexión de la línea super stripping a la línea Marpol. Fuente: Trabajo de campo.	70
Ilustración 50. Bomba Depa de Cubierta. Fuente: Trabajo de campo.	70
Ilustración 51. Descarga al mar del Anexo II Marpol. Fuente: Trabajo de campo.....	73
Ilustración 52. Equipo ODME. Fuente: Trabajo de campo.	74
Ilustración 53. Test del ODME. Fuente: Trabajo de campo.....	75
Ilustración 54. Ventilación de los tanques de carga a través del colector. Fuente: Trabajo de campo.	77
Ilustración 55. Tubo colorimétrico y bomba de mano. Fuente: Trabajo de campo.....	79
Ilustración 56. Tubo colorimétrico, bomba de mano y manguera. Fuente: Trabajo de campo.	79
Ilustración 57. Unidad Gas Sampling. Fuente: Trabajo de campo.....	84

Introducción

El B/T Dácil es un buque petroquímico construido en los astilleros Jiangsu Ganghua Shipyard Co. en China entre los años 2007 y 2011, año en el que entró en servicio bajo el nombre Global River. Continúa con este nombre hasta el 2012 donde pasó a enarbolar la bandera danesa con el nombre Silver Freya.

Finalmente, a finales del año 2018 el buque es adquirido por la compañía Distribuidora Marítima Petrogas para sustituir al petrolero Faycan, que llevaba hasta entonces 18 años en la empresa y que es vendido a una empresa de Maldivas donde se dedicará al bunkering. El nuevo buque pasa a llamarse B/T Dácil, en honor a la princesa guanche.

Su cometido a partir de ese momento es el transporte de ATK (queroseno destinado a aviones comerciales) y JP8 (queroseno para aviones militares) entre las Islas Canarias en un flete de Cepsa. Su ruta comprendía puertos y monoboyas en las islas de Tenerife, Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura. Cuando en 2020 llega la pandemia del Covid-19 y escasea el transporte aéreo y el turismo, el buque es enviado a la península para ser fletado a viajes, donde permanece hasta la actualidad.



Ilustración 1. Buque Dácil. Fuente: Autor

Características principales del buque

Dentro de las características generales, el buque cuenta con una eslora total de 112.7 metros, manga de 17.6 m y un puntal 31.3 m. A su vez, su calado máximo de verano es de 7.20 m en el disco y de 7.05 m en invierno. En su momento, el buque contaba con clasificación de hielo por lo que cuenta con un casco reforzado y diversos equipos especiales para su condición. En cuanto al tonelaje del buque, éste dispone de 5424.0 Tn de arqueo bruto, 2444.0 Tn de arqueo neto, 7518.9 Tn de peso muerto y su desplazamiento máximo es de 10971.2 MT.

Respecto a la unidad propulsora del buque, el B/T Dácil dispone de 2 motores principales MAN B&W 8L 21/31 DE 3440KW que hacen girar dos hélices de paso variable. Cada hélice dispone de un timón a pesar de que funcionan de manera conjunta. Junto a los motores principales, la unidad se compone 3 motores auxiliares de la marca Volvo Penta D16-MG, un generador de emergencia, 2 calderas de vapor y un economizador. Para mayor maniobrabilidad el buque cuenta además con una hélice de proa de 400 kW.

En cumplimiento del Convenio para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar (SOLAS), y el Convenio internacional para prevenir la contaminación por hidrocarburos (MARPOL) El B/T Dácil cuenta con un doble casco que se extiende a lo largo de toda su eslora, aislando de esta manera los tanques de carga y de combustible del contacto directo con el mar. En cuanto tanques se refiere, el buque posee 18 de tanques dedicados a la carga numerados de proa a popa: TC1BE, TC2BE, TC3BE, TC4BE, TC5BE, TC6BE, TC7BE, TC8BE y TC9BE, sumando una capacidad total de 8701.09 m³, y aparte, 2 tanques para lavazas: SLOPBE. Por lo tanto, tiene una capacidad total de 8662.450 M³. Los 2 tanques de lavazas se encuentran en cubierta y tienen una capacidad de 71 m³ cada uno. Ver la **Ilustración 2**.

Por otro lado, dispone de 14 tanques de lastre segregados agrupados en 7 parejas en forma de L a los costados impidiendo el contacto directo de los mamparos del tanque con el mar. Estos van enumerados de proa a popa de la siguiente manera: TL1BE, TL2BE, TL3BE, TL4BE, TL5BE, TL6BE, TL7BE. Además, cuenta con un Peak de proa que se lastra de forma independiente y dos peaks de popa usados como tanques de agua dulce. Ver la Ilustración 2.

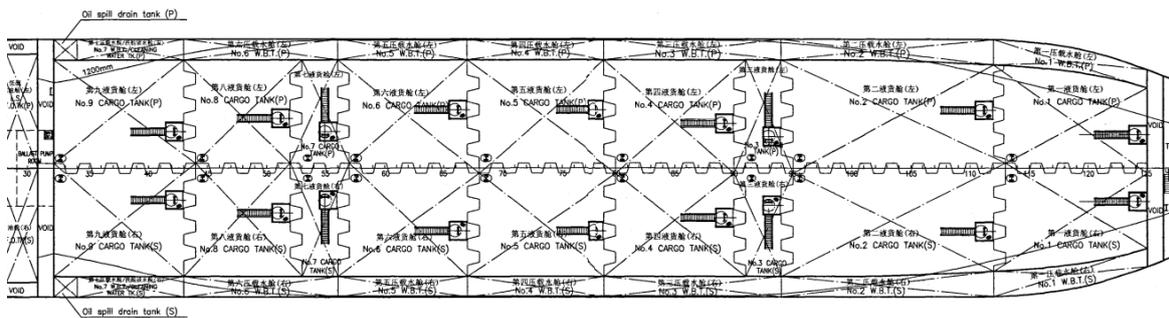


Ilustración 2. Distribución de tanques de carga y lastre. Fuente: Planos del buque.

En la cubierta toldilla se encuentra el control de carga, lugar desde donde es posible controlar gran parte de los equipos que tienen que ver con las operaciones de carga y descarga del buque. Dentro de estos se pueden destacar: control remoto de las válvulas de descarga y bajante, unidad de control Marflex de las bombas, control remoto de las válvulas de la línea de lastre, bombas de lastre, calculador de carga, unidad de control de las sondas de los tanques y presiones de las líneas, indicador de los parámetros de la línea de retorno de vapores, equipo ODME, monitorización de las alarmas de alto nivel (95% y 98%), Gas Sampling, y repetidor del sistema de gas inerte (N₂). Para reducir el riesgo de explosión asociado al alto contenido de O₂ en la atmosfera, el buque cuenta con una planta generadora de nitrógeno (N₂), para así rebajar el nivel de oxígeno en los tanques hasta tal punto que resulte imposible una combustión. Todos los equipos anteriormente nombrados serán detallados en apartados posteriores.

A continuación, en una ficha técnica cedida por el buque, se mostrarán detalles más específicos sobre el buque.

Tabla 1. Ficha técnica del buque. Fuente: Ship Particulars

FICHA TÉCNICA DÁCIL	
GENERAL	
Buque	Dácil
Nº IMO	9427445
Distintivo de Llamada	EAZS
Tipo de Buque	Oil/Chemical tanker
Clasificación	I + HULL + MACH + AVM-DPS + AUT-UMS; Oil tanker ESP; Chemical tanker ESP; IMO TYPE 2;

	<u>Notificación de clase:</u> Unrestricted navigation; COMF-NOISE 3, MON-SHAFT; CLEANSHIP SUPER ERS-S; INWATERSURVEY; VCS; IG; ICE 1A
Bandera de Registro	Española
Puerto de Registro	Santa Cruz de Tenerife
Año y Lugar de Construcción	Jiangsu Ganghua Shipyard Co. en China, 2011
Motores Principales	MAN B&W 8L 21/31 (3440KW)
Motores Auxiliares	3 x Volvo Penta D16-MG
Motor de Emergencia	Volvo Penta D9-MG
Velocidad en carga	11 nudos
Velocidad en lastre	12 nudos
DIMENSIONES	
Eslora total (m)	112,7
Eslora entre perpendiculares (m)	106,5
Manga (trazado) (m)	17,6
Puntal (m)	7,35
Calado (m)	9,40
Arqueo bruto (GT)	5.424 GT
Arqueo neto (NT)	2.444 GT
Peso Muerto (DWT)	7.519 DWT
Desplazamiento	10.971 T
EQUIPAMIENTO DEL BUQUE	
Hélices Propulsoras	2 x CPP LB10
Timón	Pala estándar
Hélice de Proa	536 HP
TANQUES DE CARGA (m³)	
Tanque de Carga Nº 1 Br.	402 (98%)
Tanque de Carga Nº 1 Er.	407 (98%)
Tanque de Carga Nº 2 Br.	815 (98%)
Tanque de Carga Nº 2 Er.	810 (98%)
Tanque de Carga Nº 3 Br.	192 (98%)
Tanque de Carga Nº 3 Er.	193 (98%)
Tanque SLOP Br.	71 (98%)
Tanque SLOP Er.	71 (98%)

Tanque de Carga Nº 4 Br.	536 (98%)
Tanque de Carga Nº 4 Er.	526 (98%)
Tanque de Carga Nº 5 Br.	582 (98%)
Tanque de Carga Nº 5 Er.	576 (98%)
Tanque de Carga Nº 6 Br.	529 (98%)
Tanque de Carga Nº 6 Er.	532 (98%)
Tanque de Carga Nº 7 Br.	192 (98%)
Tanque de Carga Nº 7 Er.	195 (98%)
Tanque de Carga Nº 8 Br.	419 (98%)
Tanque de Carga Nº 8 Er.	423 (98%)
Tanque de Carga Nº 9 Br.	503 (98%)
Tanque de Carga Nº 9 Er.	507 (98%)
Capacidad tanques de carga 100%	8.661
Capacidad tanques de carga 98%	8.481
Capacidad tanques de carga/Slops 98%	8.346
Promedio máximo de carga	1BE, 2BE, 4BE, 5BE, 6BE, 8BE, 9BE; 286 m ³ /h // 3BE, 7BE; 125 m ³ /h
Promedio máximo de descarga	1BE, 2BE, 4BE, 5BE, 6BE, 8BE, 9BE; 200 m ³ /h // 3BE, 7BE; 100 m ³ /h
TANQUES DE LASTRE (m³)	
Capacidad tanques lastre 100%	3.429,6
OTROS TANQUES	
Capacidad F.O (100%)	Almacén HFO Br.: 110,5 S/Diario HFO Br.: 12,0 Reboses HFO Br.: 8,3 Almacén HFO Er.: 110,5 Sedimentación HFO Br.: 14,3
Capacidad F.O (100%)	Almacén DO Br.: 23,5 Almacén DO Er.: 38 S/Diario DO Nº1 Br.: 15,9 S/Diario DO Nº23.: 15,4
Reboses HFO Br.	8.3
Almacén HFO Er.	110.5
Sedimentación HFO Br	14.3

SISTEMA DE PROTECCION AMBIENTAL	
Doble casco en tanques de carga (13G)	Si
Doble casco en tanques de combustible (12A)	Si
MEDIOS DE CARGA/DESCARGA	
Bombas de carga	6 x 100 m ³ /h, 14 x 200 m ³ /h
Bombas de lastre	2 x 300 m ³ /h
Línea de retorno de vapor	Si
Sistema de gas inerte	2 x DENO Compressors BV
Sistema de calefacción	Aceite térmico + Agua dulce
Calefacción tanques + Slops	Serpentines

Elementos de la carga y descarga

Para poder llevar a cabo la operativa, el buque debe disponer de una serie de elementos fundamentales como son las líneas de carga y su manifold para poder cargar y descargar el producto, equipos de medición para saber cuánto producto se tiene a bordo, sistemas de monitorización a tiempo real, un sistema de ventilación, elementos complementarios que pueden ser la calefacción de los tanques, etc. Todos estos equipos se detallarán a continuación. Cabe destacar que los buques de esta clase tienen un gran número de sistemas en común, por tanto, son elementos básicos con los que suelen estar equipados estos buques, aunque varía de barco a barco la disposición, la marca, el tipo, etc.

Manifold y colector

El buque dispone de 18 segregaciones de 6" de diámetro nominal a cada banda, aportando de esta manera una gran versatilidad a la hora de las operaciones de carga y descarga, pudiendo simultanear productos.



Ilustración 3. Manifold del buque. Fuente: Trabajo de campo.

Cuenta con un colector principal con un manifold de 12" a popa, en forma de U, el cual permite acople a las dos bandas al igual que todas las demás segregaciones. Cada línea se puede comunicar con el colector a través de dos válvulas denominadas agrupadas, que se encuentran en la banda correspondiente a cada tanque, es decir, las líneas de los tanques de estribor tienen las agrupadas por estribor y las líneas de los tanques de babor tienen las agrupadas por dicha banda. Se dispone de doble válvula para evitar una contaminación en

caso de que una de ellas falle o presente una pérdida. Siendo así, deberá colocarse una brida ciega en la comunicación al colector de aquellos tanques que no vayan a ser cargados o descargados por el colector.

Además, se tiene un manifold a popa del barco cuya línea acaba en el colector principal en el manifold.

Encima del colector principal se encuentra un colector de calefacción, hoy en día inutilizado puesto no se están cargando productos que lo requieran, que a su vez divide en 3. Por un lado, tiene dos ramales que son de aceite térmico de los cuales salen unas líneas de una pulgada que posteriormente acompañan a cada una las líneas de carga para proporcionarles calor en caso de que el producto lo requiera. Y por otro lado un ramal de agua caliente cuya función es la misma para los tanques 4BE, 5BE y 6BE.

Dado que las dimensiones de los manifolds de las terminales y de los buques muchas veces no coinciden, bien porque el brazo de carga tiene un diámetro superior al del manifold del buque, o al revés, a bordo se dispone de reducciones con el fin de adaptar los manifolds de abordó a los disponibles en tierra. Asimismo, se poseen puentes (pantalones, pantalones con "T"), y mangueras como complementos para simultanear productos. Estas mangueras son comprobadas regularmente según el ISGOTT 6ª edición.



Ilustración 4. Puentes y pantalones. Fuente: Trabajo de campo.

Resumiendo, el buque puede operar de tres maneras distintas, ver Ilustración 5:

1. Acoplados al manifold del colector, se alinean los tanques a cargar o descargar mediante las agrupadas.
2. Acoplados directamente al manifold del tanque correspondiente a cargar o descargar.

3. Acoplados a un manifold de un tanque, se coloca una manguera o puente para alinear con el resto de los tanques que se quieran descargar o cargar.

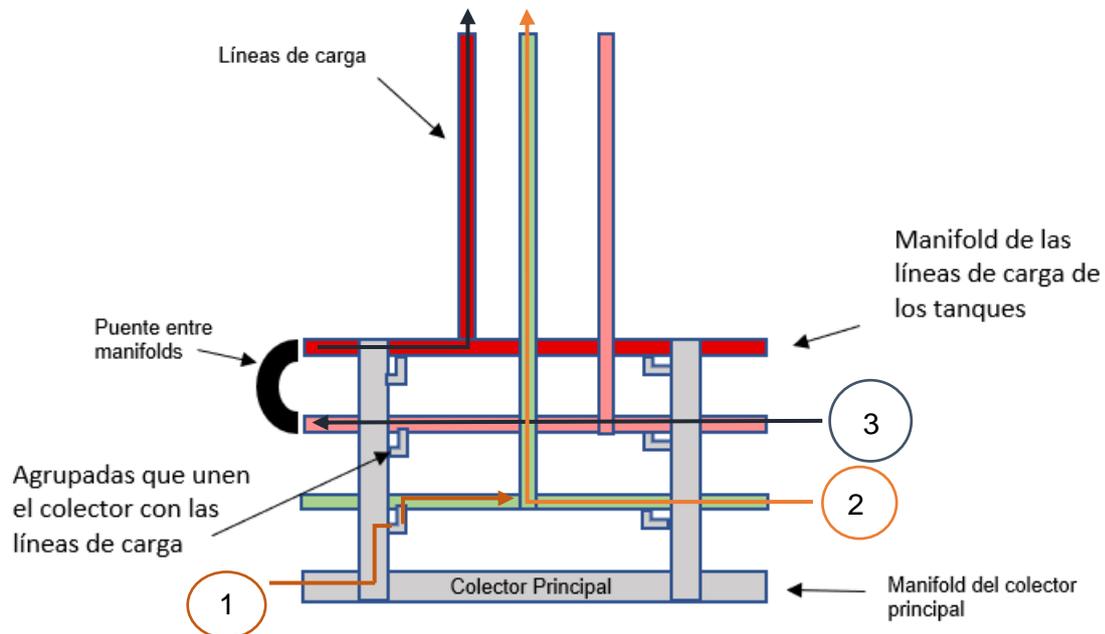


Ilustración 5. Esquema de carga. Fuente: Trabajo de campo.

A popa, en la banda de babor del colector se le añadió otro manifold adaptado para cargar en el muelle de la Honduras el JetA1 junto a una válvula de guillotina para regular el caudal.

A continuación, en el esquema se representa la disposición de las diferentes líneas con su alineación al colector.



Ilustración 6. Colector principal, colector de popa y colector para muelle La Hondura. Fuente: Autor

Líneas de carga

Éstas son tuberías que se encuentran en la cubierta y que constituyen la unión entre los tanques y el colector o el propio manifold correspondiente. Son de acero inoxidable 316-L e independientes para cada tanque. Vienen acompañadas de una fina línea la cual se puede conectar al aceite térmico para mantener la línea con una determinada temperatura.



Ilustración 7. Línea de carga junto a las dos válvulas pilotadas y la intermedia. La línea verde es la de acompañamiento. Fuente: Trabajo de campo.

Las líneas cuentan con un total de 3 válvulas, una válvula de la bajante, una válvula de descarga que son pilotadas desde el control de carga y una válvula intermedia que se acciona de manera manual. Desde el manifold hasta la intermedia la línea es la misma para la carga y la descarga. Después de la intermedia se bifurca, por un lado, la bajante y por otro, descarga proveniente de la bomba. En función de la operación que se esté realizando se abrirá la válvula de la bajante o de la descarga.

Válvulas automáticas

Las válvulas automáticas son aquellas que pueden operarse desde el control de carga y que en cubierta son accionadas por medio de aceite hidráulico. El mecanismo es el siguiente: desde el control de carga a través del ordenador Konsberg se da la orden de apertura, que llega como señal eléctrica a una válvula de solenoide, Ilustración 8, que se encuentra en el local hidráulico. El solenoide convierte la energía eléctrica, mediante magnetismo, en energía mecánica para accionar la válvula. Por ella pasará aceite hidráulico, proveniente de un tanque pequeño, Ilustración 9, acoplado a dos bombas eléctricas que mantienen la línea con una presión de 15 MPa, que va hacia la válvula de cubierta para abrirla o cerrarla.



Ilustración 8. Unidad de aceite hidráulico. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 9. Válvulas de solenoide. Fuente: trabajo de campo.

En cuanto a la unidad de aceite hidráulico Scana Skarpenord, esta se encuentra arrancada siempre que se tenga que operar las válvulas. En el momento que se arranque, ambas bombas entraran en funcionamiento hasta que se estabilice la presión. Una vez estabilizada la misma a 15 MPa, solo permanecerá en funcionamiento la bomba principal, que puede seleccionar por medio de un seleccionador (machete). Cuando la presión comienza a disminuir, la bomba arranca y vuelve a presurizar el sistema. En el caso de que fallen las bombas, a popa del tanque se encuentran dos botellas de nitrógeno que en caso de urgencia se podrían usar para dar presión al sistema.

Por otro lado, las válvulas también se pueden abrir de manera manual si la unidad de aceite hidráulico o la válvula solenoide diera fallo. Para ello se tiene a bordo accionador manual viene a ser una pequeña bomba manual que se conecta a través de los latiguillos a los acoples de aceite de la válvula. Antes de accionar sobre ella se debe cortar el paso de aceite hidráulico a la válvula solenoide para no provocar un derrame.

Tanques de carga

Los tanques dedicados a la carga se dividen en parejas de modo que por cada banda haya 9 tanques, separados transversal y longitudinalmente por mamparos corrugados. Los refuerzos son estructurales, se encuentran en la cubierta principal de modo que el techo del tanque es liso, así como su mamparo exterior, pues los refuerzos se localizan en los tanques de lastre adyacentes. La división de los tanques es la siguiente:

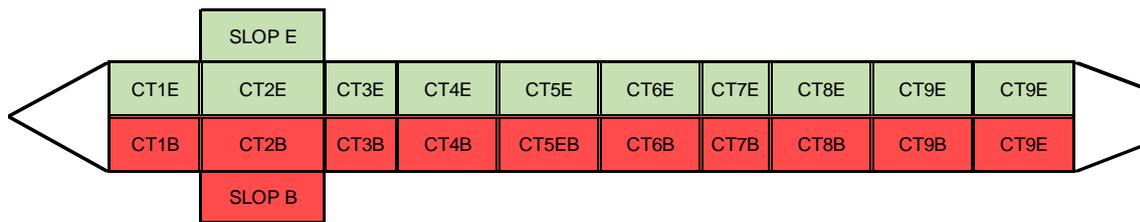


Ilustración 10. Distribución tanques de carga. Fuente: Autor.

Los dos tanques de lavazas (SLOP) se encuentran encima de la cubierta principal, contando también con refuerzos estructurales exteriores y todos sus mamparos lisos. Estos tanques están aprobados para ser utilizados también como tanques de carga.

Todos los tanques son de acero Grade A, recubiertos con revestimiento de polímero avanzado (APC-Marine Line) y están equipados con:

- ❖ Serpentes de calefacción de acero inoxidable.
- ❖ Bajante o caída, línea a través de la cual entra el producto al tanque.
- ❖ Bomba sumergida.
- ❖ Sensores de temperatura y presión
- ❖ Máquinas de limpieza.
- ❖ Pocete sumergido



Ilustración 11. Tanque de carga. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 12. Tanque de decantación, Slop. Fuente: Trabajo de campo.

Los tanques están contruidos de manera que presentan una caída hacia el pozo situado en crujía por lo que no es necesario escorar el barco para drenar los tanques durante las operaciones de descarga o de limpieza.

