

ULL

Universidad
de La Laguna

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
SECCIÓN DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA
NAVAL

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Título:

OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA EN EL B/Q TINERFE

Titulación: GRADO EN NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO

Alumno: ALFONSO FORTUNY GONZÁLEZ

Directores: D. JOSE AGUSTÍN GONZÁLEZ ALMEIDA
D. JUAN I. GÓMEZ GÓMEZ

Junio 2017



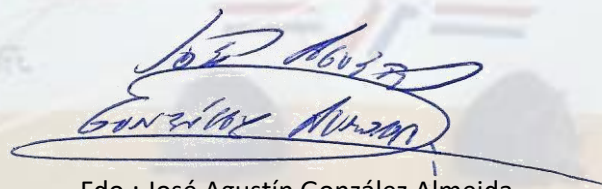
D. José Agustín González Almeida, Profesor Asociado del Área de Conocimiento de Construcciones Navales, perteneciente al Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna certifica que:

D. Alfonso Fortuny González, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: "OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA EN EL B/Q TINTERFE".

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

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

En Santa Cruz de Tenerife a 10 de junio de 2017.



The image shows a handwritten signature in blue ink, which appears to read "José Agustín González Almeida". The signature is written over a faint background image of a ship's hull with the text "NO SMOKING" and "IMO 9111111".

Fdo.: José Agustín González Almeida.

Director del trabajo.



D. Juan I. Gómez Gómez, Profesor Titular del Área de Conocimiento de Ciencias y Técnicas de la Navegación, perteneciente al Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna certifica que:

D. Alfonso Fortuny González, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: "OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA EN EL B/Q TENERFE".

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

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

En Santa Cruz de Tenerife a 10 de junio de 2017.



Fdo.: Juan I. Gómez Gómez.

Director del trabajo.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	9
2. DESCRIPCIÓN GENERAL Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BUQUE	10
3. ELEMENTOS DE CARGA Y DESCARGA.....	17
3.1 TANQUES DE CARGA	17
3.2 LINEAS DE CARGA.....	20
3.3 COLECTORES Y MANIFOLD	21
3.4 BOMBAS DE DESCARGA	24
3.5 SISTEMA FRAMO	26
3.6 SONDA-RADAR, SENSORES DE PRESIÓN Y SENSORES DE TEMPERATURA.....	28
3.7 ALARMA DE ALTO NIVEL(HI) Y DE MUY ALTO NIVEL (HI-HI)	29
3.8 VAPOUR LOCK	30
3.9 VÁLVULAS DE PRESIÓN / VACÍO.....	30
3.10 VÁLVULAS DE N2	32
3.11 SISTEMA DE NITRÓGENO	33
3.12 CONTROL DE CARGA	38
3.12.1 CALCULADOR DE CARGA Y ESFUERZOS.....	38
3.12.2 PANTALLA DE MONITORIZACIÓN CONTINUA	42
3.12.3 VÁLVULAS DE DESCARGA Y DE LASTRE	43
3.12.4 PANEL DE ALARMAS DE ALTO NIVEL Y MUY ALTO NIVEL	45
3.12.5 REPETIDORES DE AMPERAJE DE LOS MOTORES AUXILIARES.	45
4. MEDIOS DE LASTRE	46
4.1 TANQUES DE LASTRE Y BOMBAS DE LASTRE	46
4.2 BOMBAS CONTRAINCENDIOS	47
4.3 SENSORES DE SONDA DE LASTRE	48
5. MEDIOS DE LIMPIEZA	51
5.1 CAÑONES DE LIMPIEZA SCANJET	53
5.2 PROCEDIMIENTO OPERACIONAL DE LIMPIEZA DE TANQUES	55
6. PROCEDIMIENTO DE CARGA	57
7. PROCEDIMIENTO DE DESCARGA.....	65
8. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA	69
9. DOCUMENTOS DE LA CARGA REUNIÓN INICIAL Y FINAL	76
10. DOCUMENTOS DE LA DESCARGA: REUNIÓN INICIAL Y FINAL.....	78
11. BIBLIOGRAFÍA	80



1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, refleja mi etapa como alumno de puente en el buque petroquímico Tinerfe, tras ocho meses ininterrumpidos de prácticas.

En cuanto al contenido del trabajo, me centraré básicamente en las operaciones de carga y descarga del buque, así como un estudio más detallado de los equipos que lo componen, procedimientos a llevar a cabo, seguridad durante las operaciones o documentos más destacados. Para ello, me basaré en el viaje "voy EB1707", que se corresponde con la carga en la terminal de REPSOL en Cartagena y la posterior descarga en la terminal de ASES A en Tarragona.

En primer lugar, comenzaré con una breve descripción de las especificaciones técnicas del buque. Posteriormente, explicaré de forma más detallada los elementos que componen los diferentes equipos utilizados en las operaciones de carga y descarga del propio buque. Finalmente, expondré los procedimientos y protocolos de seguridad a llevar a cabo durante las operaciones.

El buque petroquímico Tinerfe, propiedad de la Naviera Canaria Distribuidora Marítima Petrogás S.L.U.(DIMA), brazo naval de DISA, y, actualmente fletado por la Compañía Logística de Hidrocarburos de España (CLH), cuya principal actividad consiste en el transporte de mercancías clase IMO III (productos inflamables) en el Mar Mediterráneo, fundamentalmente gasolinas, gasóleos y carburantes de aviación.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BUQUE

El B/Q Tinterfe , es un buque petroquímico construido en los astilleros coreanos SAMHO SHIPBUILDING en el año 2009. En un primer momento, el buque llegó a llamarse M/T SAMHO FREEDOM hasta que en el mismo año pasó a formar parte de la flota de la Naviera Canaria Distribuidora Marítima Petrogás S.L.U., cambiando su nombre por B/Q Tinterfe. El nuevo nombre, el cual se conserva en la actualidad, hace referencia a *Tinterfe el Grande, último mencey guanche de toda la isla de Tenerife antes de su posterior división en nueve menceyatos*.

El buque tiene unas dimensiones de 144,06 m de eslora total, una manga total de 22,60 m y un puntal, desde la quilla al tope, de 39,86 m. Posee un calado máximo de verano en el medio de 9,214 m y de invierno 9,022m. En cuanto al tonelaje, tiene 5.263 Tm de registro neto, 11.290 Tm de registro bruto y un peso muerto de 17.540,097 Tm.

El buque está construido con doble casco, que se extiende tanto a la zona de tanques de carga como de los de combustible. Asimismo, dispone de 15 tanques de carga y un tanque para lavazas, llamado SLOP de babor. Por un lado, tiene siete parejas de tanques de carga, a babor y a estribor, desde la proa hacia la popa designados de la siguiente forma: TC1BE, TC2BE, TC3BE, TC4BE, TC5BE, TC6BE y TC7BE. Por otro lado, también se utiliza el tanque de SLOP de estribor para la carga. En total, el buque tiene una capacidad de carga de 18.252m³.

Además, también dispone de 14 tanques de lastre agrupados en 7 parejas de la misma forma que los tanques de carga, a babor y a estribor, designados de proa a popa por: TL1BE, TL2BE, TL3BE, TL4BE, TL5BE, TL6BE y TL7BE. Estos dos últimos, no suelen utilizarse normalmente, a no ser que la estabilidad lo requiera. Por otra parte, comentar que es posible una conexión de la línea de lastre con el colector de babor, que, a través del mismo permite alinear los tanques de carga, dando la posibilidad de lastrarlos en caso de requerir una mayor estabilidad o en un caso de emergencia.

Desde el control de carga, situado en la cubierta de toldilla, es posible controlar gran parte del sistema de carga/descarga y de lastre de una forma remota. Entre los equipos más importantes destacan: una unidad de FRAMO para las bombas, control remoto para las válvulas de descarga, control remoto para las válvulas de lastre, un calculador de carga para la estabilidad, sistema ODME, repetidores de las sondas de los tanques, repetidor del sistema de

nitrógeno y la posibilidad de encender cualquiera de las tres bombas contraincendios que posee el buque.

Dado el peligro de explosión de este tipo de buques, para reducir el nivel de oxígeno (O_2), se cuenta con una planta generadora de gas inerte, que proporciona gas nitrógeno (N_2) a los tanques, hasta que el nivel de de oxígeno sea tan bajo que sea imposible la combustión.

En lo que a la planta propulsora se refiere, el B/Q Tinerfe cuenta con un motor principal MAN B&W 8S 35 MC de 5.950 kW (8.080 HP). Es un motor de cuatro tiempos, con 8 cilindros en línea y turboalimentado, capaz de proporcionar 13 nudos en carga y 14,5 en condición de lastre. Además, dispone de tres motores auxiliares YANMAR de 745 kW cada uno y un generador de emergencia VOLVO PENTA de 160 kW.

Una hélice de paso fijo de cuatro palas, un timón semi compensado y una hélice lateral situada en la proa, completan el equipo propulsor del buque.

A continuación, se muestran fichas técnicas de los datos del buque facilitadas por la empresa, donde se muestran los datos mencionados anteriormente y una especificación más completa.





Distribuidora Marítima Petrogás, S.L.U.
 Avda. Bravo Murillo, 5 - 3º D
 38003 Santa Cruz de Tenerife

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA BUQUE

Buque: TINTERFE (Ex SAMHO FREEDOM) **IMO Nr.:** 9498107

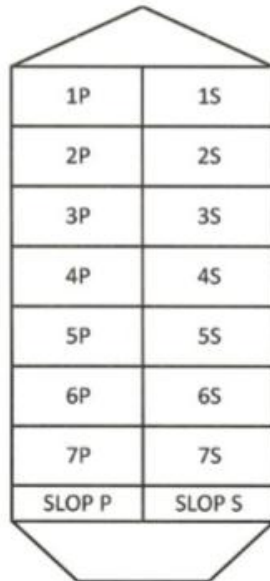
Datos generales 100 A5 ESP IW VEC Chemical Tanker Type-2, Oil Tanker MC AUT INERT CM-PS



Eslora total	144,06 m.
Eslora (perpendiculares)	136,00 m.
Manga de trazado	22,60 m.
Puntal	12,50 m.
Calado	9,20 m.
Arqueo bruto	11.259 GT
Arqueo neto	5.265 NT
Peso muerto	17.539 DWT
Desplazamiento	22.541 T
Velocidad	13 Knots
Fecha construcción	nov-09

Velocidad	Consumo	Motor Propulsor	Motores Auxiliares
13 Kn (carga)	19,27T/d MP + 1,9T/d MA	MAN B&W 8S 35MC (HFO380)	YANMAR (HFO380)
13,6 Kn (lastre)	19,27T/d MP + 1,9T/d MA	5.950 kW 173 rpm	3 x 745 kW x 900 rpm