En la distribución de los mismos puede observarse que los tanques 3BE y 7BE son bastante más pequeños al resto, esto es porque están pensados para actuar como cofferdam o espacios vacíos en caso de transportar cargas incompatibles.

Bombas

Las bombas son un equipo esencial en un buque tanque, por ello requieren un uso y un mantenimiento adecuado para que funcionen correctamente.

Cada tanque dispone de una bomba de pozo profundo doble MarFlex "MDPD" (MarFlex Deepwell Pump Double), que es una bomba centrífuga de una etapa y que utiliza el principio de eje impulsor lubricado con aceite.

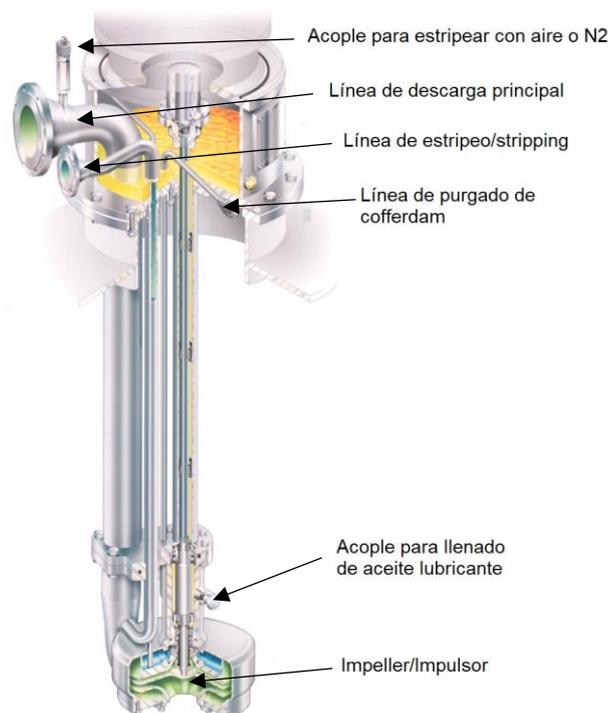


Ilustración 13. Bomba de pozo sumergido Marflex. Fuente: Manual bombas Marflex

A bordo se tienen dos modelos distintos. Por un lado, la MDPD-100 para los tanques de mayor tamaño (1, 2, 4, 5, 6, 8 y 9), cuyo caudal máximo ronda los 200 m³/h. Y por otro,

MDPD-80 situados en los tanques 3 y 7 de carga y, los SLOP, donde el caudal ronda los 100 m³/h.

Estas bombas permiten ser accionadas de manera remota desde el control de carga, en una interfase hombre-máquina que se explicara con más detalle en el apartado del control de carga. A su vez, pueden arrancarse también en modo local desde el local de convertidores.

Convertidores

Puesto que las densidades, los caudales y los niveles de presión máximos y mínimos varían según el producto que se esté transportando y de las terminales, el buque cuenta con una unidad de convertidores para asegurar un buen rendimiento en todas las condiciones de las operativas.

Los convertidores de frecuencia son sistemas que se encuentran entre la fuente de alimentación eléctrica y los motores eléctricos, en este caso, de las bombas de carga. Sirven para regular la velocidad de giro de los motores de corriente alterna, es decir, que actúan como un intermediario para que se utilice únicamente la energía necesaria, pues las bombas no siempre trabajan a su valor nominal.

El sistema de control de carga (CCS por sus siglas en inglés) está compuesto por unos pocos convertidores para controlar las bombas de carga, las bombas de SLOPS y las bombas de lastre. Por lo general, las bombas de lastre están conectados a convertidores individuales mientras que las otras dos comparten convertidores tal y como es el caso del Dácil. A bordo el local de convertidores se encuentra a proa del control de máquinas y este compuesto por 7 convertidores, divididos de la siguiente manera:

MP1	MP2	M3	MP4	MP5	MP6	MP7
<ul style="list-style-type: none">• 1B• 2E• 3B	<ul style="list-style-type: none">• 2B• 3E• 4E	<ul style="list-style-type: none">• 4B• 5E• 7B	<ul style="list-style-type: none">• 5B• 6B• 7S	<ul style="list-style-type: none">• 6E• 8E• SLOP B	<ul style="list-style-type: none">• 8B• 9E• SLOP E	<ul style="list-style-type: none">• 1E• 9B

Ilustración 14. Convertidores

El hecho de que las bombas de carga compartan convertidores hace que la descarga sea más compleja pues no se pueden usar simultáneamente dos bombas que estén conectados al mismo convertidor.

Como se ha mencionado anteriormente se pueden arrancar las bombas en modo local en el mismo armario del convertidor. Para ello hay que colocar el machete en dicha posición, seleccionar la bomba deseada para que se acople y pulsar el botón de “start”, la bomba pasa a estar en “running mode”. A continuación, se sube la frecuencia manualmente. Para parar la bomba se pulsa “stop” y las revoluciones irán bajando lentamente hasta que la bomba pare y posteriormente de manera automática se desacopla del convertidor.



Ilustración 15. Local Convertidores de bombas de carga. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 16. Control local del convertidor. Fuente: Trabajo de campo.

Bomba de emergencia

Se dispone de una bomba de emergencia portátil Marflex que funciona a través de un “Power Pack” situado en el pañol de proa. A lo largo de toda la cubierta de carga en la línea de crujía se tienen conexiones a una línea de aceite hidráulico procedente de esta unidad a la cual se puede acoplar mediante unas mangueras la bomba de emergencia colocada con un trípode en el tapín del tanque.

El sistema es sencillo, un motor eléctrico se encuentra instalado en un cuadro y alimenta la bomba de aceite hidráulico que bombea el aceite desde un tanque situado también en el mismo cuadro a la línea de cubierta donde se conecta finalmente la bomba. Se trata de un circuito cerrado, es decir, el aceite acciona la bomba y retorna a la unidad del “Power Pack” pasando primeramente por un filtro.

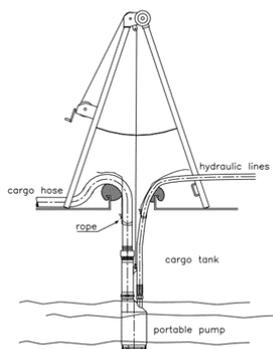


Ilustración 17. Colocación de la bomba de emergencia. Fuente: Manual bombas Marflex.



Ilustración 18. Power pack de la bomba de emergencia. Fuente: Trabajo de campo.

Purgado de cofferdam de las bombas

El cofferdam es un espacio vacío que sirve de separación entre el aceite lubricante de la bomba y el sello, cuya función es proteger la bomba de los productos del tanque a la vez que evitar que penetren fluidos al interior de la misma. El cofferdam se puede purgar con aire o nitrógeno conectando un extremo de la manguera a la línea de cubierta y el otro a la entrada del cofferdam. Se coloca un recipiente a la salida en el colector de descarga y se abre el aire o nitrógeno. Para no sobrepasar la presión máxima del fabricante, la manguera dispone de un regulador de presión para controlar la entrada de aire/N₂ al cofferdam, en este caso 3.5 bar. Los cofferdams de las bombas se purgan antes y después de cada operación.

Stripping y super-stripping

Junto al cuerpo de la bomba y su tubería de descarga se pueden observar dos líneas más finas, la primera se corresponde con la línea de estripeado también llamada "stripping". Para usar esta línea debe arrancarse la bomba e inyectar nitrógeno o aire a presión por la descarga principal de la bomba.

Y la segunda, cuya boca se encuentra situada más profunda en el poceto es la línea "super stripping" denominada a bordo como línea MARPOL. Esta se encuentra conectada a una bomba del tipo diafragma situada en cubierta. Con ella se sacan los últimos restos que puedan quedar en el tanque tras una limpieza. A continuación, en la Ilustración 19 se muestra la aspiración de la bomba del tanque Slop babor. A la derecha de la bomba se puede observar una línea que casi llega hasta el fondo del poceto y que asciende de manera independiente, es la que corresponde a la "super stripping". Y a la izquierda una línea está conectada en la aspiración del impeler, es la llamada línea de agotamiento, más conocida como línea "stripping".



Ilustración 19. Aspiración de la bomba. Fuente: Trabajo de campo.

Línea Marpol – super stripping

En cubierta se dispone de una línea fija que recorre toda la cubierta teniendo conexiones a la altura de todas las bombas de carga, a las cuales se puede conectar una manguera flexible para aspirar cualquier vertido que pueda producirse en cubierta. Llega además hasta la popa donde se encuentran los denominados Oil Spill Tanks, **Ilustración 20**, indicados para la recogida de derrames y los cuales pueden vaciarse a través de esta mediante la bomba de diafragma. Además, esta zona presenta una ligera inclinación para facilitar la aspiración del producto por la línea fija cuya boca está a ras de la cubierta. Todo el sistema está conectado a la bomba de tipo diafragma de marca Depa DL-80, que se encuentra fija en cubierta a la altura de los tanques de carga 2BE y esta comunicada con ambos tanques Slops. Es por tanto un elemento importante del Shipboard Marine Pollution Emergency Plan (SMPEP), y del Shipboard Oil Pollution Emergency Plan (SOPEP).

Si se trata de una recogida de vertido pequeño, se pondría en marcha la bomba de diafragma y se abre la válvula amarilla que sale en la parte inferior de la imagen. Ahora se aspiraría todo el producto que se acumula en esa zona. Si de lo contrario, se tratara de un vertido de gran cantidad, para evitar que rebose por el trancañil, se retira el imbornal y se abre la válvula de entrada al tanque. Para trasegar el vertido a un tanque de lavazas se deberá conectar mediante una manguera las bridas ciegas (señaladas con una línea azul en la imagen), alinear hacia el Slop deseado la bomba Depa y posteriormente, arrancarla.

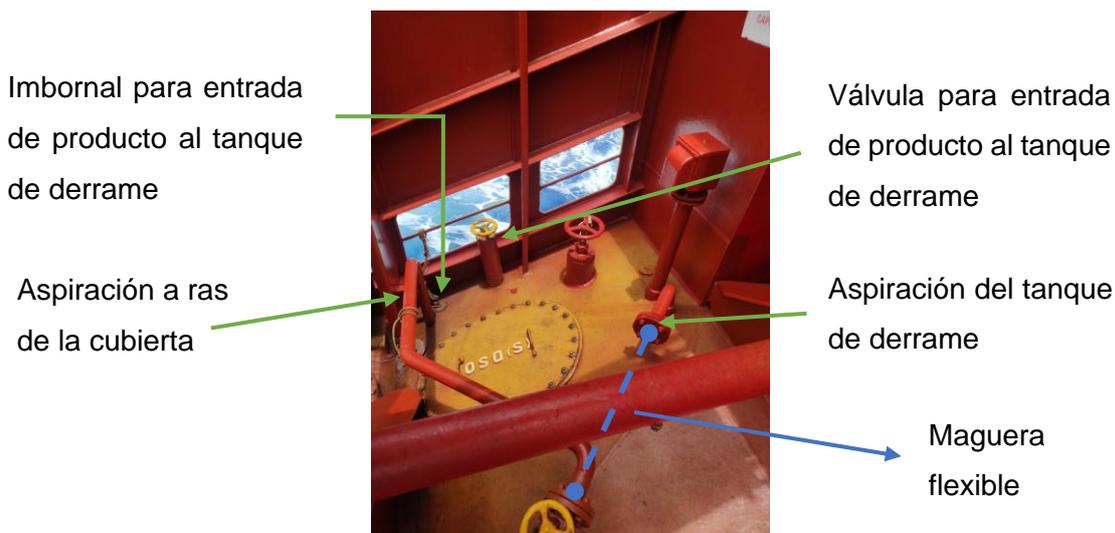


Ilustración 20. Oil Spill Tank. Fuente: Trabajo de campo.

Asimismo, dado que tiene las conexiones cerca de las bombas y estas están provistas de la línea super stripping, se ha comunicado ambas mediante una manguera flexible con doble válvula. De modo que en las limpiezas se usa para el reachique y moqueo. Por otro lado, también se dispone de una unión de la línea MARPOL con las bandejas del manifold principal y el manifold de popa.

Sonda-Radar y sensores de presión

La toma de sondas/vacíos en cerrado mediante radar es de acuerdo con el SOLAS al ser un buque provisto de gas inerte. Es fundamental a la hora de llevar a cabo las operaciones de carga y descarga pues a través de este se controla la cantidad de producto que se haya en los tanques.

El radar se encuentra instalado en la cubierta encima del tanque correspondiente y su funcionamiento se basa en la emisión de ondas que se reflejan en la superficie del fluido y chocan contra el espejo situado en el radar, proporcionando así el vacío del tanque. Asimismo, también cuenta con un sensor de presión del tanque. Estas medidas son enviadas a la unidad informática Kongsberg situada en el control de carga, que a su vez las transmite al sistema de carga donde podrán observarse estos vacíos y sus correspondientes sondas, además de la presión. Ver Ilustración 21.



Ilustración 21. Radar de un tanque de carga. Fuente: Trabajo de campo.

Sensores de temperatura

Parecido al sistema radar son los sensores de temperatura a diferencia de que esta no emite ondas, sino que es una tubería situada en el interior del tanque en cuyo interior se encuentran dos sensores encargados de medir la temperatura de manera ininterrumpida.



Ilustración 22. Sensor de presión y temperatura. Fuente: Trabajo de campo.

Alarmas de alto nivel (HI) y muy alto nivel (HI-HI)

Este sistema está compuesto por 3 elementos:

Un panel indicador situado en el control de carga, que emite una alarma acústica y visual cuando nivel de un tanque llega al 95% y otra cuando llega al 98%. Las alarmas pueden ser aceptadas en el propio panel pues es táctil. Una vez aceptadas estas se tornan azul oscuras.

En la pantalla, Ilustración 34, puede apreciarse que existen dos modos, uno de carga, en el cual los tanques se encuentran inhibidos y el modo navegación que automáticamente los desinhibe todos.

Una señal acústica y otra visual situadas en la cubierta magistral, siendo visibles desde la cubierta principal. Las señales acústicas de ambas alarmas se diferencian en el sonido, siendo la de 95% más aguda y la de 98% más grave.

Un transmisor que se encuentra en la cubierta y que penetra en el tanque. Es de forma cilíndrica y en su interior posee dos tubos de diferente longitud, el más largo se corresponde con el detector del 95% y el más corto con la del 98%. Cuando el nivel de producto hace contacto con la punta final, éste emite la alarma.



Ilustración 23. Alarma de altos niveles. Fuente: Trabajo de campo.

Prueba semanal

Semanalmente se realiza una comprobación de su funcionamiento. Para ello una persona debe ir tanque a tanque elevando los flotadores que se encuentran en la unidad de cubierta mientras otra persona acepta las alarmas en el control de carga.

Vapour lock

La vapour lock, también conocida como tubo de sonda o sounding pipe, son tubos de aproximadamente medio metro que sobresalen de cada tanque en la cubierta principal, ubicados a popa del mismo próxima a la crujía.

Existen 3 métodos de toma de vacíos especificados por el International Code for the Construction of Ships Carrying Dangerous Chemical in Bulk (IBC), abierto, restringido o cerrado. La toma a través de la Vapour lock se considera restringido, mientras que a tapa

abierta es el método abierto y por radar, cerrado. A continuación, se muestra en la Ilustración 24, un tubo de sonda en la cubierta principal.



Ilustración 24. Vapour Lock. Fuente: Trabajo de campo.

Se utiliza principalmente para introducir en ella, aparatos como la UTI (Ullage, Temperature, Interface), que como su propio nombre indica, mide la cantidad de producto que hay en el tanque emitiendo un pitido, su temperatura de forma digital y si la hubiera, la interfase de producto y agua, emitiendo dos pitidos diferenciados.

Otros aparatos pueden ser el saca-muestras “Cargo Liquid Sampling Device”, que como su nombre indica es un equipo con el cual se pueden sacar muestras, para su posterior análisis o almacenamiento. O el medidor de concentraciones de hidrocarburos y porcentaje de oxígeno presente en la atmosfera del tanque “Tankscope”.

El Dácil presenta la peculiaridad de que el tubo de sonda está cortado a ras del techo del tanque, es decir, que no llega hasta el fondo del tanque. Por tanto, a la hora de introducir equipos por el tubo de sonda de cubierta se deben tener precauciones para que no queden trabados en los serpentines, causen chispas, etc. Para mayor detalle ver Ilustración 40.

Liberación de Presion/Vacio de los tanques de carga

Para compensar la sobrepresión o la depresión producida en el interior de los tanques, estos están conectados a una línea que acaba en una válvula que recibe el nombre de PV (Pressure/Vacuum Relief Valve). Como su nombre indica cumple una doble función gracias al montaje de dos válvulas, una de vacío y una de presión en una sola. Estas válvulas se encuentran en 2 torretas situadas aproximadamente a 3 - 4 metros sobre la cubierta principal cumpliendo con el SOLAS Parte B, Regla 4, 5.3.4.1.4 que establece que "cuando el método de descarga de gases se realice a gran velocidad en las operaciones de carga-descarga, los

orificios de salida estarán situados a una altura mínima de 2 metros por encima de la cubierta principal".



Ilustración 25. Válvulas PV torreta de popa. Fuente: Trabajo de campo.

Las PV's de los tanques 1BE, 2BE, SLOPBE, 3BE y 4BE se encuentran en la torreta situada a proa del manifold y las PV's de los tanques 5BE, 6BE, 7BE, 8BE y 9BE en la torreta a popa del manifold.

Las líneas salen desde un costado de la tapa de entrada al tanque. Cabe destacar que el tramo final de las líneas correspondientes a los tanques 4BE, 5BE y 6BE, como las dos de la izquierda de la Ilustración 25 (5E y 6E), están recubiertas por un aislante térmico pues son tanques destinados a productos calefactados. Asimismo, disponen, aparte de las normales que están montadas, de válvulas PV con 4 orificios para el acompañamiento de la línea de calor.

A su vez los tanques de lastre que colindan con estos últimos, que serían 3, 4, y 5 de lastre disponen también de una válvula PV, pues pueden ser inertizados. Para inertizarlos se les conecta la manguera a una conexión que disponen sus suspiros para dicho fin y se pone una brida ciega para que el nitrógeno no salga a la atmosfera.

Estas válvulas están diseñadas para que, a una determinada presión, el capuchón superior se eleve y permita la salida de los gases del producto junto al gas inerte, produciendo así una liberación. De acuerdo con SOLAS Parte B, Regla 4, 5.3.4.1.1.2 "se permitirá reducir la sección de paso de la descarga de las mezclas de vapores de modo que se logre una velocidad mínima de 30 m/s" y 5.3.4.1.2 que establece que la descarga se realice de forma vertical.

En el caso de que haya una depresión en el tanque, el capuchón permanecerá cerrado mientras que la tapa del vacío de la válvula es levantada por la diferencia de presión exterior absorbiendo y suministrando aire al tanque.

En relación con lo anterior los valores a los que operan las válvulas P/V son de 240 mbar para la expulsión y -35 mbar para aspirar, mientras que las alarmas tienen los siguientes parámetros: cuando los tanques no se encuentren inertizados la alarma Hi suena a la misma presión que la apertura de la válvula 240 mbar mientras que la Hi-Hi suena cuando se llegue a un 10% por encima de la presión de apertura de la válvula, a 264 mbar. Del mismo modo la Lo suena cuando se abre la válvula de vacío a -35 mbar y la Lo-Lo, cuando se alcance un 10% por debajo de la presión de apertura -38 mbar. En el caso de los tanques inertizados las alarmas de alta presión son las mismas mientras que la Lo salta a 50 mbar y la Lo-Lo a 20.

Línea de retorno de gases

La denominada Vapour Return Line se encuentra conectada, en este caso, a la línea de las válvulas de PV's de cada tanque y puede ser aislada mediante una válvula de mariposa. Más adelante se unifica a la línea general de retorno de gases. El propósito de esta línea es asegurar que los vapores de la carga no son liberados al aire, principalmente aquellos que son contaminantes y/o tóxicos cumpliendo con el VECS (Vapour Emission Control System)

La línea que se tiene a bordo se puede ramificar en 3 tramos independientes en caso de cargar productos diferentes. Por tanto, se pueden independizar los tanques 1BE, 2BE, 3BE y SLOPS en un primer tramo. Un segundo tramo para los tanques 4BE, 5BE y 6BE. Y finalmente un tercero para los 7BE, 8BE y 9BE. Cada tramo tiene un manifold independiente, pero cuando se unifican se tienen disponibles 3 manifolds, dos a proa a cada banda y uno a popa detrás del manifold del colector principal, para poder acoplar la conexión de tierra donde mejor convenga.



Ilustración 26. Manifolds de la línea de retorno de gases. Fuente: Trabajo de campo.

El funcionamiento de la línea no es complejo. Cuando se carga un tanque, los gases son expulsados a través de ella hacia la terminal en tierra donde serán almacenados, tratados o eliminados de manera controlada. El sistema de retorno de gases tiene como objetivo mantener una leve sobrepresión en el tanque, pero que sea inferior a la presión establecida de apertura de las válvulas PV, de modo que estas no lleguen a abrir.

En algunas circunstancias, el buque deberá aceptar que la terminal sea la que le retorna los gases cuando se encuentre en operaciones de descarga. Es decir, que mediante el tanque a bordo se vacía de producto se va rellenando con el gas proveniente de la sobrepresión en el tanque de la terminal.

Para asegurarse de que los valores de presión de la línea se encuentran dentro de los límites, el sistema cuenta con una serie de sensores a lo largo de la misma que mandan la señal a una unidad de control situada en el control de carga. Una alarma se activa en caso de sobrepasar los valores establecidos. Además, a modo de seguridad antes del manifold de conexión los tres tamos de línea cuentan con supresores de llamas de detonación.



Ilustración 27. Supresor de llamas de detonación de la línea del VECS. Fuente: Trabajo de campo.

Los manifolds de las líneas de retorno poseen un pasador fijo entre dos orificios de la brida, el cual encaja en la brida correspondiente de la conexión de tierra. Este diseño evita que por equivocación pueda conectarse una línea de carga de fluido a la línea de retorno.

Sistema de calefacción

Los tanques del buque están provistos de serpentines de calefacción de acero inoxidable, como se puede ver en las Ilustraciones 11 y 12, para controlar y mantener la temperatura de los productos en caso necesario.

Existen 3 medios de calefacción:

- ❖ el vapor es eficiente pero difícil de controlar y tiene una temperatura muy elevada de contacto.
- ❖ El agua es menos eficiente que el vapor, pero proporciona un control más preciso de la temperatura.
- ❖ Aceite térmico que es utilizado en caso de que la carga no sea compatible con agua.

En los tanques 1BE, 2BE, 3BE, 7BE, 8BE, 9BE y SLOPBE la carga se mantiene calefactada con agua dulce mientras que en los tanques 4BE, 5BE y 6BE se hace con aceite térmico. Los serpentines encargados de este calentamiento están conectados a la línea de aceite térmico o de agua dulce mediante válvulas de aislamiento, con las que existe la posibilidad de reducir el flujo de aceite térmico y de agua dulce y, regular el calor producido.

El origen de la calefacción se produce en los casetones presentes en cubierta, en cuya parte inferior se encuentra un tanque. Por un lado, el de estribor que es de agua dulce. El aceite térmico proveniente de la máquina calienta el intercambiador de calor por donde es bombeada el agua dulce desde el tanque para los serpentines. Y por otro lado el de babor, donde el procedimiento es el mismo, pero con aceite térmico.

Control de carga

Tanto las operaciones de carga, de descarga y de limpieza se llevan a cabo desde una sala denominada control de carga. En ella se encuentran los principales sistemas de control remoto de las operaciones como pueden ser las aperturas/ cierres de los tanques de carga o de lastre, apertura y cierre de las válvulas, un repetidor del control de la planta de nitrógeno, el analizador de atmósferas Gas Sampling, etc.

De igual forma, a través de sensores, localizados en los tanques de carga, se transmite una señal al control de carga que, lleva la información al propio equipo Konsberg, y ésta a su vez, se transmite a la pantalla con todos los datos referentes al tanque en ese determinado instante.

Pantallas de monitorización

El sistema de monitorización se compone de dos pantallas en las cuales se pueden visualizar los tanques de carga y de lastre durante las operaciones, así como también otros tanques de servicio del buque como pueden ser tanques de agua dulce, de agua técnica, de fuel o de diésel.

Desde esta unidad se controlan las válvulas en la misma pantalla, seleccionando la válvula sobre la que se quiere operar. Las válvulas correspondientes a las bajantes solo tienen dos posiciones, completamente abierta o completamente cerrada mientras que las válvulas de descarga pueden ser reguladas a un porcentaje deseado.



Ilustración 28. Pantalla de control de válvulas de los tanques de carga. Fuente: Trabajo de campo.

En esta pantalla del sistema, se muestran los datos referentes a los metros cúbicos cargados, la sonda del tanque (que no es el vacío), la presión y la temperatura. Además, cuando el tanque llegue al 98% la barra se torna de color rojo y una alarma acústica alerta de ello. En la parte superior se encuentran los valores de calados, asiento, el cual no debe sobrepasar los 3 m y escora del buque. En la parte inferior, comenzado de por la izquierda un cuadro indica la presión y la temperatura a tiempo real en el manifold del colector principal. En el siguiente se muestra la misma información, pero esta vez del manifold de popa. A continuación, vienen indicados las presiones y temperaturas de la bomba de limpieza. Finalmente, a la derecha se muestran datos relativos a la bomba hidráulica que alimenta el sistema de válvulas. Existe otro modo de pantalla, Ilustración 29, en la cual se muestran las presiones y temperaturas de cada una de las líneas de los tanques, que es usada cuando se carga productos compartidos y cada uno por manifolds diferentes.



Ilustración 29. Pantalla del sistema de carga. Fuente: trabajo de campo.

Pantalla de tanques

En ella se configuran los tanques que vayan a ser cargados, bien de un producto o por grupos en caso de ser mas de un producto. A continuación, en caso de que sea un producto nuevo se le introduce un valor de densidad a 15 al aire. Automáticamente el sistema va corrigiendo la densidad en relación a la temperatura del tanque y producto. En la pantalla se muestran, este caso el vacío, el cual ya es corregido por el trimado y que se usa para topear. Viene indicada también la sonda del tanque, la temperatura media actual, las toneladas, los metros cúbicos y la presión.



Ilustración 30. Pantalla grupo de tanques. Fuente: Trabajo de campo.

Lastre

También en la pantalla del lastre, se pueden operar las válvulas de todas sus líneas y los tanques. Las válvulas que aparecen con una raya vertical son de accionamiento manual en cubierta, que comunican la línea de lastre con un manifold en cubierta ubicado a media

eslora junto a los demás manifolds de carga. Las bombas de lastre pueden accionarse de manera remota en esta pantalla o de forma manual a través de un botón que se verá más adelante.



Ilustración 31. Pantalla del sistema de lastre. Fuente: Trabajo de campo.

Configuraciones

Antes de comenzar las operaciones de carga de un nuevo producto, deberán verificarse las alarmas de presión y de altos niveles. Desinhibir las alarmas del sistema y volver al modo operaciones. Una vez finalizadas las mismas se inhiben las alarmas y se selecciona el modo “mar”.

Calculador de carga

Este es un ordenador que posee un programa llamado CLoad, el cual basado en la información obtenida de los sensores, calcula los esfuerzos cortantes y los momentos flectores del buque a tiempo real. Esto permite tener un control sobre el buque en todo momento para que este cumpla con valores establecidos dentro de los límites. Siempre debe intentarse que los esfuerzos y los momentos flectores sean lo más reducidos posibles. En relación a estos valores, los límites varían según la condición en la cual se encuentre el buque si en modo puerto o modo navegación. Es de importancia comprobar siempre antes de salir a la mar que el buque cumpla con todos los esfuerzos y momentos en la condición de navegación.

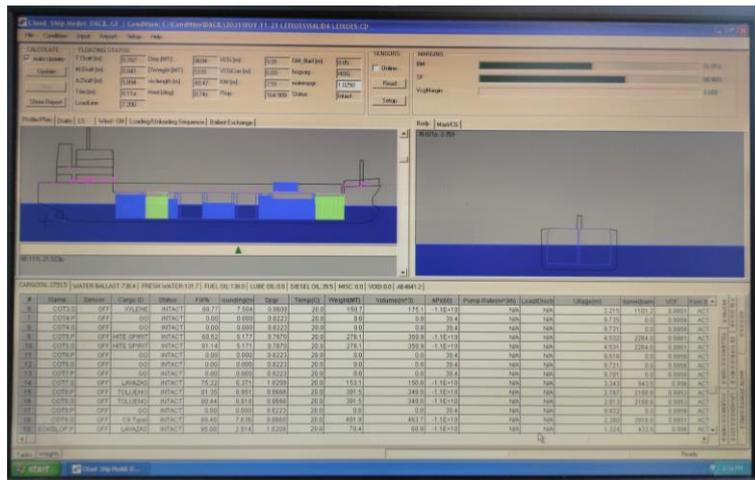


Ilustración 32. Pantalla principal del calculador CLoad. Fuente: Trabajo de campo.

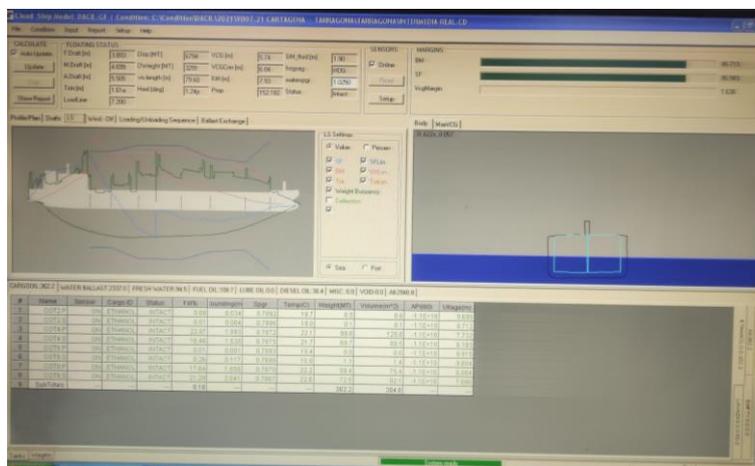


Ilustración 33. Pantalla de esfuerzos del buque calculador CLoad. Fuente: Trabajo de campo.

Además, permite obtener un registro online a tiempo real de los tanques que se están cargando o descargando de modo que se puede calcular el rate o caudal al que se está operando.

El CLoad puede usarse también para realizar cálculos estimados conforme a la distribución de la carga,

Ilustración 322, y a partir de ello, realizar un plan de carga. Se profundizará más adelante en ello.

Mensualmente se realiza un caso de prueba, siguiendo unos modelos dados por la sociedad de clasificación. Para ello, se introducen los mismos valores que en el modelo y a continuación, se realiza un “Full Report Of Intact And Longitudinal Strength”, un reporte completo de los esfuerzos del buque. Los resultados deben ser idénticos al modelo.

Panel de alarmas

El panel de alarmas es un equipo fundamental del control de carga, pues emite una señal acústica y visual, esta última tanto en la pantalla donde el tanque comienza a parpadear, así como en el indicador encima del panel que se ilumina, indicando que un tanque ha llegado al 95% y al 98%. La alarma permite ser inhibida una vez haya sonado y se haya aceptado, para ello, debe pulsarse sobre el tanque hasta que este se muestre de un color azul oscuro. Cuando se sale a navegar, en el panel se selecciona el modo “navegación (sailing)” y automáticamente se inhiben todas las alarmas.



Ilustración 34. Panel de alarmas de alto y muy alto nivel. Fuente: Trabajo de campo.

Control remoto bombas de carga

Se dispone de una pantalla táctil HMI para operar desde el control las bombas de carga. Para accionarlas se debe seleccionar el tanque y a continuación pulsar en la opción de “START”. Seguidamente se sube el porcentaje de la bomba hasta el nivel deseado. Se puede observar como las revoluciones por minuto aumentan, así como el amperaje en cuanto comience a pasar fluido.

Cuando la bomba empiece a girar en vacío y no succiona producto, esta desceba, el amperaje disminuye y la bomba entra en “dry run”. En esta condición puede aguantar hasta un máximo de 2 minutos. Si durante este tiempo no vuelva a cebarse, cae por si sola. En la pantalla el tanque saldrá en rojo y se deberán aceptar las alarmas correspondientes a la caída.



Ilustración 35. Pantalla táctil HMI de las bombas de carga. Fuente: Trabajo de campo.

Como se puede apreciar en la imagen, al seleccionar un tanque, el resto de las bombas que comparten el mismo convertidor quedan inhabilitadas.

La bomba se controla mediante la velocidad, la cual puede manejarse en las flechas o en regulando el indicador en la barra izquierda correspondiente a “Speed %”. En el caso de que se pongan varias bombas al 100%, una comienza a vencer a la otra, se deberán ajustar las mismas al mismo amperaje para asegurarse de que están sacando la misma cantidad de producto aproximadamente.

Repetidor de la planta de nitrógeno

Es una unidad repetidora a través de la cual puede monitorizarse el flujo de nitrógeno hacia los tanques o hacia el botellón de almacenamiento. El equipo indica con una luz verde los modos seleccionados. En la pantalla de la misma se pueden observar los siguientes datos:

- ❖ Presión, porcentaje de oxígeno y el caudal. En caso de llegar a 5.6% de O₂ el sistema desvía el nitrógeno a la atmosfera.
- ❖ El porcentaje de apertura de la válvula que regula el paso de oxígeno. Cuanto más estrangulada esté, menor es la cantidad de oxígeno, es decir, más pureza tiene el nitrógeno.

- ❖ Indicativo de apertura de la válvula de cubierta y la presión que tiene (cuando está en negro está abierta).
- ❖ Indicativo de apertura de la válvula de cubierta y la presión que tiene la línea (cuando está en negro está abierta).
- ❖ La válvula de alivio a la atmosfera. El sistema salta automáticamente y libera el nitrógeno a la atmosfera en caso de que se superen los 240 mbar en la línea.
- ❖ Para poder abrir la válvula a cubierta el sistema debe estar sin alarmas.



Ilustración 36. Repetidor de nitrógeno. Fuente: Trabajo de campo.

Paneles de control

En ellos se encuentran una serie de interruptores para accionar por un lado las bombas de contraincendios principal y de espuma, las bombas de lastre 1 y 2, los extractores de la cámara de bombas y convertidores, el ventilador situado en el casetón de estribor, así como las luces de mismo y del casetón de babor.

Es importante que cuando se esté en operaciones el extractor del cuarto de bombas se encuentre arrancado para aspirar el aire caliente dentro de la cámara cuando las bombas estén en funcionamiento, así como cuando una persona vaya a entrar en el cuarto. A su vez, el extractor de los convertidores se arranca únicamente cuando se vayan a utilizar las bombas de carga bien sea para la limpieza de tanques o para operaciones de descarga, trasvase, etc.



Ilustración 37. Panel control. Fuente: Trabajo de campo.

Como se puede observar desde el panel no se puede arrancar la bomba contraincendios de emergencia, ésta solo tiene pulsadores de arranque y parada en el local de válvulas de corte, en proa y el en puente,

A parte del panel anterior existe otro en el cual se localizan las paradas de emergencia de las bombas. Una vez activadas estas, se debe devolver el botón a su lugar volviéndolo a pulsar, aunque esto no significa que las bombas vuelvan a quedar operativas puesto que se deben resetear en el local de convertidores.

Paneles de calefacción

Se dispone de 3 paneles, Ilustración 38, para establecer y controlar la temperatura a la que se quiere calentar el agua dulce (panel derecho) y el aceite térmico (panel central) destinado a los tanques de carga, así como para el intercambiador de calor para el agua de limpieza (panel izquierdo).



Ilustración 38. Paneles de calefacción. Fuente: Trabajo de campo.

Medios de lastre

El B/T Dácil dispone de 14 tanques de lastre segregados en forma de L, por tanto, se distribuyen de proa hasta popa constituyendo el doble fondo del buque y un asilamiento en los costados, evitando del contacto directo entre el mar y los tanques de carga.

Estos tanques pueden ser lastrados y deslastrados por gravedad hasta el nivel de la línea de flotación, aunque también se puede hacer uso de la bomba para tal fin. A partir de este nivel, solo se puede seguir lastrando o deslastrando mediante bomba. El sistema de lastre está compuesto por dos bombas cuyos motores eléctricos se encuentran la sala de máquinas y la aspiración en el cuarto de bombas. La capacidad de estas bombas es de 300 m³/h a una presión de 2.5 bar.

Además, se cuenta con un Peak de proa independiente a la línea de lastre general, de modo que para su lastrado deberá utilizarse una de las bombas de contraincendios, bien la normal o la de emergencia. Por lo general se hace uso de la bomba de contraincendios de emergencia pues se ubica en proa y ello facilita su alineado. Cuando se lastra el Peak se cierran las escobenes y la válvula de corte hacia la línea de cubierta. Lo mismo se hace para deslastrar el Peak. Para su adecuado reachique se dispone de un eyector que funciona con la bomba contraincendios también. Es importante que después de terminar se vuelvan a abrir las escobenes y se alinee la válvula de corte de cubierta. La utilidad de este tanque se centra en el trimado del buque. Al mismo tiempo se dispone también de un Peak de popa, el cual es utilizado como tanque de agua dulce y no interviene en el lastre.

El acceso a los tanques de lastre para una inspección rutinaria se realiza a través de una de las dos tapas que posee cada uno, situadas uno a proa del mismo y otro a popa. En su interior se comprueba que los ánodos de sacrificio encargados de proteger las estructuras metálicas contra la corrosión se encuentren en buen estado, que la tubería del sistema Gas Sampling no presente poros, que los sensores y las líneas estén visualmente en buen estado, que las válvulas no presenten pérdidas de aceite, que abren y cierran en un tiempo razonable. Se verifica también el estado de los mamparos, así como su pintura y puntos aislados de corrosión.

En cubierta cada tanque de lastre cuenta dos suspiros, compuestos por un orificio y una bola que actúan como una válvula de retención y la cual permite al tanque aspirar o expirar aire en función de la presión interior. En caso de una inundación, la bola tapanía el orificio impidiendo la entrada de agua al tanque.

El B/T Dácil fue construido como buque apto para clase de hielo y por tanto los tanques de lastre contienen además una línea que les inyecta aire de modo que se forman burbujas en su interior evitando que el agua se congele.

Por otro lado, los tanques adyacentes a los tanques de carga 4BE, 5BE y 6BE tienen válvulas P/V de manera que estos tanques pueden ser inertizados en caso de la carga que se vaya a transportar requiera una condición inerte en los tanques adyacentes.

Cabe destacar, que los tanques 7BE de lastre pueden ser cargados con agua dulce para posteriormente endulzar a través de ellos los tanques de carga durante la limpieza. Para ello disponen de una aspiración a popa que conecta con la bomba de limpieza TankCleaning.

Operaciones de lastre y deslastre

En medida de lo posible los tanques se lastrarán hasta su máxima capacidad para evitar las superficies libres durante la navegación. Y a ser posible, los tanques de lastre no se modificarán navegando a excepción que sea necesario para la estabilidad en caso de mal tiempo.

Lastrado

Cuando se vayan a lastrar los tanques se deberán desconectar en el sistema de monitorización de gases para que éste no aspire el agua. A continuación, se abren las válvulas del sistema siendo su orden desde el tanque hasta la aspiración, para evitar que el agua vaya golpeando las válvulas. Si se va a arrancar la bomba, asegurar que todas las válvulas necesarias estén alineadas para evitar un golpe de ariete. En el momento que se quiera parar el lastrado con bomba, es importante parar en primer lugar la bomba, y cuando esta esté parada, se procede a cerrar el tanque.

El lastrado de los tanques se llevará a cabo simultáneamente con la descarga de los tanques de carga, intentando que estos sean adyacentes para no provocar esfuerzos excesivos en la estructura del buque.

Deslastre

Cuando los tanques tengan una sonda superior al nivel de flotación y se disponga de tiempo, se puede deslastrar el buque por gravedad. Para ello se abre el tanque que se desea deslastrar y, a continuación, se abren las válvulas de la línea hacia el fondo. También hay otra opción, que es abrir el tanque y pocos instantes más tarde la descarga por encima de nivel de flotación para desplazar así el aire que puede contener la línea. Cuando se quiera arrancar la bomba sin haber tocado los lastres con anterioridad se abre en primer lugar el tanque para

llenar la línea de agua hasta la bomba, a continuación, se abre la descarga y se arranca la bomba. En caso de que se encuentre descebada se puede cebar la misma recirculando de mar para mar, decir desde el fondo a la descarga, con la válvula proveniente del tanque cerrada.

En lo que a la operación de deslastre se refiere, se ha de tener en cuenta una serie de consideraciones:

- ❖ Antes de comenzar las operaciones de deslastre se debe comprobar visualmente que no haya trazas de hidrocarburos u otros restos que hayan podido introducirse en ellos.
- ❖ Antes de comenzar a descargar el agua de lastre, comprobar que no está contaminada por resto de hidrocarburos o existen restos de limpiezas provenientes de tanques de carga o Slop.
- ❖ Al igual que el lastrado, el deslastre deberá intentarse simultáneamente con la carga para evitar sobreesfuerzos en la estructura del buque. Durante esta operación, a ser posible, mantener un asiento apopante entre 1.5 y 2.5 metros pero que en ningún caso exceda de 3 metros. Aunque para el topeo es mejor que el buque quede en aguas iguales.
- ❖ El momento en el cual las bombas ya no sean capaces de aspirar más agua, se alinea un eyector que tiene una capacidad de 50 m³/h, que se encuentra en la cámara de bombas, que es capaz de achicar el resto de agua que queda en el fondo mediante el principio de Venturi. El eyector funciona con la bomba C1 que se arranca y a continuación se abre el tanque de lastre. Puede que en la línea haya se haya hecho un vacío, por lo cual, se puede abrir momentáneamente el fondo se deja llenar la línea hasta que el tanque marque que haya subido el nivel. A continuación, se cierra y arranca el eyector.
- ❖ Si en algún instante se averiguan posibles indicios de contaminación en el agua segregada al mar, se parará la operación de deslastre.

Tapón de agua

En algunas terminales de descarga, solicitan que se les realice un tapón de agua entre dos productos que se vayan a descargar. Para ello en cubierta el sistema de lastre dispone de una línea que sale desde el cuarto de bombas y llega hasta el manifold principal teniendo su manifold a Popa del manifold del colector.

Cuando se de él caso, se acoplará la manguera o brazo de descarga a través de una reducción en caso necesario y se alinea en cubierta mediante una válvula manual, situada en

cubierta a popa justo a proa del cuarto de bombas, hacia el manifold del mismo. A continuación, se arranca la bomba de lastre con aspiración de la caja de mar y se abre el manifold poco a poco hasta regular la presión a la acordada previamente con la terminal.

Plan de Gestión del agua de lastre

El agua de lastre cargado a bordo puede contener alguna especie de bacteria, planta o animal que puede ocasionar la formación de colonias de animales dañinos o especies invasoras en el puerto de descarga resultando éstas dañinas para el ecosistema local. Es más, dicho transporte ha sido catalogado por la OMI y la OMS como un riesgo potencial, al ser un medio de expansión de epidemias provocadas por bacterias. Por esta razón, la IMO ha aconsejado que se provee un Plan de Gestión de Agua de Lastre, acorde a las medidas que tome cada país miembro, a los buques. Del mismo modo, algunos países obligan al buque a reportar datos relacionados con el agua de lastre, como puede ser el origen de este, es decir dónde se ha cargado el agua, cuanta cantidad se ha cargado, si se ha realizado un intercambio de lastre y si se ha seguido el Plan de Gestión de Agua de Lastre de manera correcta.

Según el Convenio Internacional sobre la Gestión del Agua de Lastre, sección B (Prescripciones de Gestión y Control aplicables a los buques) dictamina que cada buque deberá llevar a bordo y aplicará un Plan de Gestión del Agua de Lastre.