Tanques de carga



Tanques de carga (98%)	
1P	1.148
1S	1.157
2P	1.271
2S	1.271
3P	1.308
3S	1.308
4P	1.236
4S	1.237
5P	1.458
5S	1.451
6P	1.451
6S	1.458
7P	1.075
7S	1.066
SLP P	354
SLP S	363
Total	18.611
Pintura	Epoxy

Otros datos

Segregaciones	15	Tanque agua técnica	235 m3
Rango de carga	Máx. 1.800 m3/h	Limpieza de tanques	2 máq. (16 m3/h)/tq.
Rango de descarga	Máx. 1.800 m3/h	Bombas de lastre	2x350 m3/h
Sistema inertización	N2 95% 2.250 m3/h	Tanques de lastre	7.599 m3
Bombas carga	FRAMO (de pozo)	Capacidad FO	911 m3
Capacidad	14x300/2x100 m3/h	Capacidad MDO	113 m3
Sistema de calefacción	Cald. vapor 1x14.000 kg/h	Hélice propulsora	Paso fijo 5 palas
Calefacción tanques	Serpentines	Timón	Pala Estándar
Calefacción Slops	Serpentines	Hélice de proa	500 kW

Observaciones

1. GENERAL	
Tipo de buque	OIL/CHEMICAL TANKER (DOUBLE HULL)
Clasificación	Clasificado por el GERMANISCHER LLOYD <u>Notación:</u> 100 A5 ESP IW VEC Chemical Tanker Type-2, Oil Tanker MC AUT INERT CM-PS
Nº IMO	9498107
Eslora total (m)	144,06
Eslora entre perpendiculares (m)	136,00
Manga (trazado) (m)	22,60
Puntal (m)	12,50
Calado (m)	9,20
Arqueo bruto (GT)	11.259
Arqueo neto (NT)	5.265
Peso Muerto (DWT)	17.539
Desplazamiento (T)	22.541
Velocidad (Kn)	13
Fecha construcción	nov-09
P&I	SI

2. CASCO	
SISTEMA CARGA	
Tanque de carga Nº 1 Br.	1.171
Tanque de carga Nº 1 Er.	1.181
Tanque de carga Nº 2 Br.	1.297
Tanque de carga Nº 2 Er.	1.297
Tanque de carga Nº 3 Br.	1.335
Tanque de carga Nº 3 Er.	1.335
Tanque de carga Nº 4 Br.	1.261
Tanque de carga Nº 4 Er.	1.262
Tanque de carga Nº 5 Br.	1.488
Tanque de carga Nº 5 Er.	1.480
Tanque de carga Nº 6 Br.	1.480
Tanque de carga Nº 6 Er.	1.488

Tanque de carga Nº 7 Br.	1.097
Tanque de carga Nº 7 Er.	1.088
Tanque de carga/Slop Br	361
Tanque de carga/Slop Er	370
Capacidad tanques carga 100% (m ³)	18.991
Capacidad tanques carga 98% (m ³)	18.611
Capacidad tq. carga s/slops 98% (m ³)	17.895
Promedio máximo carga (m ³ /h)	1.800
Máxima presión de tanques (bar)	0,23
Máxima capacidad de venteo (m ³ /h)	1.050
Capacidad bombas descarga (m ³ /h)	14 x 300 + 2 x 100
SISTEMA LASTRE	
Capacidad tanques lastre 100% (m ³)	7.599
OTROS TANQUES	
Capacidad F.O. (m ³)	911 m ³ (797 m ³ HFO normal + 114 m ³ HFO bajo S2)
Capacidad D.O. (m ³)	113
Capacidad agua dulce servicios (m ³)	232
Capacidad agua dulce limpieza tanques carga (m ³)	235

3. MEDIOS DE CARGA/DESCARGA	
Bombas de carga	FRAMO 14 x 300 m ³ /h + 2 x 100 m ³ /h (110 mcl dens. 0,8 visc. 1)
Bombas de lastre	FRAMO 2 x 350 m ³ /h (2,5 bar)
Sistema calefacción tanques carga	Serpentines en tanques de carga Serpentines en tanques Slops B/E
Sistema recuperación de gases	SI
Sistema inertización tanques	Nitrógeno 95% 2.250 m ³ /h
Sistema limpieza tanques	2 máquinas fijas lavado por tanque (16 m ³ /h) 8 bar
Calentador agua de baldeo tanques	SI (80°C)
Promedio máx. carga (m ³ /h)	1.800
Promedio máx. descarga (m ³)	1.800
Manifold carga Popa	NO
Número de segregaciones	15
Altura manifold sobre agua	9,25 lastre 5,45 carga

4. EQUIPAMIENTO BUQUE	
Hélice propulsora	Paso fijo 5 palas (Ni-Al-Bronce)
Timón	Pala estándar
Hélice de proa	500 kW
5. SISTEMA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL	
Doble casco en tanques carga (13G)	SI
Doble casco taqs. Combustible (12A)	SI
Alternador de cola	NO
Calculador de carga	¿Aprobado Sociedad Clasificación? SI ¿Estabilidad intacta y dinámica? SI ¿Estabilidad en avería? SI