Dicho plan será específico para cada buque e incluirá los siguientes datos (Regulation B-1) (Organization I. M., Ballast Water Management Convention and BWMS Code, with guidelines for implementation, 2018):

- ❖ Los procesos de seguridad para el buque y para la tripulación en referencia a la gestión del agua de lastre que rige el Convenio
- ❖ Las acciones que deben ser tomadas para implementar los requisitos del de la gestión del agua y practicas complementarias según establece el convenio
- ❖ Los procedimientos para la descarga de sedimentos a la mar o a tierra
- ❖ Las acciones a tomar en la gestión del agua de lastre a bordo para coordinar las descargas a la mar con las autoridades del Estado competentes
- ❖ El nombre del Oficial del buque encargado de aplicar de manera correcta el plan.
- ❖ Los requisitos de reporte
- ❖ Estará redactado en el idioma de trabajo del buque.

Para realizar el intercambio de lastre el buque debe cumplir con los siguientes requisitos durante su navegación (Regulation B-4) (Organization I. M., Ballast Water Management Convention and BWMS Code, with guidelines for implementation, 2018):

1. Siempre que sea posible llevar a cabo el intercambio alejados al menos 200 millas de la costa más cercana y con una profundidad de 200 metros.
2. Si no se puede cumplir con lo primero, se lleva a cabo lo más lejos posible de la costa, siendo el mínimo 50 millas y la profundidad de 200 metros.

Para realizar dicho intercambio no se requiere que el buque cambie la ruta o se aleje de la misma, ni que retrase el viaje por dicha operación. Al mismo tiempo que si las condiciones de estabilidad impiden realizarlo, no se encuentra en la obligación el capitán de poner en peligro al buque.

Todas las operaciones relacionadas con el agua de lastre, bien sea el lastrado en puerto, durante la navegación, el intercambio de lastre y el deslastre deben quedar registrados en el Libro de Registro de Hidrocarburos (Parte II) Operaciones de Carga y Lastrado, que debe llevarse a bordo siendo un buque de más de 150GT, según el Anexo I del Protocolo de 1978, MARPOL 73/78.

Preparación para las operaciones

Previo a cargar un producto se realiza una recopilación de información para averiguar si el buque es apto para cargar dicho producto, revisando el Certificado de Fitness y si se dispone de los medios para ello.

Por lo tanto, cuando se recibe la orden de efectuar un plan de distribución de la carga para el posible fletador, habiendo comprobado la aptitud, se llevan a cabo los siguientes pasos:

- ❖ Se busca el producto en el Código IMDG volumen 2 con el nombre de expedición, que es la parte de la denominación que describe más exactamente la mercancía. Se puede buscar también directamente con el número ONU si se sabe. A continuación, en la “parte 3 – Lista de mercancías peligrosas, disposiciones y excepciones, Capítulo 3.2” figuran las disposiciones que deben cumplirse al transportar dicha mercancía, así como las propiedades más destacables, la clase a la que pertenece, los peligros asociados, el RIG, la segregación, las FEm (fichas de emergencia contra incendios y derrames), instrucciones sobre el embalaje/envasado, etc. En los anexos se adjunta una tabla de ejemplificación de un producto cargado a bordo, ver *Anexo I*.
- ❖ En el caso de que se trate de un producto químico, correspondiente al anexo II del Marpol, se busca el mismo en el Código CIQ o IBC (en inglés), pues existen unas prescripciones mínimas que deberán tenerse en cuenta. Estas prescripciones vienen detalladas en el capítulo 17 del Código CIQ-IBC. En el *Anexo II* se indican las prescripciones mínimas y en el *Anexo III* un ejemplo de alguna carga transportada a bordo.
En el capítulo 18 se enumeran una serie de productos que han sido analizados y se ha determinado que los riesgos que entrañan desde el punto de vista de la seguridad y la contaminación no justifican la aplicación del Código, pero donde si las Administraciones pueden establecer unas prescripciones de seguridad. A pesar de esto, algunas de las sustancias líquidas pertenecen a la categoría Z y, por consiguiente, están sujetas a ciertas prescripciones del Anexo II del Convenio MARPOL. Un ejemplo de esto sería el Etanol, que se considera categoría Z, pero no se le aplica el código CIQ-IBC.
- ❖ Si se trata de una carga compartida, debe comprobarse la compatibilidad de las mismas. El Código IBC establece que las cargas incompatibles deberán:
 - Ser segregadas mediante un cofferdam, un espacio vacío, un cuarto de bombas, un tanque vacío o un tanque que contiene una carga compatible.

- Tener un sistema de bombeo y líneas independientes que no atraviesen otros tanques.
- Tener un sistema de ventilación independiente, que en el caso de este buque puede ser una línea de retorno independiente o una P/V.

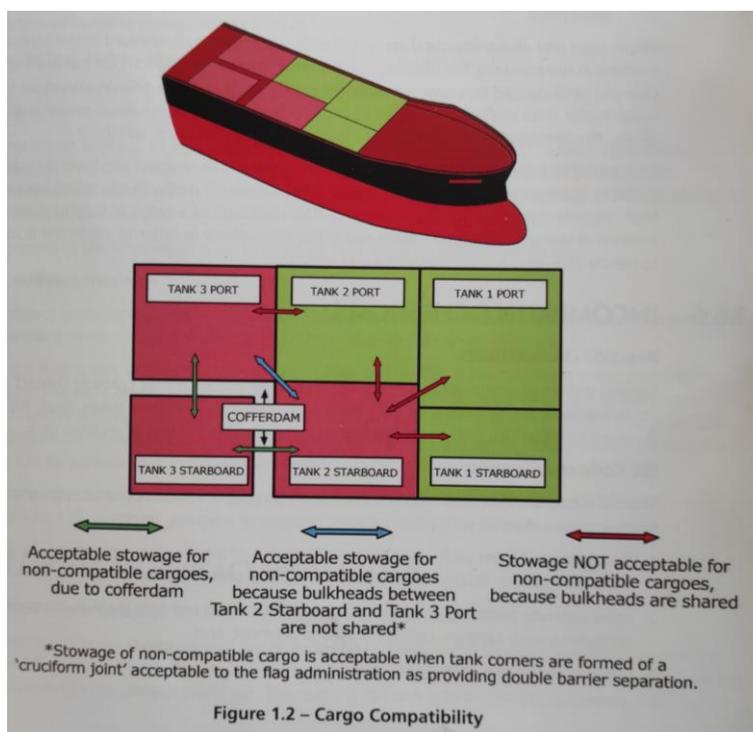


Ilustración 39. Compatibilidad de cargas. Fuente: *Tanker Safety Guide 4th Edition*.

Las incompatibilidades más usuales están publicadas por la USCG (United States Coast Guard) (CFR 46 part 150) en una tabla denominada "Compatibility Chart". En ella enumeran 22 grupos reactivos y 14 grupos de carga, que son menos peligrosos que los primeros. Se adjunta una tabla de compatibilidades en el *Anexo IV*.

La tabla de la USCG proporciona datos generales, para información más concreta siempre deberá consultarse las fichas de seguridad de los productos a cargar pues existen excepciones respecto a la tabla de compatibilidad.

Teniendo en cuenta todo lo anterior se procede a realizar una distribución de la carga de manera uniforme, intentando que los esfuerzos del buque sean lo menor posible y cumpliendo con lo exigido por el cliente. En ocasiones en los puertos existe una restricción por calado o desplazamiento, con el que debe contarse. También es de consideración saber cuántos puertos de descarga serán, para repartir estas teniendo en cuenta el orden de descarga y los convertidores de las bombas para agilizar la misma.

Plan de carga – Stowage Plan

Como mencionado anteriormente, se necesitan unos datos básicos sobre la carga y las posibles restricciones que se pueden tener. Una vez que se tengan, se procede a realizar un cálculo estimado de como quedaría el buque cargado teniendo en cuenta los consumos, el agua y los pertrechos que se tendrán. Además, valorar, según la densidad y la orden de carga, si se va a cargar el buque en volumen o en peso, de decir, qué marca la pauta, teniendo en cuenta el calado máximo permitido del buque. Dicho cálculo se hace con el puerto de descarga, pues el buque debe cumplir con los esfuerzos, momentos y línea de carga hasta ese puerto y llegar en esa condición al mismo. En caso de que el puerto más restrictivo sea el de carga, el plan se hace acorde a este puerto.

El procedimiento para realizar el plan es el siguiente: se selecciona el producto en el calculador en caso de ya existir o se crea uno nuevo introduciendo su densidad a 15°C e indicando si se trata de un producto químico u hidrocarburo. A continuación, se pone en línea momentáneamente el calculador para obtener la condición del buque actual, a partir de la cual se harán los cálculos. A continuación, hay que restarle los días de combustible y agua convenientes hasta el puerto de descarga. Hecho esto, se procede a cargar el buque con las cantidades proporcionadas por el fletador, que puede ser una cantidad estipulada o la máxima capacidad (max. Intake) del buque. En este proceso se puede introducir la temperatura estimada si se conoce. Se compensará el cargamento con los tanques de lastre. A la hora de hacer este cálculo se intenta dejar el buque en aguas iguales para facilitar los cálculos en puerto con los inspectores. Cuando se tengan las cantidades y el reparto hecho, los vacíos se introducen en una hoja de cálculo denominada “liquidación”, para obtener el volumen de la carga y las toneladas, que serán las que se proporcionan al fletador.

Tras haber hecho el cálculo para el puerto de descarga, se hará para el puerto de carga añadiendo las cantidades de consumo y agua que se tendrán una vez cargados.

Actualmente los viajes suelen ser de cargas uniformes de modo que no existe un problema de compatibilidades a la hora de cargar.

La peculiaridad de este buque es que se deben tener en cuenta los convertidores a la hora de realizar el plan de carga para que a la hora de realizar el de descarga no se tenga problemas con los mismos. Estos planes deben cumplir con lo establecido por la compañía.

Pre-arrival

Una vez aceptado el viaje por el cliente se procede a realizar un intercambio de información relacionada con las operaciones de la carga, el lavado de tanques, el lastre y el

bunker, previo a que el buque llegue a puerto. En esta información se pueden encontrar los siguientes puntos acorde al TSGC 4ª 6.4:

- ❖ Nombre del buque, distintivo de llamada y número IMO
- ❖ Aspectos relacionados con el atraque como puede ser el calado máximo, las mareas, el UKC, manga, eslora, puntal, calado aéreo y francobordo.
- ❖ Especificaciones de la carga.
- ❖ La ficha de seguridad de los productos.
- ❖ Detalles sobre la preparación de los tanques, incluyendo la carga previa, el método de limpieza llevado a cabo, estado de los tanques y líneas.
- ❖ Número y tamaño de las mangueras y acoples.
- ❖ El caudal y las presiones máximas.
- ❖ Si el buque debe efectuar un cambio de atraque en caso de cargar varios productos.
- ❖ Restricciones de venteo en la terminal, incluyendo información sobre la línea de retorno de gases en caso de que esta sea necesaria.
- ❖ Requerimientos a la hora de realizar prelavado de tanques en el atraque.
- ❖ Si se efectuara una entrega de lavazas en puerto, facilidades para ello.
- ❖ Si se planea realizar bunker, debe acordarse con la terminal la posibilidad de realizarlo durante las operaciones. De lo contrario, se concreta otro momento para tal fin.

En base a la información anterior, el primer oficial se encarga de realizar un plan de carga que será revisado por el capitán y mandado a la terminal. Este incluirá:

- ❖ Cantidades y tanques a cargar
- ❖ Requisitos de muestreo
- ❖ La secuencia de carga incluyendo las operaciones de lastre
- ❖ Fases de carga, inicial, intermedia y final, indicando los caudales máximos permitidos. Asimismo, se indican las fases críticas.
- ❖ Densidad, temperatura y propiedades de la carga
- ❖ La alineación de las válvulas y los acoples a utilizar
- ❖ Vacíos de topeo, y si las operaciones las para el barco o la terminal
- ❖ Acciones a tomar en caso de derrames
- ❖ Plan de protección y los medios de extinción
- ❖ Información sobre los esfuerzos del buque en cada fase
- ❖ Los EPI´s a llevar por el personal
- ❖ Peligros asociados y la ficha de seguridad del producto adjunta
- ❖ Medio de venteo o uso de línea de retorno de gases

- ❖ Limpieza efectuada
- ❖ Requerimientos de calefacción
- ❖ Procedimientos establecidos por la empresa

Antes de llegar a puerto se lleva a cabo una comprobación del sistema de carga y su monitorización para proporcionar un margen si es necesaria una reparación o ajuste. Dentro de esta lista destacan:

- ❖ Los explosímetros y analizadores de oxígeno
- ❖ Las UTIs
- ❖ Los cofferdams de las bombas están purgados
- ❖ El botellón de nitrógeno se encuentra cargado y disponible

Operaciones de carga

Previo al atraque se señala en el manifold la línea mediante un cartel con el nombre del producto para evitar errores en el acople. ISGOTT6^a 21.2

Una vez atracados se realiza una reunión inicial para acordar el procedimiento de carga y en la cual se tratan los siguientes apartados:

- ❖ Cumplimiento del buque con los requisitos de la terminal.
- ❖ La secuencia en la que se realizará la carga en caso de ser varios productos lo que se carguen.
- ❖ Aunque la alineación de las líneas al colector, válvulas y conexiones hayan sido revisadas previo al atraque, una vez atracados puede cambiar la secuencia y se deberá volver a alinear. Después de ello, un oficial responsable debe revisar dicha operación.
- ❖ Las presiones y los rates máximos permitidos.
- ❖ Uso de la línea de retorno de gases.
- ❖ Comunicación barco/terminal.
- ❖ Si se hará un desplazamiento en algún momento de la carga. Hacia donde se desplazará el brazo o la manguera y/o la línea de carga de la terminal y la cantidad de producto.
- ❖ Inspección de los tanques y toma de muestras.
- ❖ Revisión del plan de carga por parte del Loading Master (capitán de carga).
- ❖ Se rellena la "Ship/shore Safety Checklist".
- ❖ Se recopilan los datos de la llegada, donde se firma además el NOR "Notice of Readiness" (carta de preaviso), las 3 últimas cargas, el Vessel Experience

Factor (VEF), el documento de limpieza de tanques, documento de inspección de tanques limpios y secos.

- ❖ Certificados de calibración de los elementos de medición (UTI), certificado del sistema Radar.
- ❖ MSDS
- ❖ Datos actuales de la densidad de la carga y temperatura.

Durante esta reunión el inspector/surveyor inspeccionará los tanques de carga con el objetivo de aceptarlos o rechazarlos para la carga. Esta acción puede llevarse a cabo en cerrado si los tanques se encuentran inertizados introduciendo la UTI para comprobar que están secos o, se puede hacer a tanque abierto si estos se encuentran ventilados. En este último, se rellena el permiso de entrada en espacios cerrados y se mide la atmosfera antes de proceder a la entrada.

Cuando el producto a cargar sea químico puede requerirse un Wall Wash Test, pues la pureza de algunos productos químicos es tal que los residuos más pequeños que quedan en las estructuras internas pueden hacer que ese producto no cumpla con las especificaciones. El test se basa en lavar un área determinado del mamparo o plan del tanque con un líquido de lavado apropiado (usualmente metanol), recogerlo mediante un embudo, papel filtro o papel secante y, posteriormente analizar dicha muestra para detectar la presencia de material que pueda contaminar la carga a cargar. Los 5 tipos más comunes son: el test de permanganato para detectar impurezas principalmente en metanol, etanol, propanol, acetona, metil-cetona, butanol y metil-isobutil-centona; el test de cloruro para detectar cloruros inorgánicos; el test de hidrocarburos para la miscibilidad; el test de color; el test de lavado con ácido para detectar contaminantes insaturados en hidrocarburos aromáticos tales como benceno, tolueno, xileno, nafta refinada, etc.

Antes de comenzar las operaciones el oficial de guardia realiza un chequeo comprobando que:

- ❖ Todas las compuertas de la habilitación están cerradas.
- ❖ El aire acondicionando se encuentre en modo recirculación para evitar la entrada de gases tóxicos a la habilitación.
- ❖ Los imbornales están puestos y la drenada.
- ❖ El extractor del cuarto de bombas esta arrancado (para la operación de las bombas de lastre).
- ❖ Se prueban las alarmas de alto y muy alto nivel.

- ❖ La alineación es correcta, el estado de las válvulas (abierto/cerrado) de acuerdo con el plan de carga/descarga confeccionado, las purgas están cerradas.
- ❖ Válvulas PV.
- ❖ El buque se encuentra aislado eléctricamente de la terminal mediante una brida aislante entre el brazo o manguera de carga y el manifold del buque. ISGOTT 6ª 17.4 y MSC.1/Circ.1216.
- ❖ Al menos dos miembros de la tripulación del buque (oficial de cubierta y bombero), deben comprobar físicamente por separado, la idoneidad del equipo de carga, verificando el estado de las válvulas (abierto/cerrado) de acuerdo con el plan de carga/descarga confeccionado, conexiones en el manifold, estado de limpieza de los tanques, exhaustaciones, válvulas PV, tapas de los imbornales, cierre tapas de tanques, prueba de alarmas HI (95%) y HI-HI (98%), etc. para verificar que todo el equipo está en orden antes de empezar las operaciones.
- ❖ Todos los puntos relacionados con la lista 4 Marpol de comprobaciones previo a comenzar las operaciones se han verificado de manera satisfactoria. A parte, en todos los relevos de guardia el oficial entrante comprobará el estado de los elementos involucrados en las operaciones verificando la lista 5 Marpol.

La carga se efectuará en cerrado, teniendo en cuenta lo que se establece en ISGOTT 6ª y SOLAS al respecto, con todas las aberturas, tapas de los tanques de carga, sondas y demás accesos cerrados, y efectuándose la evacuación de los gases desplazados por la carga a través de las válvulas de presión / vacío (P/V) o del VECS.

Procedimiento de la carga

Fase 1: comprende desde el inicio de la carga hasta que la boca de la bajante se haya cubierto de producto. Llegado a este nivel cesarán las salpicaduras y las turbulencias en el tanque.

Según el ISGOTT 6ª, 12.1.7.3, el promedio inicial está limitado por el diámetro nominal de la línea individual del tanque, el cual no debe excederse de 1 m/s, reduciendo así la generación de carga electrostática. Siempre que sea posible se realizará por gravedad. Durante esta fase se realiza la toma de muestras que son analizadas visualmente in situ o bien en laboratorio. El ISGOTT 6ª, 12.8. y el TSGC 4ª, 6.7.11 recomiendan no introducir medios metálicos para tal fin, con el objetivo de evitar la generación de chispas. Aun así, un flujograma correspondiente al ISGOTT 6ª, 12.8.2.3 indica las precauciones a tomar.

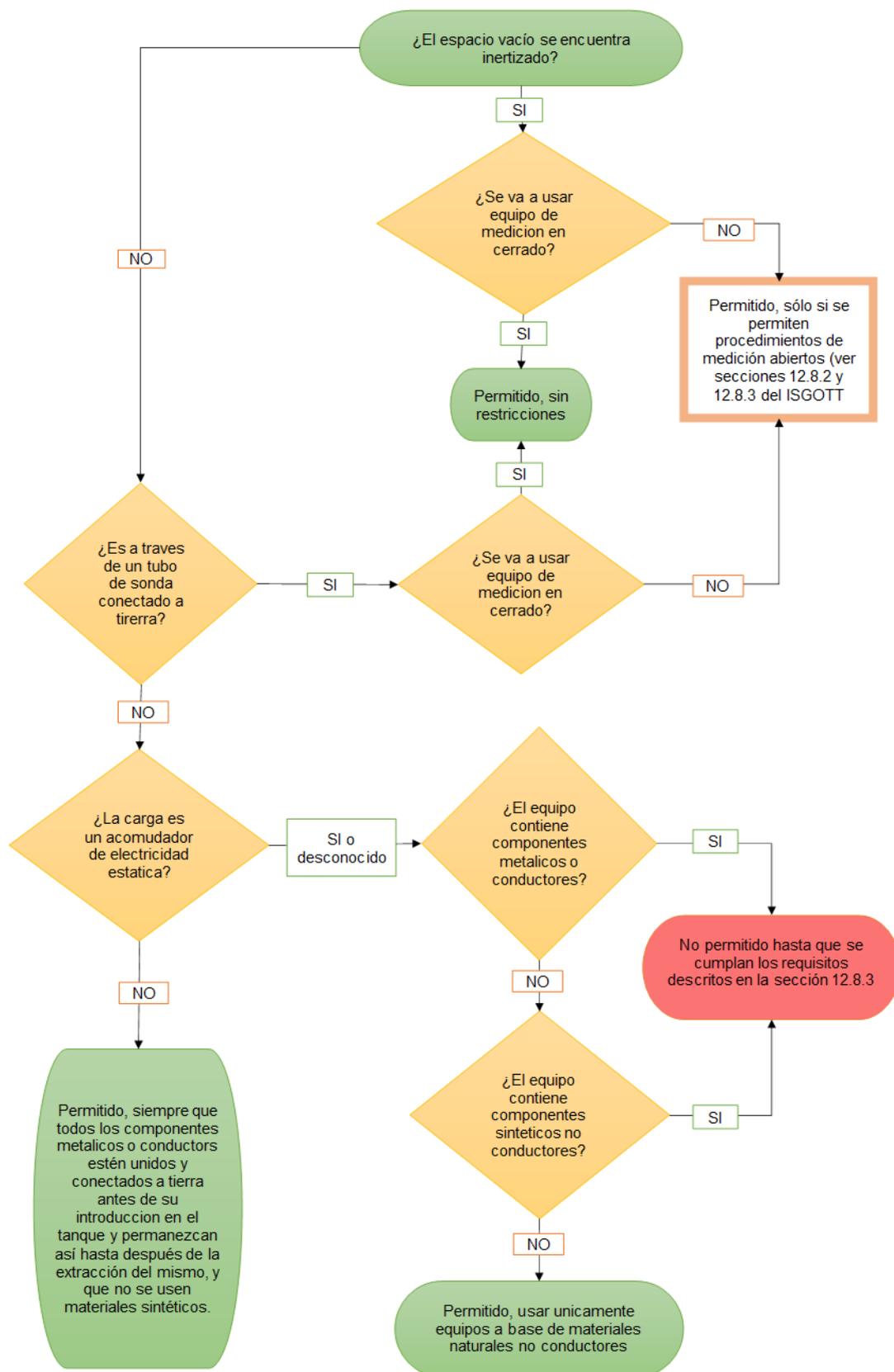


Ilustración 40. Flujograma sobre las precauciones a tomar para introducir objetos de medición en el tanque. Fuente: Isgott 6ª, Chapter 12.8, Figure 12.5.

Teniendo en cuenta lo anterior y aplicándolo al Dácil, el promedio inicial para los tanques 1BE, 2BE, 4BE, 5BE, 6BE, 8BE y 9BE sería de 44 m³/h pues tienen una línea DN125 mientras que los tanques 3BE, 7BE y SLOPBE tienen una línea DN100 que corresponde con un promedio de 28 m³/h.

Fase 2: esta fase comienza cuando todos los tanques contengan el primer pie, por lo que se puede aumentar el caudal hasta el máximo acordado con la terminal. El mismo está limitado por el máximo permitido según tamaño de líneas, para las líneas DN125 283 m³/h y para las DN100 125 m³/h, tanques abiertos y evacuación de los gases del producto.

Durante este periodo el oficial de guardia realiza una monitorización continua de las operaciones, comprobando que el buque cumple con la estabilidad y los esfuerzos, que el producto está entrando en los tanques designados y que no haya fugas ni derrames. Los vacíos son anotados cada hora para realizar un cálculo del caudal entrante, y la cantidad actual del buque para comparar estos con los de la terminal. En caso de que el rate sobrepase la cifra acordada se pide moderar.

Fase 3: es aquella en la cual los tanques se llenan hasta el 95% - 98% de su capacidad.

Cuando se vaya a realizar el topeo, se avisa a la terminal para reducir el caudal a una velocidad que permita controlar el flujo que entra a los tanques. Una vez se alcance el vacío indicado, se cierra la bajante para impedir que entre más producto y a continuación se procede a cerrar las agrupadas al colector para obtener una doble seguridad. Si los tanques a topear se encuentran conectados a través de pantalones y mangueras, se comenzará a topear por el último, para evitar pase producto por tramos de línea innecesarios y evitar problemas. A medida que se vayan topeando los tanques, se irá actualizando la hoja de liquidación con los vacíos y temperaturas reales, para recalcular la cantidad y ajustar los vacíos a lo que deben quedar el resto de tanques.

Siempre debe haber un número mínimo de tanques abiertos, este dependerá del caudal. A más caudal, más tanques abiertos habrá para que el flujo se reparta. Controlar en todo momento los vacíos de los tanques ya topeados para asegurarse que las válvulas están correctamente cerradas.

Antes de finalizar la carga, se debe avisar a la terminal para que quede "stand by" para parar, de modo que se pueda parar la carga de inmediato. Es importante que sean cerradas primero las válvulas de tierra que del buque para evitar una sobrepresión en el manifold.

Concluida la carga, se cierran todas las válvulas, se procede a vaciar el brazo o la manguera de carga, bien hacia tierra o hacia un tanque del buque y se realiza una reunión final para constatar los datos del barco con los de la terminal. Además, se verifican los puntos recogidos en la lista 6 Marpol sobre las comprobaciones tras finalizar las operaciones.

Los vacíos y temperaturas se pueden obtener a través del radar o bien introduciendo una UTI en los tanques. Para realizar lo segundo, tener en cuenta las recomendaciones del ISGOTT 6ª, 12.1.8 y el TSGC 4ª, 6.7.11 que indican una espera de 30 minutos antes de sondear y tomar muestras de los tanques para permitir el asentado de burbujas de gas, agua o partículas y posteriormente la relajación y disipación de la electricidad estática. De la toma de muestras, el buque se quedará con dos ejemplares, una para el destinatario/receptor (o las que hagan falta según el número de receptores) y una para el propio buque.

Los datos anteriormente tomados se corrigen por trimado en caso de que el buque tenga asiento, aunque es recomendable realizar el topeo y la medición de vacíos con el barco en aguas iguales. A continuación, se introducen una tabla de liquidaciones para obtener las cantidades cargadas por el buque que son comparadas con las que ofrece el surveyor por parte de la terminal. A las cantidades del buque se le debe tener en cuenta el VEF “vessel correction factor”, que es un factor de corrección. Cuando es positivo, el buque suele tener una cantidad superior a tierra y si es negativo, al contrario. Finalmente se emitirá el conocimiento de embarque.

Por último, de acuerdo con la Regla 36 del Anexo I del Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques de 1973, en su forma modificada por el Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78), en todo petrolero de arqueo bruto igual o superior a 150 toneladas deberán anotarse todas las operaciones de carga y lastrado que se realicen en el Libro de Registro de Hidrocarburos (Parte II), por lo tanto, se realizará un asiento de la carga en dicho libro.

Y de acuerdo con lo establecido en la Regla 15 del Anexo II de MARPOL 73/78, todo buque al que le sea aplicable el Anexo II, estará provisto de un Libro de Registro de la Carga (libro de registro de carga para buques que transporten sustancias líquidas nocivas), en la forma que especifica el apéndice II de dicho Anexo. Por lo que, siguiendo las instrucciones establecidas por el MARPOL, se realizará un asiento en dicho libro cada vez que se efectúen operaciones relacionadas con sustancias nocivas líquidas de las categorías de contaminación X, Y o Z según indica el Código Internacional de Químicos (CIQ) (IBC por sus siglas en inglés).

Operaciones de descarga

Esta es una operación que está controlada al completo por el buque. Al igual que en la carga, el primer oficial prepara un plan de descarga que incluirá los siguientes aspectos:

- ❖ Cantidades y tanques a descargar.
- ❖ Requisitos de muestreo.
- ❖ La secuencia de descarga incluyendo las operaciones de lastre.
- ❖ Fases de descarga, inicial, intermedia y final, indicando los caudales máximos. Asimismo, se indican las fases críticas.
- ❖ Presiones que se pueden dar.
- ❖ Densidad, temperatura y propiedades de la carga.
- ❖ La alineación de las válvulas y los acoples a utilizar.
- ❖ Acciones a tomar en caso de derrames.
- ❖ Plan de protección y los medios de extinción.
- ❖ Información sobre los esfuerzos del buque en cada fase.
- ❖ Los EPI's a llevar por el personal.
- ❖ Peligros asociados y la ficha de seguridad del producto adjunta.
- ❖ Medio de relleno de espacio vacío de tanques o uso de línea de retorno de gases.
- ❖ Requerimientos de calefacción.
- ❖ Procedimientos establecidos por la empresa.

Al llegar a puerto nuevamente se hace una reunión inicial con el Loading Master y los surveyors, donde se comparan las cantidades cargadas y las actuales, pues si hay una diferencia de temperatura pueden haber variado los metros cúbicos. Por tanto, se volverán a tomar los vacíos de los tanques y su respectiva temperatura bien por radar o por UTI. Una vez aceptadas las cantidades se procede a detallar los procedimientos de la descarga:

- ❖ Cumplimiento del buque con los requisitos de la terminal
- ❖ La secuencia en la que se realizará la descarga y si habrá que desplazar con agua.

Aunque la alineación de las líneas al colector, válvulas y conexiones hayan sido revisadas previo al atraque, una vez atracados puede cambiar la secuencia y se deberá volver a alinear. Después de ello, un oficial responsable debe revisar dicha operación.

- ❖ Las presiones y los rates máximos permitidos.
- ❖ Uso de la línea de retorno de gases.
- ❖ Comunicación barco/terminal.
- ❖ Toma de muestras.

- ❖ Revisión del plan de descarga por parte del Loading Master (capitán de carga).
- ❖ Se rellena la “Ship/shore Safety Check List”.
- ❖ Se recopilan los datos de la llegada, donde se firma además el NOR “Notice Of Readiness” (carta de preaviso).
- ❖ Certificados de calibración de los elementos de medición (UTI), certificado del sistema Radar.
- ❖ MSDS.
- ❖ Datos actuales de la densidad de la carga y temperatura.
- ❖ Uso de gas inerte para rellenar los tanques.

Una vez aclarado todo, se procede a la descarga.

En el caso de que se vayan a rellenar los tanques con nitrógeno, se arrancará la planta y no se comenzarán las operaciones hasta que la misma esté operativa. Asimismo, se confirma con la terminal de que sus válvulas se encuentren abiertas y los tanques alineados para recibir la carga.

Procedimiento de descarga

Primero se arranca la bomba del tanque a descargar y hasta que no se genere una presión positiva en el manifold este no se abrirá, para evitar la entrada de posible producto al buque. Se comenzará a un caudal bajo hasta llenar la línea de descarga y se bajan los altos niveles de los tanques.

Una vez bajados los altos niveles se estabiliza el caudal de descarga, que debe ser controlado por el oficial de guardia al menos cada hora tomando los vacíos de los tanques. Al igual que el caudal del producto también debe controlarse de manera continua la presión del nitrógeno, pues si esta disminuye de manera continuada significa que el caudal al que se está descargando es superior al que está ofreciendo la planta de nitrógeno. En este caso debe reducirse el rate de descarga para mantener los tanques con presión positiva superior a 50mbar. El rate de descarga, así como su presión no debe ser alterada de manera brusca sin avisar antes a la terminal. De la misma manera, si se tiene mucha contrapresión o una búster (bomba en tierra que a su vez aspira porque la línea hasta el tanque está muy lejos de la terminal), cuando se vaya a realizar un cambio de tanques, arrancar y abrir primero uno, antes de cerrar el parar otro para mantener la presión.

La presión de descarga será vigilada por el marinero en cubierta y por el oficial en el control de carga, verificándose la misma durante la guardia.

Cuando se vaya acercando el final de la descarga se reducirán las bombas con el fin de evitar vibraciones y que la misma se descebe. Para evitar altibajos en la presión, se descargarán de continuo todos los tanques y al final se realiza un reachique interno.

Antes de finalizar con la descarga se dará un aviso a la terminal para que cuenten con ello. Tras finalizar la descarga se cierra el manifold y se procede a realizar un reachique interno, para reunir los restos que no se han descargado anteriormente, a un tanque. A continuación, se avisa de nuevo a la terminal que se reanuda la descarga del producto sobrante.

Al completar la descarga, se drenan los brazos o mangueras de la terminal y el manifold del buque hacia el buque o bien mediante nitrógeno hacia la terminal. Del mismo modo las líneas de cubierta, así como el colector se drena hacia un tanque de decantación. Una vez finalizado el drenaje, se cerrarán todas las válvulas abiertas (descargas, agrupadas y manifold) de los tanques alineados. Además, se colocarán bridas ciegas a las líneas del manifold y se colocarán todos los pernos. Posteriormente y de acuerdo con el MARPOL, se vaciará el contenido de las bandejas del manifold al tanque de decantación.

Tras las operaciones se lleva a cabo una reunión final para concretar las horas y se comprueban las cantidades confirmando a su vez que los tanques se encuentran vacíos/secos.

Para terminar, de acuerdo con la Regla 36 del Anexo I del MARPOL, se realizará un asiento de la descarga en el libro de registro de hidrocarburos (Parte II), operaciones de carga y lastrado. Y en caso de pertenecer la carga al Anexo II del MARPOL se efectuará dicho asiento en el Libro de Registro de la Carga para buques que transporten sustancias líquidas nocivas)

Cuidados durante la navegación

Durante este periodo se realizan comprobaciones regulares en la cubierta para asegurar que las tapas de los tanques permanecen bien cerradas evitando que escapen los gases por la misma al igual que los drenajes de las líneas, que las válvulas no pierden y que no se vean fugas en ningún lado.

También se revisa si el sistema de venteo funciona correctamente. A bordo, por lo general, se cargan productos que no causan problemas en este ámbito. El riesgo surge cuando se carguen productos cuyos vapores condensados pueden obstruir la línea de venteo, se navegue por zonas de hielo o se carguen productos que requieran de calefacción y que al entrar en la línea de venteo se solidifiquen.

La mayoría de los buques quimiqueros, inclusive este, están provistos de sensores como explicados anteriormente que proporcionan la presión de los tanques a tiempo real de modo que estas son fácilmente controlables de manera continua.

Aparte de la presión, otro factor importante a controlar es la temperatura de los tanques y más cuando se trata de cargas que precisen de calefacción. En este último caso, se mantiene un registro constante de los tanques cargados, así como de los adyacentes. Se debe tener en cuenta que los fluidos se expanden a mayor temperatura, por tanto, si se carga un producto a una temperatura de por ejemplo 10°C, porque el puerto de carga se encuentra en una zona fría y se descarga en una zona cálida (30°C), los m³ pueden haber variado. Este factor es importante valorarlo a la hora de cargar los tanques para que en ningún momento se supere el 98% de la capacidad del tanque.

En cuanto a la cargas que lleven inhibidores, la temperatura es un elemento crucial, puesto bajo cierta circunstancia estas puedes auto reaccionar. Esto significa que se debe realizar una monitorización continua sobre su temperatura. Un ejemplo es el Estireno Monómero, cargado a bordo, el cual a una temperatura determinada tiende a polimerizarse. Para evitar esto lleva un inhibidor pero que tiene fecha de caducidad y por lo tanto no debe prolongarse su descarga, más allá de esta fecha.

Otro control importante es la atmosfera del tanque. Una presión positiva en su interior evita la entrada de aire al mismo. Si esta presión disminuye por debajo del límite establecido, se rellenarán los tanques con gas inerte procedente del botellón situado en cubierta para volver a presurizar los mismos y de este modo aislar el producto del aire. A esta operación se le llama Padding.

Por último, si por motivos de seguridad, flotabilidad, estabilidad y esfuerzos se requiera lastrar tanques de carga se debe asegurar que estos se encuentren limpios y en caso de esto no ser posible, pues en tanques cuya carga no reaccione con el agua. En el Dácil no se pueden lastrar los tanques de carga por orden de la empresa de modo que esto no aplicaría.

Limpieza de tanques

Todas las operaciones de limpieza deben ser planificadas y documentadas cuidadosamente, realizando asimismo una evaluación de los posibles riesgos que entraña y estableciendo medidas preventivas adecuadas para reducir al mínimo este riesgo (ISGOTT 6º, 12.3.2).

El principal riesgo en la limpieza es el fuego o explosión causada por la presencia simultánea de una atmosfera inflamable y una fuente de ignición. El objetivo es eliminar uno de los peligros tomando de referencia el triángulo del fuego, es decir, el oxígeno, la fuente de ignición o el combustible.

Supervisión y preparación

Un oficial responsable, en este caso el primero de cubierta, debe supervisar toda la operación de limpieza. Asimismo, verificara los siguientes aspectos:

Antes de comenzar, todo el personal involucrado deberá ser informado sobre el plan de limpieza, el procedimiento que se llevará a cabo y su rol en el mismo. Además, se informará al resto de la tripulación, aunque no estén directamente involucrados pues sus tareas y seguridad pueden verse afectadas por la misma.

Que se está siguiendo todas las precauciones que aborda el ISGOTT, especialmente los Capítulos 1 “Basic Properties and Hazards of Petroleum”, 3 “Static Electricity”, 4 “Managing Hazards and Risks for Ship and Terminal” y 12 “Shipboard Operations”. Y también las que aporta el TSGC en el capítulo 8 “Tank Cleaning and Gas Freeing”.

En caso de haber embarcaciones al costado, se les deberá notificar la intención de la limpieza y comprobar que estos cumplen con las medidas necesarias para poder realizar la limpieza.

Si el buque se encuentra atracado, deberá pedirse una autorización para llevar a cabo la limpieza, para que el personal de tierra verifique que las condiciones del muelle no entrañan peligro para las operaciones. Ceñirse además a lo establecido en la parte 4 del ISGOTT Ship/Shore (Tanker/Terminal) Interface.

Tank Cleaning Guide

Previo a realizar la limpieza se consulta el libro Tank Cleaning Guide de Dr. Verwey para obtener información sobre el procedimiento que mejor se adapta teniendo en cuenta el producto anteriormente cargado y el próximo a cargar. En el libro vienen descritos además los

Wall Wash test, que vienen a ser un análisis de los mamparos de los tanques para comprobar su estado de limpieza.

El manejo del libro es sencillo, se busca el producto a limpiar y el producto a cargar para obtener dos referencias numéricas, con las cuales se entra con la primera y se busca la intersección con la segunda. El resultado es un código de letras que indica el procedimiento de limpieza a llevar a cabo. Debe tenerse en cuenta que estos procedimientos están descritos para tanques de 1000 m³, por tanto, deberán ajustarse a los tanques del propio buque.

Atmosferas de los tanques

Inertizado

Esta es la manera más segura de afrontar una limpieza. En esta condición el tanque se encuentra con un porcentaje de oxígeno que no excede del 8% y bajo una presión positiva, gracias a la introducción de gas inerte. Además, mantiene el mismo en una condición de no inflamabilidad.

No inertizado

En este caso no está confirmado que el oxígeno contenido en el tanque se encuentre por debajo del 8%. Las operaciones de limpieza bajo esta condición, entrañan un alto riesgo, el cual requiere un control continuo exhaustivo para reducir el mismo al mínimo. Únicamente pueden controlarse la fuente de ignición y el combustible, por lo tanto, debe implementarse un procedimiento estricto de limpieza.

Prevención electrostática durante el lavado

Si se usa agua caliente durante el lavado, el mismo debe ser interrumpido en caso de que los gases superen el 35% de LIE (límite inferior de explosividad). Un lavado en caliente para una carga con un flash point bajo solo debe realizarse posterior a un ciclo de agua fría.

El tanque debe mantenerse drenado en medida de lo posible. En caso necesario para limpieza para reachicar el tanque.

Las máquinas de limpieza deben estar unidas a la estructura del barco para asegurar que cual electricidad generada sea desviada. Al igual que la línea de limpieza y las mangueras deben presentar una continuidad.

Limpieza en tanque inertizado

A pesar de que el tanque se encuentre inertizado lo cual indica que es una atmosfera segura para la limpieza se deben considerar los siguientes puntos según el TSGC 4ª 8.4.5:

- ❖ La limpieza se debe llevar a cabo a tapa cerrada y con máquinas fijas.
- ❖ Se debe mantener una presión positiva en los tanques.
- ❖ El porcentaje de oxígeno del tanque no debe exceder del 8%. Antes de lavar un tanque conviene medirlo.
- ❖ El tanque debe mantenerse reachicado en todo momento, y en caso necesario se para la limpieza para ello.
- ❖ Si se está suministrando nitrógeno, deberá controlarse la cantidad de oxígeno presente en el mismo y la presión.

Limpieza en tanque no inertizado

Una vez los tanques se hayan agotado cumpliendo con el manual de procedimientos y medios de la compañía, se puede proceder a la limpieza considerando los siguientes aspectos según el TSGC 4ª 8.4.6:

- ❖ El caudal máximo saliente de boquillas de la maquina es de 17.5 m³/h
- ❖ El tanque debe mantenerse reachicado en todo momento, y en caso necesario se para la limpieza para ello.
- ❖ No debe usarse agua recirculada, pues es posible que contenga trazos de producto y ello puede aumentar la generación de electricidad estática
- ❖ No deben excederse los 100 m³/h por tanque
- ❖ Nunca se debe introducir vapor en un tanque con atmosfera inflamable.
- ❖ Productos con un punto de inflamabilidad bajo o acumuladores estáticos no deben usarse como agentes o medios de limpieza.

Medios de limpieza

El buque cuenta con una línea de limpieza (TC Line) que recorre la cubierta de proa a popa en la crujía. De esta salen numerosos ramales a los cuales se encuentran conectados unas mangueras que a su vez se conectan a las máquinas de limpieza cuando se realiza dicha operación. Cada tanque cuenta con dos máquinas de limpieza de la marca PolarJet, situadas una en proa y otra a popa.

Cañones de limpieza

A bordo se dispone de los cañones de la marca Polar Jet modelo PJ15, que se componen de dos partes principales, la de lavado en el interior del tanque y la de control en la cubierta. En esta última dispone de dos machetes para seleccionar el programa de lavado. Hay dos ajustes de velocidad, lento o rápido y, tres ajustes de paso de 2, 4 y 9 grados que proporcionan seis programas básicos de limpieza.

Este modelo presenta boquillas duales montadas asimétricamente opuestas en lugar de una, ver Ilustración 35. Su movimiento está controlado por la unidad de control accionado por turbina integrada, que controla tanto el paso vertical como la velocidad de rotación. El movimiento de la boquilla es, en principio, una rotación en el plano horizontal, combinada con un movimiento vertical lento. Esto significa que la boquilla realiza patrones helicoides.



Ilustración 41. Cañón en el interior del tanque. Fuente Trabajo de campo.



Ilustración 42. Cañón en cubierta. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 43. Manguera de conexión Cañón - Línea de limpieza. Fuente: Trabajo de campo.

La presión ideal de trabajo ronda entre los 8 a 10 bar. Con esta presión el caudal que ofrece la máquina es de 17 m³/h.

Para calcular el tiempo de lavado (en minutos) en el manual viene la siguiente fórmula (Polarmarine):

$$\text{Tiempo de limpieza} = \frac{\text{ángulo de la boquilla (grados)} / \text{paso (grados/revoluciones)}}{\text{revoluciones de la boquilla (revoluciones/minuto)}}$$

El programa más usado a bordo es el 3-2 o 2-2, que corresponden el primero a un prelavado con velocidad de rotación rápida y el segundo a un lavado normal con velocidad de rotación rápida. En ambos se empieza con las boquillas apuntando a plan y techo.

Métodos

Cada uno de los tanques de carga posee dos cañones ubicados a proa y popa del mismo, a excepción de los tanques 3BE y 7BE que los tienen a babor y estribor debido a su reducido tamaño. Solamente los tanques de lavazas SPLOBE tienen 1 cañón.

Los cañones de limpieza se encuentran desconectados de la línea de limpieza por motivos de seguridad para evitar una probable contaminación por agua. Por ello, únicamente se conectan a través de una manguera flexible en la operación de limpieza.

El lavado de los tanques puede realizarse mediante agua de mar aspirada por la propia bomba de limpieza o, en su defecto, por cualquiera de las bombas contra incendios y de servicios generales o bien, mediante agua técnica dulce cargada previamente en uno de los tanques SLOP o tanques 7 de lastre.

La alineación de las diferentes líneas se lleva a cabo en el cuarto de bombas donde se encuentra el tridente, 44. Aquí puede alinearse la línea TC de cubierta (válvula de la derecha azul) con:

- ❖ la línea procedente de la propia bomba TC situada en la máquina (las dos válvulas azules).
- ❖ la línea TC procedente de la descarga de cada uno de los tanques SLOP. En este caso la presión la daría la propia bomba de cada tanque SLOP (100 m³/h) (válvula de la izquierda roja).
- ❖ la línea que va hacia el casetón del calentador de agua (válvula central verde)
- ❖ la línea contra incendios (la válvula no se ve en la foto, se encuentra en el lado opuesto al tridente).