6. MOTOR PRINCIPAL Y AUXILIARES	
Motor Principal	MAN B&W 8S 35MC 5.950 kW 173 rpm
Fuel	HFO 380 cSt 179 g/kW h
Motores auxiliares	YANMAR 3 x 745 kW x 900 rpm (193 g/kW h)
Motor de emergencia	VOLVO PENTA 160 kW x 1.800 rpm
Alternador de cola	
Calderas	Vapor 1 x 14.000 kg/h 7 bar (1.082 Kg/h FO full)
Economizador	900 kg/h 7 bar (aliment. gases escape M. Principal)
CONSUMOS	
Carga/descarga F.O.	
Carga/descarga D.O.	3,68 Tm/día // 7,50 Tm/día (sin gas inerte)
Calefacción carga F.O.	1,08 Tm/hora (Carga completa 14 tanques + slops)
Limpieza tanques F.O.	0,9 Tm/hora (a pleno régimen de limpieza)
Navegación cargado F.O.	19,27 Tm/día (MP) + 1,9 Tm/día (MMAA)
Navegación cargado D.O.	
Navegación lastre F.O.	19,27 Tm/día (MP) + 1,9 Tm/día (MMAA)
Navegación lastre D.O.	

7. EQUIPO DE CONTROL DE LA NAVEGACIÓN Y SEGURIDAD	
Inventario equipos navegación	(1) Navtex (1) Course recorder (1) Magnetic Compass (1) Gyro Compass (1) Echo Sounder (1) Speed Log (1) VDR (1) ECDIS (3) GPS (2) Radar ARPA (1) Wind speed & direction
Inventario equipos radioeléctricos	(2) VHF (2) INMARSAT C (1) INMARSAT F (Fleet 77) (1) MF/HF SSB RADIO TELEP (2) EPIRB (1) AIS (1) GMDSS CONSOLE (3) VHF Portable (1) LRIT



3. ELEMENTOS DE CARGA Y DESCARGA

En este apartado se detallarán de una forma más específica y técnica los elementos que componen el equipo de carga y descarga del B/Q Tinterfe, así como una posterior descripción de los procedimientos de trabajo para ejecutar unas operaciones seguras.

El petroquímico cuenta con un sistema de carga y descarga dependiendo del tipo de producto que cargue. De forma habitual, transporta productos limpios, es decir, aquellos derivados del petróleo que tienen una densidad inferior a 0,9. Sin embargo, el buque también se encuentra totalmente equipado con un sistema de calefacción destinado al transporte de productos sucios, como puede ser el caso del fuel oil. Hay que tener un especial cuidado con los productos limpios, pues tienen un *flash point* inferior al de los productos sucios, aumentando así su peligrosidad de ignición cuando tienen una fuente de calor cercana.

Por otro lado, existen productos limpios cuyo *flash point* permite cargarlos al lado de tanques que emitan calor, por ejemplo, el gas oil y el diesel oil.

Si es un producto sucio, que es un derivado del petróleo que posee una alta densidad y en consecuencia una alta viscosidad, se requiere utilizar medios de calefacción para su transporte o como mínimo, para su carga y descarga.

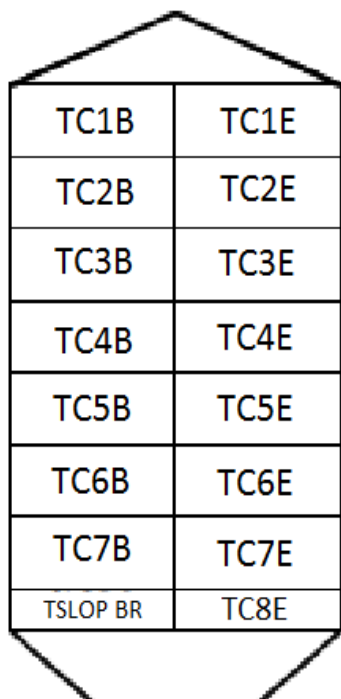
En adelante, se definirán los principales elementos más importantes a tener en cuenta durante unas operaciones.

3.1 TANQUES DE CARGA

El B/Q Tinterfe cuenta con 15 tanques de carga y un SLOP destinado para lavazas, cada uno con su propia bomba sumergida para realizar la descarga. Siete tanques a cada banda, babor y estribor, separados por mamparos longitudinales en la línea de crujía. La separación entre los mamparos transversales, que también son corrugados, es variable, configurando tanques de distintos tamaños y capacidades. Los tanques se han construido de tal forma que en su interior no se encuentra ningún refuerzo, pues los refuerzos de los costados están situados en el interior de los tanques laterales de lastre y los refuerzos de cubierta se sitúan sobre la misma, en el exterior. Los tanques están distribuidos de la siguiente forma: TC1BE, TC2BE, TC3BE,

TC4BE, TC5BE, TC6BE y TC7BE. Además, un tanque de menores dimensiones que el resto de carga, denominado TC8E, el cual se sitúa en la banda contraria que el SLOP Br.

A continuación, se muestra la distribución de tanques en el siguiente esquema:



Tanques de Carga		Cargado al 95%		Cargado al 98%
TC1B	149	1113.004	116	1148.151
TC1E	149	1122.192	116	1157.630
TC2B	156	1233.951	120	1272.918
TC2E	155	1233.862	119	1272.826
TC3B	158	1269.259	121	1309.341
TC3E	156	1269.149	118	1309.227
TC4B	157	1198.591	120	1236.442
TC4E	157	1198.368	119	1236.211
TC5B	157	1413.647	119	1458.228
TC5E	155	1406.300	118	1450.710
TC6B	157	1406.893	119	1451.321
TC6E	157	1414.243	120	1458.903
TC7B	155	1042.988	118	1075.882
TC7E	156	1033.468	120	1066.104
TC8E	151	351.638	116	362.742
TSLOP BR	152	343.338	117	354.180

Todos los tanques de carga están contruidos en acero *Grade A*. Su interior protegido con dos capas de *Sigma Phentguard Coating*; una capa intermedia de dos componentes, de capa gruesa, basada en resinas epoxi fenólicas, curado con adicto de amina, de 100 micras cada una; y una capa de *SigmaPhentguard Finish*, capa de acabado de dos componentes, de capa gruesa basada en el mismo principio que la anterior. Esto se resume en un espesor de 300 micras.