Ilustración 44. Tridente en el cuarto de bombas. Fuente: Trabajo de campo.

Nota: La válvula que se observa entre la trifurcación y la línea procedente de la bomba TC, se corresponde con la línea que sale a la purga de popa en cubierta.

Con la bomba TC.

Se abre una purga situada en la popa y se arranca la bomba de limpieza. Una vez la presión sea estable en aproximadamente 8 bares, se procede a la apertura de las válvulas de la manguera que conecta la línea TC con los cañones. En función de la cantidad de cañones conectados, se mantendrá la purga estrangulada o se cierra al completo, pues la bomba no es regulable desde el control de carga. Es decir, la presión se controla a través de la purga.

Bomba contraincendios

En el caso de hacer uso de esta bomba el procedimiento es igual que si se usara la bomba TC. Lo único que se tendría que alinear en el tridente para que se comunique la línea de contraincendios con la línea TC.

Endulzado con SLOP

El procedimiento es parecido a cuando se lava con la bomba TC a diferencia que la presión y el caudal es controlable desde el control remoto de la bomba situada en el control de carga. Por lo tanto, en función de los cañones abiertos se regula el porcentaje de la bomba. En caso de que la bomba no se pueda regular más bajo, se hace uso de la purga de popa.

Como el SLOP se usa para endulzar, se abre una purga situada en la proa para desplazar el agua salada restante en la línea TC. En cuanto sale agua dulce se abren los cañones y se cierra la misma.

Endulzado con tanques de lastre 7BE

La bomba TC tiene una aspiración en cada uno de los tanques de lastre situada a popa del mismo junto a la aspiración de la bomba de lastre. Para llevar a cabo esta operación se alinea en el cuarto de bombas la aspiración de la bomba. A partir de entonces el proceso es parecido al del endulzado con el SLOP, se abre la purga de proa para desplazar el agua salada y la de popa para aliviar presión y cuando empiece a salir agua dulce, se cierra la de proa y se abren los cañones. La presión es controlada por la purga de popa.

Lavado con agua caliente

Cuando se requiera calentar el agua de limpieza se alinea la línea TC con el calentador situado en el casetón de estribor.

El funcionamiento es el siguiente: el aceite térmico procedente de la maquina calienta unos serpentines que se encuentran en el calentador de agua de limpieza, localizado en el casetón de estribor. En el cuarto de bombas, se alinea en el tridente la bomba TC con la línea que va hacia el calentador, de modo que el agua bombeada pasa por el mismo, calentándose. A continuación, sale a través de una comunicación directa a la línea TC y de aquí a los cañones. La temperatura máxima que alcanza el agua de limpieza es de unos 50-60°C. La temperatura varía según los cañones que se tienen en funcionamiento, a mayor número de cañones menor es la temperatura alcanzada.



Ilustración 45. Calentador de agua de la línea de limpieza. Fuente: Trabajo de campo.

Limpieza con aditivos de limpieza

Cuando se agreguen al agua pequeñas cantidades de aditivos de limpieza, no se usarán aquellos que contengan sustancias de la categoría X, excepto los que sean fácilmente biodegradables y cuya concentración total sea inferior al 10% del aditivo. Regla 13.5 cap. 5 anexo II del MARPOL

Los detergentes estibados a bordo deben estar aprobados por la OMI y una ficha de seguridad del mismo debe estar disponibles para su consulta en cualquier momento.

Introducción de vapor

Los tanques se pueden limpiar mediante condensación en los mamparos, pero únicamente se puede llevar a cabo dicha operación si el tanque ha sido inertizado, lavado con agua previamente y desgasificado. Antes de introducir vapor, la concentración de gases inflamables no debe exceder el 10% del LIE. Asimismo, se deben tomar precauciones relacionadas con la presión y la electricidad estática generada en el tanque, ISGOTT 6ª capítulo 3.

A bordo el vapor es generado en la sala de máquinas y a continuación, pasa por una línea que llega hasta la proa y que tiene numerosas ramificaciones para poder conectar una manguera desde una de ellas a la tapa de los tanques o a la misma línea de carga por medio de una reducción. El vapor es muy útil para limpiar las líneas sobre todo tras cargar aceites vegetales que precisan en ciertos casos de calefacción, de modo que el vapor hace que se condense la línea y no se queden pegado los restos de producto.



Ilustración 46. Línea de vapor y brida en el pasa-hombres del tanque. Fuente: Trabajo de campo.

Procedimiento

Antes de comenzar las operaciones de lavado se comprueba la continuidad de las mangueras, que no debe sobrepasar los 6 ohmios/m (ISGOTT 6ª 12.3.6.3) y se colocan los machetes en la posición deseada.

Se arranca una de las bombas siguiendo el procedimiento anteriormente mencionado y se continua como se describe a continuación:

Al mismo tiempo que se está lavando a través de los cañones se reachican los tanques con la propia bomba de modo que no se acumule agua en el interior del mismo TSGC 8.4.5.

Momentáneamente, además, se recircula la bajante, para limpiar la misma. Se intenta dejar los tanques lo más achicados posibles arrancando la bomba al mínimo hasta que caiga.

A la hora de realizar un cambio de tanques, deberá abrirse primero el cañón del siguiente antes de cerrar el cañón que está trabajando actualmente. Dicho cañón dejará de funcionar en cuanto ya no le llegue presión. Al finalizar el baldeo, se debe colocar el indicador del cañón en la posición baja (cañones apuntan hacia plan y techo).

Tras la limpieza general, se comienza con el agotamiento, que se basa en introducir nitrógeno en la descarga de la bomba de modo que, empuja el producto hacia abajo hasta llegar al impeler, forzándolo a salir por una línea de menor diámetro denominada “línea stripping”.

Para ello se conecta una manguera adaptada a la línea del N2 98% y a un acople antes de la válvula de descarga de la bomba la cual se mantendrá cerrada durante todo el agotamiento, Ilustración 13 e Ilustración 48. A continuación, se abre el N2 y se arranca la bomba al 80% aproximadamente. El producto saldrá por la línea “stripping” directamente desde la bomba y llega hasta el manifold siendo una línea independiente. Todas las válvulas que conectan la misma con la línea de carga se mantienen cerradas y únicamente se abre la del drenaje a la bandeja, Ilustración 7.



Ilustración 47. Drenaje a la bandeja. Fuente: Trabajo de campo.

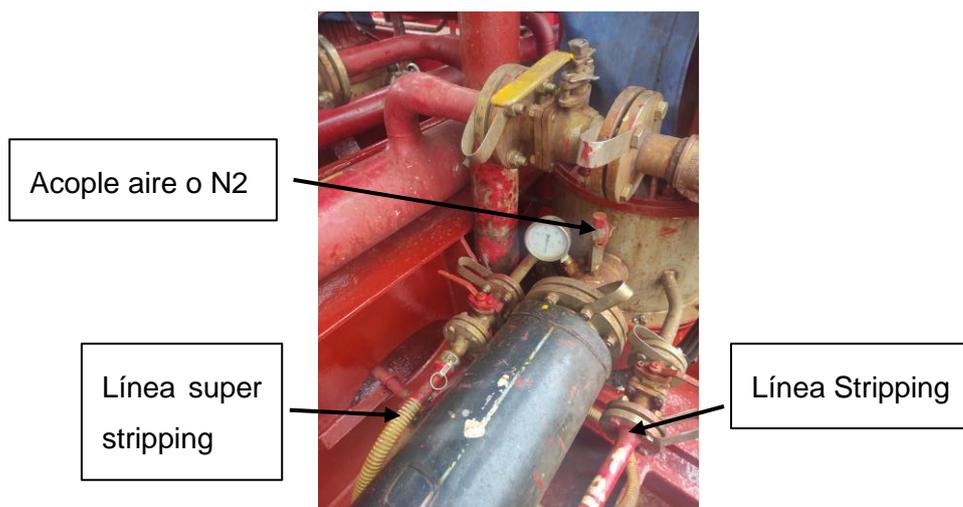


Ilustración 48. Acople de la manguera de aire o N₂ a la descarga de la bomba. Fuente Trabajo de campo.

Después del agotamiento, seguirá quedando un restante de producto en el pocete que es imposible sacar con la bomba normal. Por lo tanto, se hace uso de la línea “super stripping”, que llega hasta casi el fondo del pocete, a 2 cm se queda la boca del mismo. Esta línea se encuentra comunicada a través de una manguera a la línea general MARPOL que llega hasta una bomba situada en cubierta, en crujía entre los dos SLOPS que aspira el producto y lo manda a un tanque de lavazas en este caso el SLOP de babor. El procedimiento es muy sencillo, se arranca la bomba abriéndole el aire y se abren las dos válvulas comunicantes para que la bomba comience a aspirar. Mientras haya producto se escucha un bombeo lento. Cuando se acelere, significa que ya no le llega producto. Entonces, primero se cierran las válvulas comunicantes para que no retorne producto al tanque y finalmente se para la bomba.

La bomba Depa es una bomba de diafragma (como la famosa Wilden) que consta de dos cámaras. Cuando el aire comprimido llena de aire una de las cámaras hace que el diafragma opuesto contraiga succión elevando así una bola situada en la válvula inferior de la cámara permitiendo así el paso de producto. Al mismo tiempo en la cámara opuesta se eleva una bola en la válvula superior permitiendo la salida de producto.



Ilustración 49. Conexión de la línea super stripping a la línea Marpol. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 50. Bomba Depa de Cubierta. Fuente: Trabajo de campo.

Una vez finalizados los tres procedimientos anteriores se comenzarán a ventilar los tanques para proceder a su entrada para mopear y secarlos. Se comentará más acerca en el siguiente tema.

La limpieza debe ser anotada, bien, de acuerdo con la Regla 36 del Anexo I del MARPOL, en el libro de registro de hidrocarburos (Parte II), operaciones de carga y lastrado, correspondiéndose con la letra G: limpieza de los tanques de carga; o conforme a la regla 15 del Anexo II del MARPOL, en el Libro de Registro de la Carga para buques que transporten sustancias líquidas nocivas, correspondiéndose con las letras D: Prelavado obligatorio de conformidad con el Manual de procedimientos y medios, E: Limpieza de los tanques de carga, salvo el prelavado obligatorio, y F: Descarga de agua de lavado de tanques al mar.

Limpiezas anexo I

Los residuos de hidrocarburos y el agua que se achican durante la limpieza no pueden descargarse a la mar directamente, sino que deberán pasar por un proceso de decantación y luego por un analizador antes. El analizador forma parte de un sistema de vigilancia y control de descargas de hidrocarburos que el marpol exige en buques de arqueo bruto igual o superior a 150 GT. Regla 31, cap. 4 MARPOL.

Para realizar esta descarga el buque cuenta con una línea procedente del SLOPE que pasa por la cámara de bomba donde se encuentra el analizador y un caudalímetro, encargados de examinar el producto antes de su salida al mar por un orificio que se encuentra al costado del buque por encima de la flotación en condiciones máximas de lastre, Regla 30, cap. 4 MARPOL.

De acuerdo con el MARPOL en su Regla 34 del capítulo 4, y fuera de zonas especiales, está prohibida toda descarga a menos que:

- ❖ el buque no se encuentre dentro de una zona especial;
- ❖ la distancia a la tierra más próxima sea mayor de 50 millas náuticas;
- ❖ el buque se encuentre en ruta;
- ❖ el régimen de instantáneo de descarga de hidrocarburos no exceda de 30 litros por milla náutica y el total de hidrocarburos descargados no supere 1/30.000 el cargamento del que formaban parte los residuos
- ❖ el buque tenga en funcionamiento el sistema de vigilancia y control de las descargas de hidrocarburos (ODME) y disponga de un tanque de decantación.

Descarga en zonas especiales. Está prohibida toda descarga en el mar de hidrocarburos o mezclas oleosas provenientes de la zona de carga de un petrolero, mientras el buque se encuentre en una zona especial (excepto lastre limpio o separado).

A bordo no se descargan residuos de hidrocarburos a la mar, sino que se almacenan en un tanque de lavazas/decantación, en este caso SLOPB, para posteriormente descargarlo a una estación receptora en tierra. Para descargarlo se acopla la conexión de tierra o de la gabarra al manifold de dicho tanque por una de las dos bandas y se arranca la bomba.

Limpiezas anexo II

Dentro de este anexo se distinguen 3 categorías: X, Y y Z (MARPOL, edición refundida de 2017):

Categoría X: esta es una sustancia nociva líquida que se considera un riesgo grave para los recursos marinos o para la salud del ser humano y, por consiguiente, queda prohibida su descarga al mar.

Categoría Y: se considera un riesgo grave para los recursos marinos o para la salud del ser humano o causarían perjuicio a los alicientes recreativos u otros usos legítimos del mar, por lo que su descarga se encuentra limitada respecto a la calidad y cantidad.

Categoría Z: se considera un riesgo leve para los recursos marinos o para la salud del ser humano y, por consiguiente, presenta limitaciones menos rigurosas en cuanto a calidad y cantidad de su descarga.

Otras sustancias (OS): no suponen un riesgo para los recursos marinos o para la salud del ser humano. Las sustancias indicadas únicamente como OS no están sujetas a las prescripciones de este anexo.

Descarga de los residuos de la categoría X: los tanques se lavarán antes de salir a la mar y los residuos resultantes se descargarán a una instalación de recepción hasta que la concentración de la sustancia en el efluente recibido por la instalación receptora sea igual o inferior al 0.1% en peso. Una vez conseguida esta concentración se descargarán a la instalación las aguas restantes del lavado hasta que los tanques queden vacíos. El agua que finalmente se introduzca en el tanque puede ser descargado al mar conforme a la regla 13.2 del cap. 5 del Anexo II del MARPOL.

Descarga de los residuos de las categorías Y y Z: la descarga de los mismos se registrará por la regla 13.2 del capítulo 5 del anexo II de MARPOL.

Si no se lleva a cabo de conformidad con lo prescrito en el manual se efectuará un prelavado antes de que el buque salga del puerto, a menos que se tomen otras medidas que sean satisfactorias a juicio del inspector mencionados en la regla 16.1 del cap. 5 del anexo II del MARPOL. Las lavazas resultantes del prelavado se descargarán a una estación receptora adecuada bien en el mismo puerto o en otro.

Para las sustancias de alta viscosidad (viscosidad igual o superior a 50mPa*s a 20°C o cuyo punto de fusión es igual o superior a 0°C o que estén a punto de solidificarse de la categoría Y se aplicará lo siguiente:

- ❖ Se utilizará un procedimiento de prelavado según lo especificado en el apéndice VI.
- ❖ Las lavazas producidas durante este prelavado descargarán a la instalación las aguas restantes del lavado hasta que los tanques queden vacíos.
- ❖ El agua que finalmente se introduzca en el tanque puede ser descargado al mar conforme a la regla 13.2 del cap. 5 del Anexo II del MARPOL.

Regla 13.2 del cap. 5 del Anexo II del MARPOL: para realizar la descarga a la mar deben darse las siguientes condiciones:

- ❖ El buque navegue a una velocidad mínima de 7 nudos
- ❖ El buque se encuentra a más de 12 millas de la costa más cercana y en aguas con una profundidad no inferior a 25m.
- ❖ La descarga se realice por debajo de la línea de flotación por una boca sumergida y a un régimen que no exceda del régimen máximo para el que la boca haya sido proyectada, en el caso del Dácil 75.2 m³/h.
- ❖ Para efectuar dicha descarga se conecta al manifold del colector principal una maguera que a su vez se conecta a una brida situada en la cubierta principal que da hacia la boca sumergida.



Ilustración 51. Descarga al mar del Anexo II Marpol. Fuente: Trabajo de campo.

Almacenamiento de lavazas en el slop

Deben tomarse precauciones a la hora de trasvasar los restos de la limpieza para evitar mezclar productos del anexo I con productos del anexo II; o mezclar productos incompatibles.

Cualquier trasiego que se realice entre los tanques de decantación deberán ser anotadas en el Libro de registro de hidrocarburos (parte II). Y cada vez que se añadan lavazas igual, se anota la cantidad añadida y la total del tanque.

ODME

El ODME “Oil Discharge Monitor” es un equipo de monitorización y control de descarga de aceites a la mar. Esta estrictamente regulado por el Marpol, Anexo I, convenio en el cual viene expreso las cantidades máximas permitidas y las reglas a seguir para dicha operación.

A bordo mensualmente se realiza una comprobación de su funcionamiento simulando una descarga, pero con la válvula de costado manual cerrada. El test consta en que se activen dos alarmas, una por caudal y otra por cantidad máxima. Para ello, se alinea el tanque Slop ER (agua dulce) hacia el analizador y desde éste, el retorno hacia el Slop de BR.

Antes de proceder con el test, se debe verificar que el sistema opera en el modo 30l/nm y se cambia de modo automático a manual el caudal de descarga y la velocidad del buque.

En la página de “Oildischarge accumulated”, se inserta un valor inferior al máximo y posteriormente se arranca el ODME. El equipo comienza con un muestreo y al cabo de 2


```

WARNING OD 20. l/nm
2021-04-30 17:06 no:28497 ALARM
ALARM 30 l/nm
2021-04-30 17:06 no:28495 WARNING
OILCONC is:(MAN ) Change with STEP
Manual conc=800.ppm (.670ppm) 0
2021-04-30 17:05 no:28492 WARNING
GPS-pos A,4335.4727,N,00555.4365,W
Ocm1.15ppm .04l/nm Tot.00001 OPEN #1
DMA-ISO 8217 FM200.0m3/h SpM5.00kn
2021-04-30 17:05 no:28488 WARNING
OILCONC is:(MAN ) Change with STEP
Manual conc=.000ppm (7.09ppm)
2021-04-30 17:04 no:28485 WARNING
GPS-pos A,4335.4708,N,00555.4346,W
Oca.000ppm .00l/nm Tot.00001 CLOSED #1
DMA-ISO 8217 FM200.0m3/h SpM5.00kn
2021-04-30 17:04 no:28481 WARNING
***** Start Oil-measuring *****
2021-04-30 17:04 no:28479 WARNING

DMA-ISO 8217 FM200.0m3/h SpM5.00kn
2021-04-30 17:06 no:28517 WARNING
WARNING ACC.TOTAL 90%
2021-04-30 17:06 no:28515 WARNING
Oildischarge accumulated = 2.850 l
alarm = 3.000 l
AUTO RESET 30 l/nm
2021-04-30 17:06 no:28511 ALARM
OILCONC is:(AUTO) Change with STEP
Manual conc=800.ppm (.417ppm) 0
2021-04-30 17:06 no:28508 ALARM
WARNING MANUAL SELECTION (3600s)
WARNING OD 20. l/nm
ALARM 30 l/nm
***** MANUAL RESET *****
2021-04-30 17:06 no:28503 ALARM
GPS-pos A,4335.4736,N,00555.4349,W
Ocm800.ppm 32.1l/nm Tot.17931 CLOSED #1
DMA-ISO 8217 FM200.0m3/h SpM5.00kn
2021-04-30 17:06 no:28499 ALARM

2021-04-30 17:13 no:28538 WARNING
WARNING MANUAL SELECTION (3600s)
***** MANUAL RESET *****
2021-04-30 17:13 no:28535 ALARM
***** Stop Oil-measuring *****
2021-04-30 17:13 no:28533 ALARM
GPS-pos A,4335.4697,N,00555.4348,W
Oca1.24ppm .04l/nm Tot3.0001 CLOSED #1
DMA-ISO 8217 FM200.0m3/h SpM5.00kn
2021-04-30 17:13 no:28529 ALARM
ALARM ACC.TOTAL
2021-04-30 17:12 no:28527 WARNING
Oildischarge accumulated = 2.995 l
alarm = 3.000 l
2021-04-30 17:10 no:28524 WARNING
Oildischarge accumulated = 2.980 l
alarm = 3.000 l
2021-04-30 17:07 no:28521 WARNING
GPS-pos A,4335.4715,N,00555.4336,W
Oca.759ppm .03l/nm Tot2.8501 OPEN #1

```

Ilustración 53. Test del ODME. Fuente: Trabajo de campo.

En la ilustración superior se muestra el impreso de un test realizado en la cual se observa como las válvulas abren y cierran según si se han sobrepasado las partes por millón permitidas o se ha llegado a la máxima cantidad limitada. Subrayado en azul se encuentra la introducción manual de valores para hacer saltar las alarmas y que actúen las válvulas mencionadas anteriormente, así como el cambio a lectura automática.

En el caso de que se quiera hacer real, el Slop ER llevaría las lavazas decantadas y el retorno sería al slop BR o de vuelta al mismo, Slop ER. El procedimiento sería el siguiente: se deja decantar el agua hasta que se cree una interfase bien marcada. A continuación, se mide con una UTI la interfase para calcular los metros cúbicos de agua y producto, pues la cantidad máxima acumulada que se permite descargar es de 1/30.000 de la carga total limpiada. Este valor se introduce en el equipo y se selecciona el tipo producto que se va a descargar, como puede ser, por ejemplo, DMA-ISO8217 (gasoil). Después se quita la brida ciega de la línea. Antes de comenzar se limpia con un cepillo la célula analizadora para que los valores estén dentro de los rangos establecidos en el manual. Luego se pone en marcha el ODME y se arranca la bomba del Slop. El agua bombeada pasa a ser analizada y a descargarse en caso de que los valores estén dentro de las permitidos. El equipo pasará a retornar el agua decantada si se superan dichos valores o cuando llegue a la cantidad máxima acumulada de producto. Finalmente, antes de llegar a la interfase se para el ODME. Esta cantidad sobrante se descargará a una terminal autorizada en tierra.