Las pinturas mencionadas anteriormente, presentan una excelente resistencia a una amplia gana de ácidos orgánicos, alcoholes, aceites comestibles, grasas y disolventes que el buque está autorizado a transportar. Presentan además, una baja absorción de la carga transportada, muy buena resistencia al agua caliente y es un elemento aprobado por la sociedad de clasificación *Germanischer Lloyd* como un producto de control de corrosión.

En el interior de los tanques podemos encontrar:

- Mamparos corrugados de forma longitudinal y transversal que separan los tanques de carga, cuya función principal es dar una mayor resistencia estructural.
- La bajante o caída, una línea (parte izquierda de la imagen) por medio de la cual entra producto al tanque.
- Una bomba sumergible de la marca FRAMO que funciona a través de aceite hidráulico. La bomba aspira el producto de un poceto situado a un nivel inferior que el del fondo del tanque.
- Serpentes de calefacción, sirven para elevar la temperatura del producto que se descargue. En la actualidad no se utiliza, pues los productos que se transportan (gasolinas, gasóleos y keroseno) no requieren calefacción.



Imagen de la estructura interna de un tanque. (Archivo Alfonso Fortuny)

3.2 LINEAS DE CARGA

Todas las líneas de carga son acero inoxidable y se encuentran distribuidas a lo largo de la cubierta principal. La función estructuralmente de las líneas de carga es establecer una conexión entre los colectores y los tanques de carga, para su carga o descarga correspondiente. En la parte central de cada línea de carga, se encuentra la válvula intermedia, una válvula de tipo mariposa y de acero inoxidable, como todas las válvulas que influyen en la carga-descarga. Dichas válvulas se operadas de forma manual.