La contaminación de la superficie del mar durante la descarga depende de:

- ❖ El caudal de descarga
- ❖ El contenido de aceite/producto en el efluente
- ❖ La velocidad del barco

El caudal de descarga de aceite/producto viene dado por la siguiente formula:

$$\frac{(\text{ppm de producto en el efluente}) \times (\text{caudal de descarga del efluente en m}^3/\text{h})}{(\text{velocidad del buque en nudos}) \times 1.000}$$

Toda operación, bien sea una comprobación mensual o una descarga real, debe anotarse en el Libro de registro de hidrocarburos (parte II). La letra correspondiente a la comprobación es anotada como letra “O” mientras que la descarga real es la “I” y contiene los siguientes apartados: Identidad de los tanques de decantación, tiempo de sedimentación, hora y posición del buque al comienzo y finalizar la descarga, los vacíos/niveles del tanque y de la interfaz antes y al concluir la descarga, la cantidad y el régimen de descarga, velocidad del buque, comprobación regular del efluente y de la superficie del agua y comprobación que todas las válvulas se encuentran cerradas tras concluir la descarga.

Además, el fallo del sistema deberá anotarse en la letra M, “Estado del dispositivo de vigilancia y control de las descargas de hidrocarburos”.

Desgasificación

Un ventilador fijo situado en el casetón de estribor es el encargado de suministrar aire a los tanques para ventilarlos. Lo hace a través de un manguerote conectado al manifold del colector principal de modo que puedan ventilarse todos los tanques deseados abriendo sus correspondientes agrupadas, la bajante y la descarga. Es un ventilador de caudal, es decir, a más tanques abiertos más rendimiento ofrece. Su capacidad total es de 12.000 m³/h.



Ilustración 54. Ventilación de los tanques de carga a través del colector. Fuente: Trabajo de campo.

Se dispone además de 4 ventiladores portátiles (axias) que son impulsados por agua suministrada de la bomba de contra incendios y que se colocan en los tapines de los tanques. La capacidad de los axias es de 5.000 m³/h

Para aquellos productos que no está permitido el uso de respiración libre, el gas desplazado saldrá por las válvulas P/V, 8.6 IBC code.

Consideraciones a tener en cuenta según TSGC 4^a 8.10:

- ❖ El primero oficial debe supervisar en todo momento la operación de desgasificación.
- ❖ Todo el personal debe estar informado de que se va a llevar a cabo dicha operación.
- ❖ Las aberturas, ventilaciones y escotillas de la habitación deben permanecer cerradas y el aire en modo recirculación.
- ❖ Al usar un ventilador fijo, las todas las líneas que se encuentren involucrados en la ventilación deberán ser drenados previamente.
- ❖ No se deben usar axias que necesiten corriente para funcionar.

Únicamente cuando la concentración de vapores inflamables a la salida se haya reducido en un 35% del LIE y en el caso de un producto toxico, la concentración de sus

vapores no presente un riesgo para la salud, la ventilación puede llevarse a cabo a la altura de la cubierta principal.

El SOLAS, regla 16.3 indica que hasta que la concentración de vapores de hidrocarburos que hayan podido quedar en los tanques se reduzca a menos del 2% no se podrá realizarse la desgasificación al nivel de la cubierta de los tanques de carga.

Entrada a los tanques tras ser ventilados

Para poder entrar a un tanque, la atmosfera del mismo debe ser medida previamente con un explosímetro. Además, deberá rellenarse un permiso de entrada en espacios cerrados tomando las debidas precauciones descritas en él, como, por ejemplo, llevar en todo momento un equipo de comunicación, llevar los EPIs adecuados, tener listos para usar un equipo ERA (equipo de respiración autónomo), se lleva un explosímetro individual/detector multigas, se han medido los tanques antes de entrar, hay una persona en stand-by en cubierta, etc. Este permiso será firmado por el capitán que es quien dará la autorización de la entrada.

No se realizará ninguna entrada al tanque sin que la atmosfera del mismo se haya verificado libre de gases o vapores y que el contenido de oxígeno sea de 20.9%. Para realizar dicha medida se para la ventilación de los tanques momentos antes para que la atmósfera se estabilice. Una vez verificada, en el Dácil, entran el bombero junto al primer oficial a los tanques para comprobar el estado de los mismos. Y en caso necesario se mopea y se termina de secar el pocete.

Explosímetro

Es un equipo de detección de gases indicado para ser portado por la persona que va a entrar en el espacio cerrado. Su funcionamiento es sencillo, el aparato está calibrado para unos determinados gases, en el caso de los que se tienen a bordo, Dräger X-am 2500, son el sulfhídrico, monóxido de carbono, oxígeno y propano. Cuando detecte uno de estos gases y la concentración sobrepase los límites, emitirá un pitido alertando a la persona. Asimismo, se puede introducir el explosímetro en una bomba que a su vez está conectada a una manguera para introducir ésta en el espacio cerrado para comprobar la atmosfera, antes de proceder a su entrada. Antes de usarlo se realiza una calibración al aire y mensualmente se le hace un "bump test" que consta proporcionarle gas mediante una botella con una concentración de gases determinada, para evaluar la calibración de los sensores y comprobar su correcto funcionamiento.

Tubos colorimétricos

Se trata de un cilindro de cristal dentro del cual se producen unas reacciones químicas específicas acorde a unos rangos indicados en partes por millón (ppm), generando un color distintivo en el cual se encuentra la concentración del gas.

Para la medición con estos tubos se hace uso de una bomba exclusiva para tal fin, con la cual se realizan una serie de emboladas, el número viene indicado en el tubo con la letra N o, en el manual de instrucciones correspondiente, para aspirar el gas a través del tubo conectado en una dirección concreta en la misma. También se puede introducir también el tubo en una manguera y conectar ésta a la bomba de mano para medir la concentración de gases en un espacio cerrado antes de entrar en él.

Dentro de sus características destacan que no necesitan de calibración ni otro mantenimiento, que son fáciles de leer y que son de un solo uso. Es decir, no se puede usar el mismo tubo para medir la concentración de gases en varios tanques, sino que, deberá usarse un tubo nuevo cada vez. Es por ello, que cuando se tengan varios tanques que se hayan estado ventilando a la vez y del mismo producto, y se quiera proceder a su entrada, se medirá uno de ellos y si este da por encima del límite en ppm, no se medirán el resto, se seguirá ventilando hasta que la primera medición dé por debajo del límite. A partir de este momento se medirán el resto de tanques. Esto es para evitar gastar tubos colorimétricos de manera innecesaria.



Ilustración 55. Tubo colorimétrico y bomba de mano.
Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 56. Tubo colorimétrico, bomba de mano y manguera. Fuente: Trabajo de campo.

Inertización

El gas inerte presenta un contenido bajo en oxígeno lo cual le imposibilita arder. El SOLAS exige que el gas inerte suministrado no debe contener más de un 5% de oxígeno. Esto permite que la atmósfera de un tanque se mantenga por debajo de un 8%. El gas inerte puede ser producido a base de los gases de exhaustación o de una planta generadora de gas inerte o de nitrógeno. Este último es el más utilizado a bordo de los quimiqueros y es el requerido por el SOLAS capítulo II-2 16.3.3

La inertización consiste en el desplazamiento del aire tras una limpieza y desgasificación para crear una atmósfera inerte. Esto asegura que la atmósfera se muestre incapaz de llevar a cabo una combustión por falta de oxígeno.

Existen otros 3 términos relacionados con el gas inerte TSGC 4ª 7.4:

Por un lado, el Padding o relleno, que consiste en como bien dice el nombre en español, rellenar la superficie libre del tanque con gas inerte para separar la carga del aire.

Por otro lado, el purgado, que es la introducción de gas inerte en una atmósfera que ya se encuentra inerte con el objetivo de reducir aún más el contenido de oxígeno y/o reducir el contenido existente de hidrocarburos u otros vapores inflamables a un nivel por debajo del cual no sea posible si a continuación se introduce aire en el tanque.

Por último, el topping up. Dado que durante la navegación y debido a las condiciones meteorológicas el contenido de oxígeno en los tanques puede verse incrementado. El topping up viene a ser el uso de gas inerte para restaurar la cantidad de oxígeno que tenía.

El procedimiento de inertizado se puede hacer por 3 métodos, dilución, cascada y desplazamiento.

Dilución: se produce cuando el gas presente en el tanque se mezcla con el gas inerte y éstos forman una mezcla homogénea. Poco a poco la cantidad del gas original disminuirá y la del gas inerte aumentará. Es importante que la velocidad de penetración del gas inerte en la atmósfera del tanque sea la suficiente como para llegar al fondo y no escapar directamente por la P/V. Para que sea efectivo se debe limitar el número de tanques a simultanear. Durante esta operación la presión de los tanques debe permanecer positiva y al menos a 0.07 bar.

Cascada: es un método para ahorrar tiempo a la vez que se pueden inertizar varios tanques simultáneamente. El principio es sencillo, se proporciona gas inerte a través la línea de nitrógeno a un tanque y sale del mismo a través de la bajante a la línea de carga, al colector donde está comunicado al siguiente tanque. En este segundo tanque entra por la línea de carga y sale por la válvula P/V. Cuando el primer tanque esté inertizado, el segundo se

convertirá en el primero y se alineará con otro tanque. La ventaja de este procedimiento es que inertiza del techo al plano y del plano al techo.

Desplazamiento: en este caso el gas inerte debe ser más pesado que el aire existente en el tanque, de modo que cuando se introduzca el mismo, el aire es desplazado. Es de importancia que el gas inerte penetre muy lentamente la atmósfera para que se establezca una interfase horizontal y no se mezclen ambos.

Sea cual sea el método elegido, durante toda la operación la atmósfera de los tanques será controlada y medida por el oficial de guardia mediante un analizador de oxígeno.

Inertización tras limpieza de tanques

Una vez los tanques se encuentren secos, se procede a inertizar los mismos en caso de que el producto que se vaya a cargar lo requiera. Para ello se arranca la planta de nitrógeno y se ajusta el contenido de oxígeno al 5%. Cuando el sistema esté listo, se pasa de la liberación al aire a la línea de cubierta.

El método más usado a bordo es el de cascada, en el cual se introduce el nitrógeno a través de la línea de N₂ 95% a los tanques deseados. Éstos están comunicados con la línea mediante unas mangueras y doble válvula. Por lo general suelen ser parejas de tanques. Desde éstos el aire sale desplazado a través de la bajante por la línea de carga al colector a una segunda pareja de tanques y finalmente se libera al aire por las P/V. Cuando se realiza un cambio de tanques se abre primero el nitrógeno de la siguiente pareja y después se cierra el de la pareja que ya está lista.

Inertizar todo el barco puede llevar unas 45h aproximadamente. Durante toda la operación se toman mediciones de atmósfera para controlar el proceso. El equipo usado para tal fin es un analizador de oxígeno, que es básicamente una bomba que aspira el aire y los pasa a través de unos sensores específicos que lo analizan y posteriormente son mostrados en la pantalla del propio equipo. Los sensores son intercambiables, según los gases que se quieran medir. En el caso de los analizadores disponibles a bordo de la marca Dräger modelo X-am 7000, los sensores son de oxígeno, sulfhídrico, monóxido de carbono y porcentaje de LIE.

Relleno con nitrógeno

Para realizar el padding se dispone de un botellón como el anteriormente mencionado en el apartado de cuidados durante la navegación. Este botellón es relleno con nitrógeno del 98%, es decir el contenido de oxígeno es del 2% máximo. Desde este sale una línea que

lleva a una especie de platillo que deja pasar el nitrógeno en caso de que disminuya la presión de los tanques abiertos a la línea de nitrógeno del 98%.

Planta de nitrógeno

Para realizar la inertización y las operaciones relacionadas con el gas inerte, bordo se cuenta con un generador de nitrógeno DENO DN2-800 de la marca Deno Compressors que está basado en la tecnología de la membrana, en la cual el aire entrante es controlado por un filtro de carbón activo y un filtro de polvo junto a un calentador para garantizar la efectividad de las membranas. Además, los compresores vienen con un secador para una producción de nitrógeno óptima.

La planta cuenta con 5 membranas en las que el oxígeno es separado del aire resultando un chorro enriquecido de nitrógeno. La pureza del nitrógeno depende del flujo, pues a menor flujo mayor será la pureza.

Para asegurar que la atmósfera del local donde se encuentra el generador de nitrógeno un equipo de medición de Dräger evalúa de manera continua la misma con el fin de que el oficial que vaya a proceder a su entrada pueda confirmar primero que es seguro entrar pues el oxígeno está a 20.9%.

Gas Sampling

El Gas Sampling es un sistema de muestreo de gas barrido automático permanente instalado en los tanques de lastre, en la cámara de bombas, en el Void de proa y en el interior de local (armario). La finalidad del equipo es detectar gases explosivos y tóxicos en dichas zonas.

Hay dos niveles de alarma en el SW2020; “LO” bajo y “HI” alto. Los ajustes por defecto para los gases más comunes son:

- ❖ Propano: 5% LEL para alarma baja y 10% LEL para alarma alta.
- ❖ Oxígeno: 19% para alarma baja y 17 % para alarma alta.
- ❖ Sulfuro de hidrogeno: 5ppm para alarma baja y 10ppm para alarma alta.

Para hacer uso de este equipo, debe asegurarse que los puntos de muestreo se encuentren libres de sustancias líquidas, para evitar que estas sean absorbidas por las tuberías y dañen el sistema. En los tanques de lastre de este buque, los puntos de muestreo se encuentran en el doble fondo junto a la aspiración de la línea de lastre, en vez de en la parte superior del tanque junto al techo. Por este motivo, los tanques de lastre deben estar vacíos. En caso de que estén llenos, debe desconectarse dicho punto de muestreo.

Cuando el Gas Sampling está en funcionamiento, éste realiza una secuencia de muestreo de todos los puntos que se encuentren conectados en la lista de puntos de muestreo. Si en algún momento quiere realizarse una medición de un punto de muestreo (SP) concreto, se selecciona dentro de la opción “Sampling Points”. A continuación, en la pantalla se muestran 4 opciones: valores, medir, purgar y desconectar. Para asegurarse de que la línea se encuentre libre de agua, ésta puede purgarse antes de realizar la medición. Dentro de esta última opción, puede escogerse el tiempo de muestreo. Si se tiene un “fallo de flujo” en un SP, podría ser una obstrucción en una tubería, de un filtro en línea o, presencia de agua en la zona.

En el momento que el sistema detecte que uno de los gases configurados que sobrepase los límites establecidos, éste emitirá una alarma acústica y visual, Ilustración 57.

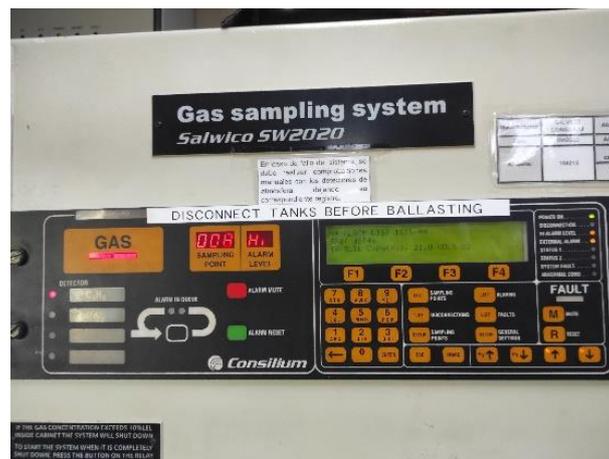


Ilustración 57. Unidad Gas Sampling. Fuente: Trabajo de campo.

Cada 3-6 meses recomiendan probar el sensor y si es posible, calibrarlo. Par ello se conecta una botella que se encuentra instalada en el interior del local al tubo de gas de prueba. En este caso la botella es de C3H8 con un 35% de LEL.

Ventajas y desventajas del buque

El buque como se ha podido ver, posee una gran cantidad de elementos que son indispensables para su funcionamiento y operatividad, aun así, dentro de estos, cuenta con ciertas ventajas y desventajas. A continuación, se comentarán algunas de ellas.

Ventajas

Por un lado, sus tanques, al ser relativamente pequeños son perfectos para cargas de cantidades reducidas.

El hecho de contar con una línea “super stripping” facilita y reduce enormemente el tiempo de mopeo haciendo posible el mopeo de todos los tanques de cargar con dos personas (bombero y marinero de guardia).

En el control de carga el oficial tiene el control completo de las válvulas de carga, tanto de las bajantes como de las descargas, pudiendo actuar sobre las mismas en cualquier momento sin depender de una persona en cubierta.

El sistema marpol-super stripping es muy eficiente tanto para limpiezas como para derrames.

Los tanques de carga, a pesar de su tamaño presentan dos cañones lo cual hace muy efectiva la limpieza. La manguera flexible puede desacoplarse del cañón lo cual evita la posibilidad de que caiga agua a los tanques una vez finalizada la limpieza.

La línea de gas inerte es flexible de modo que se puede incomunicarse los tanques. Y se evita la contaminación entre las cargas. Y se puede entrar a un tanque mientras se inertiza otro adyacente.

Las bombas de lastre al encontrarse en una cámara, facilita su reparación a diferencia de las bombas de pozo profundo que se encuentran a en los tanques de lastre.

Por otro lado, los medios de calefacción que posee, siendo en un principio de dos tipos, aceite térmico y agua dulce, le da un amplio rango de cargas. En la actualidad, ambos sistemas se encuentran con agua dulce, pero se podría volver a cambiar a aceite pues sistema se encuentra apto para ello.

La posibilidad de inertizar los tanques de lastre en caso de transportar productos que requieran todos los tanques colindantes inertizados.

Tierra puede suministrar nitrógeno al 95% y al 98% al buque a través de dos líneas situados en el manifold principal.

Por último, la segregación de la línea de retorno de gases (VECS) que evita la mezcla de los gases de productos diferentes cuando se transporta una carga compartida. Además, permite realizar una carga simultánea venteadando por las PVs y/o 3 cargas que necesiten VECS, como pueden ser los VOCS, cargas que necesitan ser cargados a una presión determinada o presenten toxicidad.

Desventajas

El buque cuenta con un solo colector de carga, lo cual significa que, si se quiere cargar más de un producto a la vez, el segundo debe ir por el manifold de una línea. Los tanques que se quieran cargar pues con el segundo producto estarán conectados por pantalones, codos y mangueras. Por otro lado, el colector presenta una mala configuración pues las agrupadas a dicho colector se encuentran a ambas bandas, de modo que las válvulas de los tanques de estribor se encuentren en esta banda y las correspondientes a los tanques de babor en esta otra banda. Esto implica que durante el topeo el marinero tiene que estar cambiando de banda de manera constante sin tener acceso a todas las válvulas en una sola banda. Asimismo, el conjunto de válvulas debería, por seguridad, operarse desde la pasarela para evitar estar al lado del manifold.

No existe una válvula manual entre la válvula de descarga y la bomba, con lo que en caso de la válvula automática falle, se podría estar cargando el producto a través de la bomba.

La incompatibilidad de las bombas que comparten convertidores hace que la operativa de descarga se vuelva más compleja, pues en ciertos casos no se podrán descargar tanques de manera simultánea retrasando así la hora de finalización. Por este motivo, el plan de carga tiene que realizarse de acuerdo, en medida de lo posible, ajustándose a la compatibilidad de convertidores.

El buque no contaba con evaporador o planta de osmosis, por lo que, para poder efectuar las limpiezas de agua dulce, aparte del agua para el abastecimiento de la tripulación, se necesita hacer aguada de manera frecuente. Para minimizar esta operación se ha montado una planta de osmosis durante la varada del 2021, pero la productividad de la misma es de 2m³ al día, lo cual no da abasto contando con que para una limpieza de todos los tanques de carga con agua dulce hacen falta 40m³ (según el tiempo de limpieza).

La línea de stripping no cuenta con un colector propio en la bandeja del manifold por tanto su uso se ve limitado.

Los tanques de cubierta Slops no cuentan con la capacidad exigida por el MARPOL, en el anexo I regla 29, que especifica “la capacidad total del tanque o de la combinación de

tanques de decantación no será inferior al 3% de la capacidad de transporte de hidrocarburos del buque”, por lo que se ha designado además un tanque de carga, en este caso el 1B, para tal fin. Esto implica que, en el supuesto de almacenar lavazas en dicho tanque, este no puede ser cargado hasta que sea descargado y limpiado. Además, para poder pasar estas lavazas por el ODME se tendría que realizar un trasiego al slop de estribor.

La incomunicación del Peak de proa con la línea de lastre supone la necesidad de ir hasta el pañol de proa para alinear el tanque con la línea de contraincendios.

Conclusiones

Se ha tratado de proporcionar al lector una noción de los buques quimiqueros, en concreto el buque tanque Dácil, sobre los elementos y la versatilidad que poseen para operar en puertos de todo el mundo. Este buque, al ser de tipo “coastal tanker” (buque con eslora hasta 205 m) puede atracar incluso en puertos pequeños de países en desarrollo y gracias a su grúa en cubierta, puede elevar las mangueras de carga/descarga de los puertos que no dispongan de brazos de carga.

Dentro de los objetivos, uno ha sido tratar en detalle la recopilación de información de los productos, pues el buque debe ser preparado para ello, realizando un plan de carga, teniendo en cuenta los requisitos mínimos que debe cumplir el buque según el IBC, la limpieza efectuada y la compatibilidad de productos. A su vez, toda la tripulación debe tener un conocimiento de los riesgos de la carga. Esto implica que se lleve a cabo una reunión para explicar la ficha de seguridad del producto y la forma en la que se realizarán las operaciones.

Otro de los objetivos, ha sido detallar el intercambio de información, por un lado, el “pre-arrival” para planificar la llegada del buque y todo lo que comprende su estancia. Y, por otro lado, “pre-transfer” pues es de gran importancia que todas las partes, es decir, el buque, la terminal y los surveyors, hayan entendido bien el procedimiento que se seguirá durante la operativa para evitar problemas durante la misma. En este último, se confirman cantidades y las densidades para evitar contrariedades a la hora de liquidar, como puede ser tener una diferencia superior al 0.3% del cargamento total real (aplicando el VEF), una vez finalizada la operativa.

Además, se han señalado los procedimientos para llevar a cabo la operativa con la mayor seguridad posible, en los cuales es esencial que cada tripulante conozca sus funciones y lleve los EPIs (Equipo de Protección Individual). Luego, se ha profundizado en la limpieza pues es la operación más peligrosa en un buque tanque. En ella se ha hecho hincapié en el método que se lleva a cabo a bordo del Dácil, además de explicar las peculiaridades de los Anexos I y II en la operativa de acuerdo con el Convenio MARPOL.

En conclusión, se ha intentado abordar las principales tareas llevadas a cabo a bordo así como la importancia de tener un conocimiento básico de los equipos y del funcionamiento de un buque tanque.