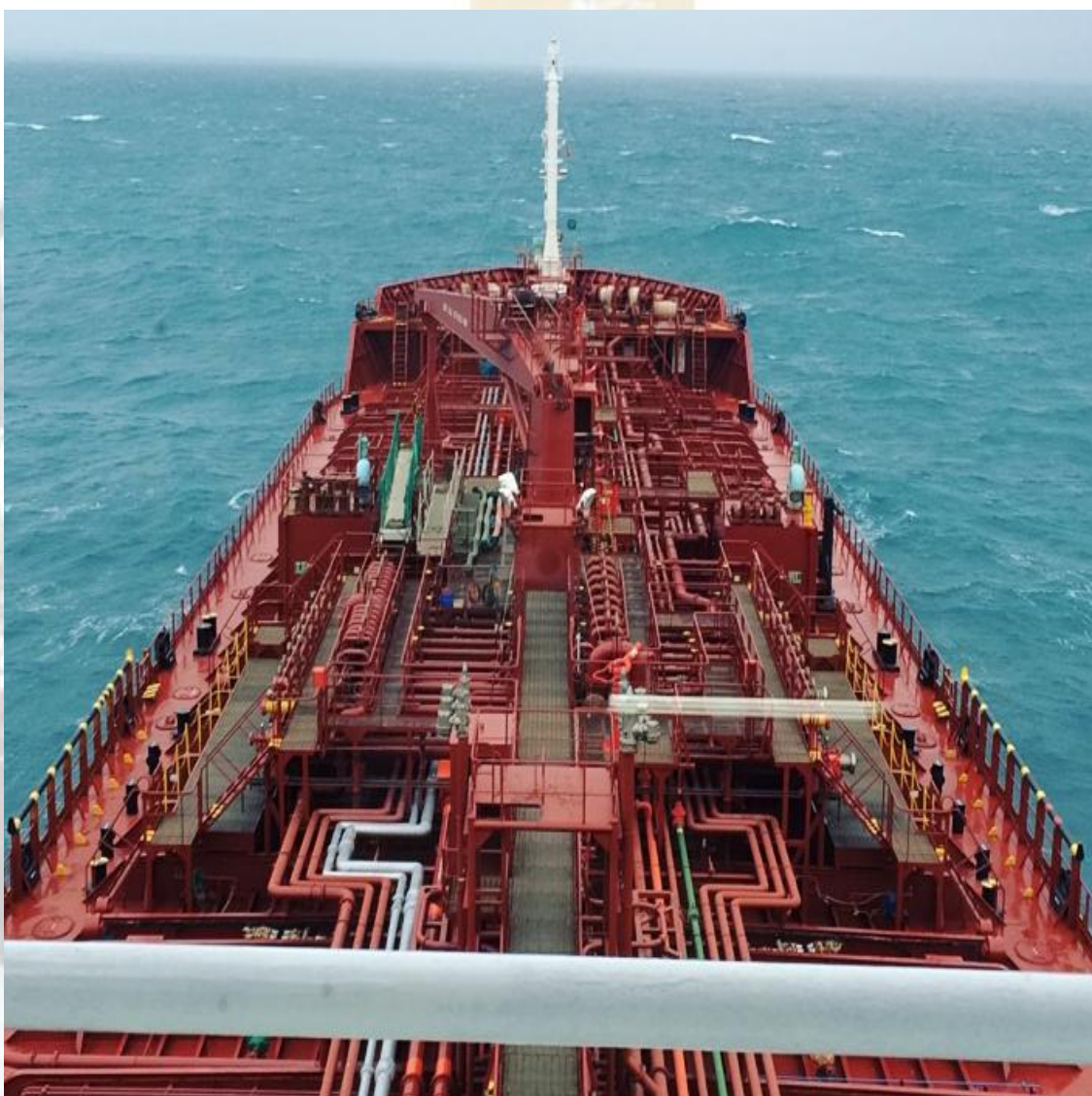


Imagen de los ramales de líneas de carga distribuidas sobre la cubierta principal (Archivo: Alfonso Fortuny).

3.3 COLECTORES Y MANIFOLD

El petroquímico cuenta con 15 segregaciones distintas de 6" de diámetro nominal a cada banda, favoreciendo así la gran versatilidad que tiene el buque para la simultaneidad en las operaciones de carga, siendo posible cargar varios productos a la vez.

A parte posee dos colectores, situados uno a cada banda. El colector de estribor tiene un Manifold de 14" a popa, mientras que el colector de babor tiene un Manifold de 12" a proa. Ambos colectores permiten la posibilidad de acople tanto por babor, como por estribor. Cada línea individual, se comunica con ambos colectores, tanto con el de babor como con el de estribor, mediante dos válvulas denominadas agrupadas. Se utiliza doble válvula para evitar la contaminación entre productos diferentes cuando el buque se encuentre en operaciones. En caso de pérdida de cualesquiera de dichas válvulas, será necesario el uso de bridas ciegas en las comunicaciones de los tanques que no vayan a ser cargados o descargados por el colector correspondiente.

Al igual que los petroleros, las terminales presentan diferencias en sus estructuras. La medida del diámetro nominal de los brazos de carga o de las mangueras varían en función de la terminal. Para ello, el buque dispone de diferentes reducciones, con el fin de adaptar las medidas de los Manifold de cada tanque o de los colectores a las de los brazos de carga o mangueras de la terminal.

Por otro lado, también se posee otros complementos para favorecer la simultaneidad en las operaciones como pantalones, pantalones con "T" o puentes .

En conclusión, es posible cargar el buque por tres vías distintas. La primera, mediante el acople al Manifold particular de cada tanque, cargando únicamente el tanque en cuestión. La segunda, mediante el acople a uno de los colectores y su posterior alineado con los tanques que se quiera cargar. Y la última, mediante el acople al Manifold particular de un tanque por la banda del atraque y colocando un pantalón o manguera con el tanque o los tanques que se quiera alinear por la banda contraria al atraque.

En el siguiente esquema se representa la disposición de válvulas agrupadas de todos los tanques de carga en el manifold y la conexión de dichos tanques con los colectores.

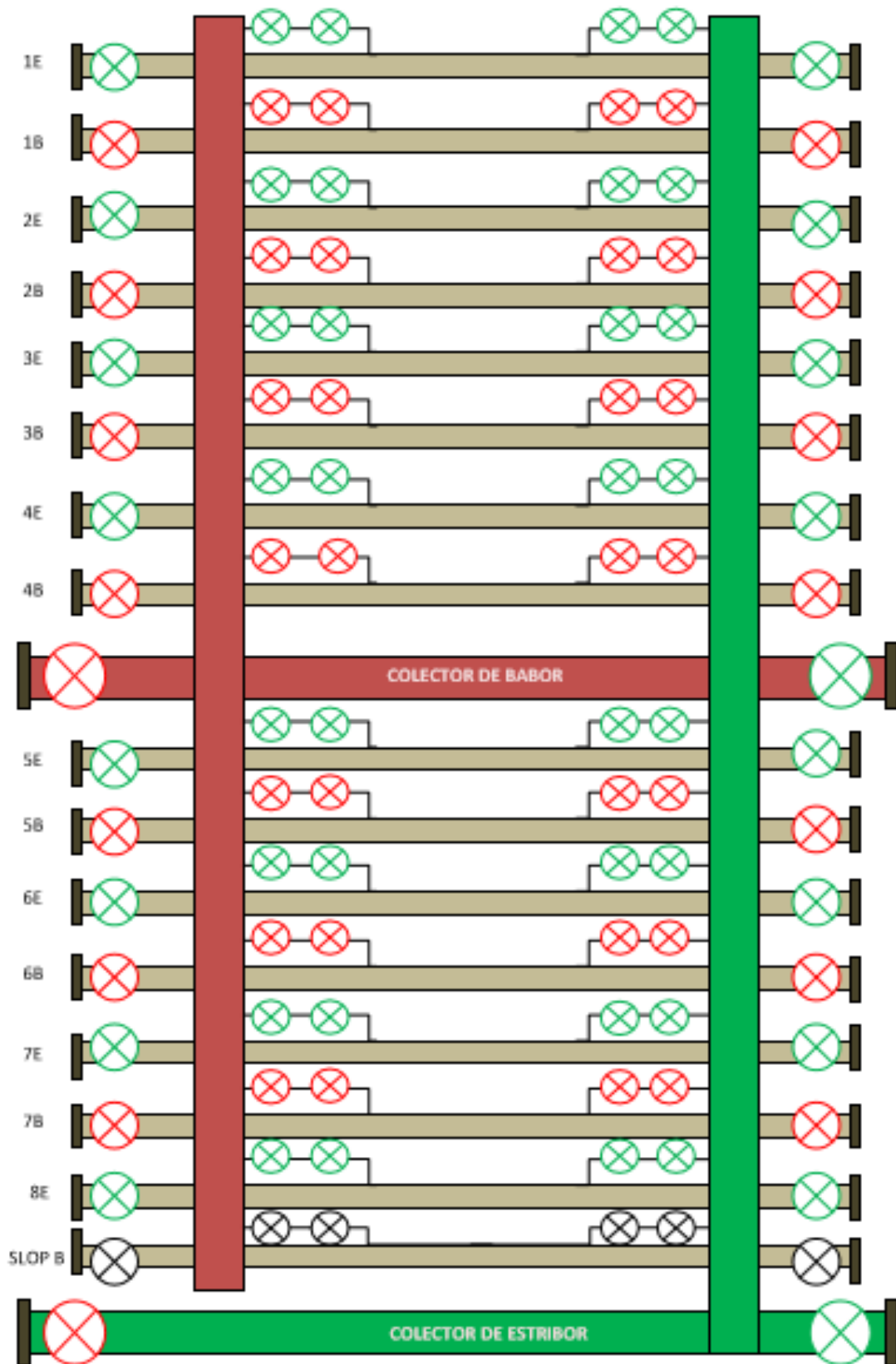




Imagen del colector de babor, con las agrupadas de cada tanque. (Archivo: Alfonso Fortuny)



Acople de brazos de carga en la terminal de CLH de Palma de Mallorca. (Archivo Alfonso Fortuny)

3.4 BOMBAS DE DESCARGA

Las bombas de descarga son de vital importancia a bordo de un buque tanque. Deben estar en condiciones de poder trabajar al máximo caudal, pues de ello depende la duración de la descarga y por tanto el tiempo de estancia en puerto, con todos los gastos que ello conlleva.

Es necesario un conocimiento adecuado de las características y limitaciones de las bombas, para poder llevar a cabo un buen uso y correcto mantenimiento que alargará la vida de las mismas, evitando de esta forma averías que acarrearían la imposibilidad de descargar el producto de dicho tanque.

Cada uno de los 15 tanques de carga cuenta con una bomba centrífuga sumergida, accionada hidráulicamente. Todo el sistema de bombas hidráulicas de descarga es de la marca FRAMO. Cada bomba permite la posibilidad de ser regulada entre una presión hidráulica entre 0-220 bar, siendo entre 80-220bar la de trabajo. El caudal máximo de las bombas de descarga ronda los 300 m³/h, excepto la del TC8E y la del SLOP de babor que dan un caudal máximo de 100 m³/h. Durante las operaciones de descarga, el máximo número de bombas accionadas de forma simultánea es de seis, pues sería la presión máxima que dan las bombas de aceite hidráulico de FRAMO.



Imagen de la reparación de una bomba en una para técnica. (Imagen Alfonso Fortuny)