Conclusions

An attempt has been made to provide the reader with an idea of chemical tankers, specifically the Dácil tanker, on the elements and versatility they possess to operate in ports around the world. This ship, being of the “coastal tanker” type (vessel with a length of up to 205 m) can dock even in small ports in developing countries and thanks to its crane on deck, it can lift the loading / unloading hoses of ports that do not have of loading arms.

Among the objectives, one has been to treat in detail the collection of information on the products, since the ship must be prepared for it, making a loading plan, taking into account the minimum requirements that the ship must meet according to the IBC, the cleaning procedure carried out and product compatibility. In turn, the entire crew must have a knowledge of the risks of the cargo. This implies that a meeting is held to explain the safety data sheet of the product and the way in which the operations will be carried out.

Another objective has been to detail the exchange of information, on the one hand, the "pre-arrival" to plan the arrival of the ship and everything that includes its stay. And, on the other hand, "pre-transfer" information exchange because it is of great importance that all parties, this means, the ship, the terminal and the surveyors, understand the procedure that will be followed during the operation to avoid problems during the operation. In the latter, quantities and densities are confirmed to avoid setbacks when settling, such as having a difference of more than 0.3% of the total cargo on board (applying the VEF), once the operation is completed.

In addition, procedures have been indicated to carry out the operation as safely as possible, in which it is essential that each crew member know their functions and wear PPE (Personal Protective Equipment). Then, the tank cleaning procedure has been deepened as it is the most dangerous operation on a tanker. It has emphasized the method carried out on board the Dácil, in addition to explaining the peculiarities of Annexes I and II in accordance with the MARPOL Convention.

In conclusion, an attempt has been made to address the main tasks carried out on board as well as the importance of having a basic knowledge of the equipment and operation of a tanker.

Bibliografía

- AS, K. M. (2012). *Kongsberg K-Chief 500 Automation System Operator Manual* . Kongsberg Maritime AS.
- Compressors, D. (s.f.). *DENO DN2-800 Nitrogen Generator* .
- Internacional, O. M. (2017). *MARPOL, edición refundida de 2017* (Sexta ed.). Londres: Organización Marítima Internacional.
- Internacional, O. M. (2018). *Código IGS, Código Internacional de Gestión de la Seguridad y directrices para su implantación* (Quinta ed.). Londres : Organización Marítima Internacional.
- Internacional, O. M. (2018). *Código IMDG, Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas Volumen 2* (2018 ed.). Londres : Organización Marítima Internacional .
- International, O. (s.f.). *ODME SYSTEMS, Cleantrack 1000 Operations and Technical Manual*. Helsinki , Finland : OPTEC-International Ltd.
- London, I. C., & Oil Companies International Marine Forum . (2020). *ISGOTT, International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals* (Sixth ed.). Scotland : Wither by Publishing Group Ltd .
- MARFLEX, Functional description Cargo Control System BackUp*. (2009). PCS Global automation .
- Organization, I. M. (1990). *Inert Gas Systems* (Third ed.). London: Internation Maritime Organization.
- Organization, I. M. (2018). *Ballast Water Management Convention and BWMS Code, with guidelines for implementation* (2018 ed.). London : Internation Maritime Organization .
- Organization, I. M. (2018). *MARPOL, Anexo VI y código NOx 2008 y directrices para la implantación* (Cuarta ed.). Londres: Internation Maritime Organization.
- Organization, I. M. (2020). *IBC Code, International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk* (Sixth ed.). London: International Maritime Organization.
- Organization, I. M. (2020). *SOLAS, Safety of Life at Sea* (Seventh ed.). London : Internation Maritime Organization .
- Polarmarine. (s.f.). *Polar Jet PJ15 Instruction Manual* .
- S.L.U., D. M. (2019). *Sistema de Gestión Integrado Rev. 035 de DIMA* . Distribuidora Marítima Petrogas S.L.U. .

S.L.U., D. M. (s.f.). Manual de Procedimientos del Buque. España : Distribuidora Marítima Petrogas S.L.U. .

Shipping, I. C. (2014). *Tanker Safety Guide Chemicals* (Fourth Edition ed.). London: Maritime International Secretariat Services Limited .

Sistema de Muestreo de Gas Salwico SW2020, manual de usuario (17 ed.). (2012). Gotemburgo , Suecia : Consilium MArine & Safety AB.

Verwey, D. A. (s.f.). *Dr. Verwey´s Tank Cleaning Guide* (Ninth ed.). (C. Bruhn , & J. Kämmele , Edits.) Germany: ChemServe GmbH.

Anexos

01.- Anexo I. Parte 3- Lista de mercancías peligrosas, disposiciones especiales y excepciones.

02.- Anexo II. Resumen de Prescripciones mínimas, capítulo 17 Lista de productos

03.- Anexo III. Resumen de Prescripciones mínimas, capítulo 17.

04.- Anexo IV. Tabla de incompatibilidades de USCGC.

Cisternas portátiles y contenedores para graneles			FEm	Estiba y manipulación	Segregación	Propiedades y observaciones	Nº ONU
(12)	Instrucciones cisternas (13) 4.2.5 4.3	Disposiciones (14) 4.2.5					
-	-	-	F-D, S-U	Categoría B SW2	-	Contienen normalmente mezclas de butano y propano licuados, en proporciones variables, y se los utiliza con hornillos de campaña, etc.	2037
-	T7	TP2	F-A, S-A	Categoría A	-	Inmiscibles con el agua. Una de las calidades comerciales consistente en una mezcla de los isómeros 2,4-, 3,4- y 3,5- es un líquido aceitoso.	2038
-	-	-	F-D, S-U	Categoría E SW2	-	Tóxicos en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación.	2044
-	T4	TP1	F-E, S-D	Categoría E SW2	-	Hidrocarburo gaseoso inflamable. Límites de explosividad: 1,4 % a 7,2 %. Más pesado que el aire (2,48).	2045
-	T2	TP1	F-E, S-D	Categoría A	-	Líquido incoloro, con un característico olor acre. Punto de inflamación: -24 °C v.c. Límites de explosividad: 1 % a 12 %. Inmiscible con el agua.	2046
-	T4	TP1	F-E, S-D	Categoría B	-	Líquidos incoloros, con un olor aromático. Inmiscibles con el agua. Límites de explosividad: 0,7 % a 5,6 %.	2047
-	T2	TP1	F-E, S-D	Categoría A	-	Líquidos incoloros o amarillentos, con un olor dulzón. Límites de explosividad: 5 % a 14 %. Inmiscibles con el agua. Irritantes para la piel, los ojos y las mucosas.	2047
-	T2	TP1	F-E, S-D	Categoría A	-	Véase la entrada anterior.	2048
-	T2	TP1	F-E, S-D	Categoría A	-	La sustancia pura se presenta en forma sólida cuyo punto de fusión es de 34 °C. Punto de inflamación: 26 °C a 38 °C v.a. El producto comercial se presenta en forma líquida. Inmiscible con el agua. Perjudicial en caso de ingestión.	2049
-	T4	TP1	F-E, S-D	Categoría B	-	Líquido incoloro. Punto de inflamación: 49 °C a 56 °C v.c. Inmiscible con el agua. El producto comercial es una mezcla de isómeros.	2050
-	T7	TP2	F-E, S-C	Categoría A	SG35	Líquidos incoloros. Punto de inflamación: -18 °C a 21 °C v.c. Límites de explosividad: 0,8 % a 4,8 %. Inmiscibles con el agua.	2051
-	T2	TP1	F-E, S-E	Categoría A	-	Líquido inflamable, incoloro, con olor a pescado. Punto de inflamación: 31 °C v.a. Miscible con el agua. Causa quemaduras en la piel, los ojos y las mucosas.	2052
-	T2	TP1	F-E, S-D	Categoría A	-	Líquido incoloro, con olor a limón. Punto de inflamación: 43 °C v.c. Límites de explosividad: 0,7 % a 6,1 %. Inmiscible con el agua.	2053
-	T10	TP2	F-E, S-C	Categoría A	-	Líquido incoloro. Punto de inflamación: 41 °C v.c. Límites de explosividad: 1 % a 5,5 %. Miscible con el agua. Perjudicial en caso de inhalación.	2054
-	T2	TP1	F-E, S-D	Categoría C SW1	-	Líquido incoloro, con olor a pescado. Punto de inflamación: 38 °C v.a. Límites de explosividad: 2 % a 11,2 %. Miscible con el agua. Perjudicial en caso de contacto con la piel o de inhalación. Corrosivo para la piel, los ojos y las mucosas.	2055
-	T4	TP1	F-E, S-D	Categoría B	-	Líquido aceitoso, incoloro. Punto de inflamación: 32 °C v.c. Límites de explosividad: 1,1 % a 6,1 %. Inmiscible con el agua. Irritante para la piel, los ojos y las mucosas.	2056
-	T4	TP2	F-E, S-D	Categoría B	-	Líquido incoloro, con olor a éter. Punto de inflamación: por debajo de -18 °C v.c. Límites de explosividad: 1,5 % a 12 %. Miscible con el agua.	2057
-	T2	TP2	F-E, S-D	Categoría A	-	Líquido incoloro. Inmiscible con el agua.	2057
-	-	-	-	-	-	Véase la entrada anterior.	2057

Parte 3 - Lista de mercancías peligrosas, disposiciones especiales y excepciones

3

LISTA

Nº ONU	Nombre de expedición	Clase o división	Peligro(s) secundario(s)	Grupo de embalaje/envase	Disposiciones especiales	Disposiciones relativas a las cantidades limitadas y exceptuadas		Embalaje/envasado		RIG	
						Cantidades limitadas	Cantidades exceptuadas	Instrucciones	Disposiciones	Instrucciones	Disposiciones
(1)	(2) 3.1.2	(3) 2.0	(4) 2.0	(5) 2.0.1.3	(6) 3.3	(7a) 3.4	(7b) 3.5	(8) 4.1.4	(9) 4.1.4	(10) 4.1.4	(11) 4.1.4
2037	RECIPIENTES PEQUEÑOS QUE CONTIENEN GAS (CARTUCHOS DE GAS) sin dispositivo de descarga, irrellenables	2	-	-	191 277 303 344	Véase DE 277	E0	P003	PP17	-	-
2038	DINITROTOLUENOS LIQUIDOS	6.1	- P	II	-	100 ml	E4	P001	-	IBC02	B20
2044	2,2-DIMETILPROPANO	2.1	-	-	-	0	E0	P200	-	-	-
2045	ALDEHIDO ISOBUTÍLICO (ISOBUTIRALDEHIDO)	3	-	II	-	1 l	E2	P001	-	IBC02	-
2046	CIMENOS	3	- P	III	-	5 l	E1	P001 LP01	-	IBC03	-
2047	DICLOROPROPENOS	3	-	II	-	1 l	E2	P001	-	IBC02	-
2047	DICLOROPROPENOS	3	-	III	223	5 l	E1	P001 LP01	-	IBC03	-
2048	DICICLOPENTADIENO	3	-	III	-	5 l	E1	P001 LP01	-	IBC03	-
2049	DIETILBENCENO	3	-	III	-	5 l	E1	P001 LP01	-	IBC03	-
2050	COMPUESTOS ISOMÉRICOS DE DIISOBUTILENOS	3	-	II	-	1 l	E2	P001	-	IBC02	-
2051	2-DIMETILAMINOETANOL	8	3	II	-	1 l	E2	P001	-	IBC02	-
2052	DIPENTENO	3	- P	III	-	5 l	E1	P001 LP01	-	IBC03	-
2053	METILISOBUTILCARBINOL	3	-	III	-	5 l	E1	P001 LP01	-	IBC03	-
2054	MORFOLINA	8	3	I	-	0	E0	P001	-	-	-
2055	ESTIRENO MONÓMERO ESTABILIZADO	3	-	III	386	5 l	E1	P001	-	IBC03	-
2056	TETRAHIDROFURANO	3	-	II	-	1 l	E2	P001	-	IBC02	-
2057	TRIPROPILENO	3	- P	II	-	1 l	E2	P001	-	IBC02	-
2057	TRIPROPILENO	3	- P	III	223	5 l	E1	P001 LP01	-	IBC03	-

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	j'''	j	k	l	n	o
Sodium hydrosulphide/Ammonium sulphide solution (*)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T4	IIB	No	C	FT	AC	Yes	15.12, 15.15, 15.17, 15.19, 16.6.1, 16.6.2, 16.6.3
Sodium hydrosulphide solution (45% or less) (*)	Z	S/P	3	2G	Cont	Vent or pad (gas)			NF	R	T	No	Yes	15.12, 15.15, 15.19.6, 16.2.9
Sodium hydroxide solution (*)	Y	S/P	3	2G	Open	No			NF	C	No	No	No	15.19, 16.2.6, 16.2.9
Sodium hypochlorite solution (15% or less)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	NF	R	No	No	No	15.17, 15.19.6
Sodium methylate 21-30% in methyl alcohol	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	AC	Yes	15.12, 15.17, 15.19, 16.2.6 (only if >28%), 16.2.9
Sodium nitrite solution	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	No	15.12.3, 15.12.4, 15.19, 16.2.6, 16.2.9
Sodium petroleum sulphonate	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	Yes	15.12.3, 15.12.4, 15.19.6, 16.2.6
Sodium poly(4-vinylacrylate) solutions	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	16.2.9
Sodium silicate solution	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	15.12, 15.17, 15.19, 16.2.9
Sodium sulphate solutions	Z	S	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	16.2.9
Sodium sulphide solution (15% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	15.12, 15.17, 15.19, 16.2.9
Sodium sulphite solution (25% or less)	Y	S/P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	15.19.6, 16.2.9
Sodium thiocyanate solution (56% or less)	Y	S/P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	15.19.6, 16.2.9
Soyabean oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	15.19.6, 16.2.6, 16.2.7, 16.2.9
Soybean Oil Fatty Acid Methyl Ester	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	15.19.6, 16.2.9
Styrene monomer	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	ABC	No	15.12, 15.13, 15.17, 15.19.6, 16.6.1, 16.6.2
Sulphohydrocarbon (C ₃ -C ₈)	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	15.19.6, 16.2.6, 16.2.9
Sulpholane	Y	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	15.19.6, 16.2.9
Sulphur (molten) (*)	Z	S	3	1G	Open	Vent or pad (gas)	T3		Yes	O	FT	No	No	15.10, 16.2.9
Sulphuric acid	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	15.11, 15.12, 15.16.2, 15.17, 15.19, 16.2.9
Sulphuric acid, spent	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	15.11, 15.12, 15.16.2, 15.17, 15.19

Capítulo 17

Resumen de prescripciones mínimas

17.1 Las mezclas de sustancias nocivas líquidas que sólo presenten riesgos de contaminación y que hayan sido clasificadas, provisionalmente o no, conforme a lo dispuesto en la regla 6.3 del Anexo II del Convenio MARPOL, podrán transportarse con arreglo a las prescripciones del Código aplicables a la correspondiente entrada en el presente capítulo para las sustancias nocivas líquidas no especificadas en otra parte (n.e.p.).

17.2 NOTAS ACLARATORIAS

Nombre del producto (columna a)	El nombre del producto se usará en el documento de embarque para cualquier carga que se presente para transportarse a granel. Después del nombre del producto, se podrá añadir una denominación secundaria entre corchetes. En determinados casos, los nombres de los productos no son idénticos a los que aparecen en las ediciones anteriores del Código.
Número ONU (columna b)	<i>Suprimida</i>
Categoría de contaminación (columna c)	Las letras X, Y o Z indican la categoría de contaminación asignada a cada producto con arreglo a lo dispuesto en el Anexo II del Convenio MARPOL.
Riesgos (columna d)	La letra «S» significa que el producto se ha incluido en el Código debido a que entraña riesgos para la seguridad, la letra «P» significa que el producto se ha incluido en el Código debido a que entraña riesgos de contaminación, y las letras «S/P» significan que el producto se ha incluido en el Código debido a que entraña riesgos desde el punto de vista de la seguridad y de la contaminación.
Tipo de buque (columna e)	1: tipo de buque 1 (2.1.2.1) 2: tipo de buque 2 (2.1.2.2) 3: tipo de buque 3 (2.1.2.3)
Tipo de tanque (columna f)	1: tanque independiente (4.1.1) 2: tanque estructural (4.1.2) G: tanque de gravedad (4.1.3) P: tanque de presión (4.1.4)
Respiración de los tanques (columna g)	Cont.: respiración controlada Abierta: respiración abierta
Control ambiental de los tanques (columna h)	Inerte: inertización (9.1.2.1) Relleno aislante: líquido o gas (9.1.2.2) Seco: secado (9.1.2.3) Ventilado: ventilación natural o forzada (9.1.2.4) No: no se especifican prescripciones especiales en el presente código

Equipo eléctrico (columna i)	Categorías térmicas (i')	T1 a T6 - en blanco	no se especifican prescripciones indica que no hay información
	Grupo de aparatos (i'')	IIA, IIB o IIC - en blanco	no se especifican prescripciones indica que no hay información
	Punto de inflamación (i''')	Sí: No: NF:	punto de inflamación superior a 60 °C (10.1.6) punto de inflamación no excede de 60 °C (10.1.6) producto ininflamable (10.1.6)
Dispositivos de medición (columna j)	O: R: C:	dispositivo abierto (13.1.1.1) dispositivo de paso reducido (13.1.1.2) dispositivo cerrado (13.1.1.3)	
Detección de vapor (columna k)	F: T: No:	vapores inflamables vapores tóxicos no se especifican prescripciones especiales en el presente código	
Prevención de incendios (columna l)	A: B: C: D: No:	espuma resistente al alcohol o espuma para usos múltiples espuma corriente, que comprende todas las espumas que no sean del tipo resistente al alcohol, incluidas la fluoroproteína y la espuma de película acuosa aspersión de agua productos químicos secos no se especifican prescripciones especiales en el presente código	
Materiales de construcción (columna m)	<i>Suprimida</i>		
Equipo de emergencia (columna n)	Sí: No:	véase 14.3.1 no se especifican prescripciones especiales en el presente código	
Prescripciones específicas y operacionales (columna o)		Cuando se haga referencia específica a los capítulos 15 y/o 16, estas prescripciones se agregarán a las prescripciones correspondientes a cualquier otra columna.	

CARGO COMPATIBILITY CHART (per USCG 46 CFR part 150)	REACTIVE GROUPS	Non-Oxidizing Min. Acids	Sulfuric Acid	Nitric Acid	Organic Acids	Caustics	Ammonia	Aliphatic Amines	Alkanolamines	Aromatic Amines	Amides	Organic Anhydrides	Isocyanates	Vinyl Acetate	Acrylates	Substituted Allyls	Alkylene Oxides	Epichlorohydrin	Ketones	Aldehydes	Alcohols, Glycols	Phenols, Cresols	Caprolactum Solution
	REACTIVE GROUPS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
REACTIVE GROUPS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Non-Oxidizing Mineral Acids	1		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x		o	o		
Sulfuric Acid	2	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nitric Acid	3		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Organic Acids	4		x			x	x	x	x	o			x				x	x				o	
Caustics	5	x	x	x	x		o	o				x	x		o	o	x	x	o	x	⊗	x	x
Ammonia	6	x	x	x	x	o					x	x	x	x	o		x	x		x			
Aliphatic Amines	7	x	x	x	x	o						x	x	x	x	x	x	x	⊗	x	⊗	⊗	x
Alkanolamines	8	x	x	x	x							x	x	x	x	⊗	x	x	o	x			
Aromatic Amines	9	x	x	x	o							x	x							x			
Amides	10	x	x	x			x						x						o			x	
Organic Anhydrides	11	x	x	x		x	x	x	x													o	
Isocyanates	12	x	x	x	x	x	x	x	x	x					o	o			o	o	x		x
Vinyl Acetate	13	x	x	x			x	x	x														
Acrylates	14		x	x		o	o	x	x				o										
Substituted Allyls	15		x	x		o		x	⊗				o										
Alkylene Oxides	16	x	x	x	x	x	x	x	x													o	
Epichlorohydrin	17	x	x	x	x	x	x	x	x													o	
Ketones	18		x	x		o		⊗	o		o		o										
Aldehydes	19	o	x	x		x	x	x	x	x			o									o	
Alcohols, Glycols	20	o	x	x	o	⊗		⊗				o	x				o	o			o	o	o
Phenols, Cresols	21		x	x		x		⊗			x											o	
Caprolactum Solution	22		x			x		x					x									o	
CARGO GROUPS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Olefins	30	o	x	x		o	o	o	o														
Paraffins	31																						
Aromatic Hydrocarbons	32		o	x																			
Misc. Hydrocarbon Mixtures	33			x																			
Esters	34	o	⊗	x	o	o							o								o		
Vinyl Halides	35			x																			x
Halogenated Hydrocarbons	36	o	o	o	o	o		o					o										
Nitriles	37		x																				
Carbon Disulfide	38							x	x														
Sulfolane	39																						
Glycol Ethers	40		x										x										
Ethers	41	o	x	x	o																		
Nitrocompounds	42					x	x	x	x	x													
Misc. Water Solutions	43	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	x										

x : Incompatible Groups ⊗ : Incompatible Groups with Exceptions * o : Compatible Groups with Exceptions *
 Visit <http://www.milbros.com/uscgexceptions> for full list of exceptions * see 46 CFR Part 150

Permiso de divulgación del Trabajo Final de Grado

El alumno **Cindy Deike**, autor del trabajo final de Grado titulado “**Familiarización y operativa del B/T Dácil**”, y tutorizado por el/los profesor/es **José Agustín González Almeida**, a través del acto de presentación de este documento de forma oficial para su evaluación (registro en la plataforma de TFG), manifiesta que **PERMITE** la divulgación de este trabajo, una vez sea evaluado, y siempre con el consentimiento de su/s tutor/es, por parte de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, del Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima, y de la Universidad de La Laguna, para que pueda ser consultado y referenciado por cualquier persona que así lo estime oportuno en un futuro.

Esta divulgación será realizada siempre que ambos, alumno y tutor/es del Trabajo Final de Grado, den su aprobación. Esta hoja supone el consentimiento por parte del alumno, mientras que el profesor, si así lo desea, lo hará constar en futuras reuniones, una vez finalizado el proceso de evaluación del mismo.

Nota: Este documento será obligatorio presentarlo como última hoja del documento final del TFG.