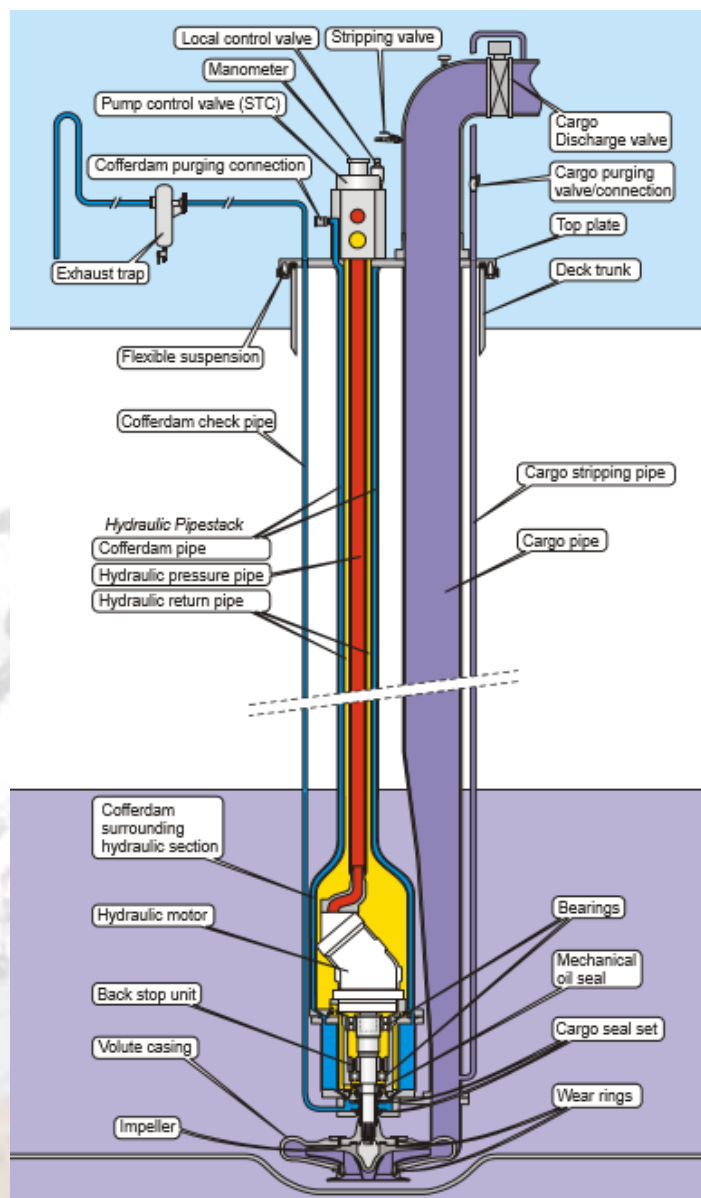


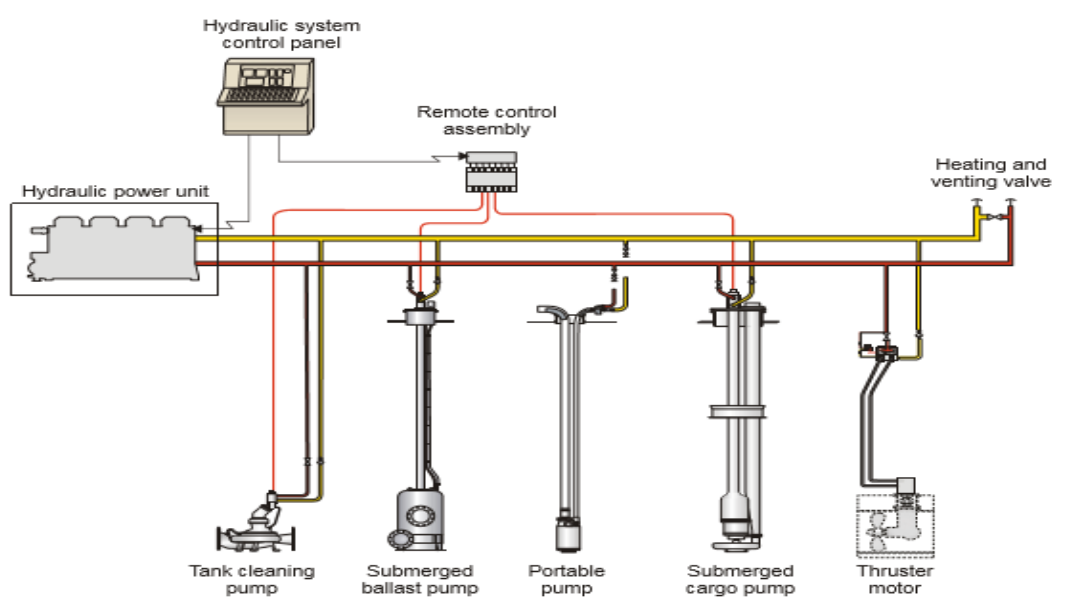
Diagrama de una bomba centrífuga (Archivo Manual de FRAMO)

En la imagen superior, se distinguen todas las partes de la bomba y colindantes. Referente al funcionamiento de la bomba destaca la línea de alta presión de aceite hidráulico, representada de color rojo, mientras que la de color amarillo representa la línea de baja presión por la que el aceite hidráulico retorna a la unidad del FRAMO en la Sala de Máquinas. Ambas líneas conectan con las líneas de alta y baja presión de aceite hidráulico general de cubierta, de la que se distribuye a todos los tanques y maquinillas de proa.

Destacar también el cofferdam representado de color azul. Es una carcasa exterior que protege la bomba. El purgado del cofferdam de todas las bombas se realiza previamente y posteriormente a las operaciones, tanto de carga como de descarga, comprobando que la bomba no pierde agua, producto o aceite.

3.5 SISTEMA FRAMO

El FRAMO es un sistema de presión hidráulica muy complejo. Por una parte, en la sala de máquinas se encuentra una bomba llamada *Jockey Pump*, cuya finalidad es mantener presión constante tanto en la línea de alta presión como en la de retorno, de menor presión. El sistema cuenta con tres bombas más, también llamadas *Power Pack*, situadas en el mismo local y de mayor tamaño que la *Jockey*, encargadas de suministrar una mayor presión de aceite en la línea de FRAMO. Además de las bombas de descarga, el FRAMO suministra aceite hidráulico a la hélice lateral de Proa y las maquinillas, tanto las de Proa como las de Popa.



Esquema simple del sistema de FRAMO del B/Q Tinerfe (Archivo pantallazo manual de FRAMO)



Imagen de las bombas de FRAMO en el local del FRAMO, en la Sala de Máquinas (Archivo: Alfonso Fortuny)

La unidad controladora de FRAMO se encuentra situada en el control de carga, desde donde se encienden y regulan las bombas. La imagen que se encuentra a continuación sirve para explicar de una forma más detallada el funcionamiento de este sistema. En la parte inferior, se encuentran ubicadas las bombas de lastre a la izquierda (10) y las bombas de descarga, a la derecha (11). El número 6 se corresponde con el botón de encendido/apagado de la bomba *Jockey Pump*, la cual queda encendida permanentemente manteniendo así la presión en la línea de FRAMO. Antes de poner en funcionamiento cualquier bomba, se debe encender una, dos o las tres *Power Pack* (7,8,9). Posteriormente, habrá que subir la presión hidráulica paulatinamente por medio del potenciómetro (1) hasta alcanzar una presión de 220 bar. La presión se muestra en el indicador de presión (3), junto al indicador de temperatura (4). Por último, en la zona izquierda de la imagen se representa el diagrama de alarmas del equipo (5) de manera acústica y luminosa.

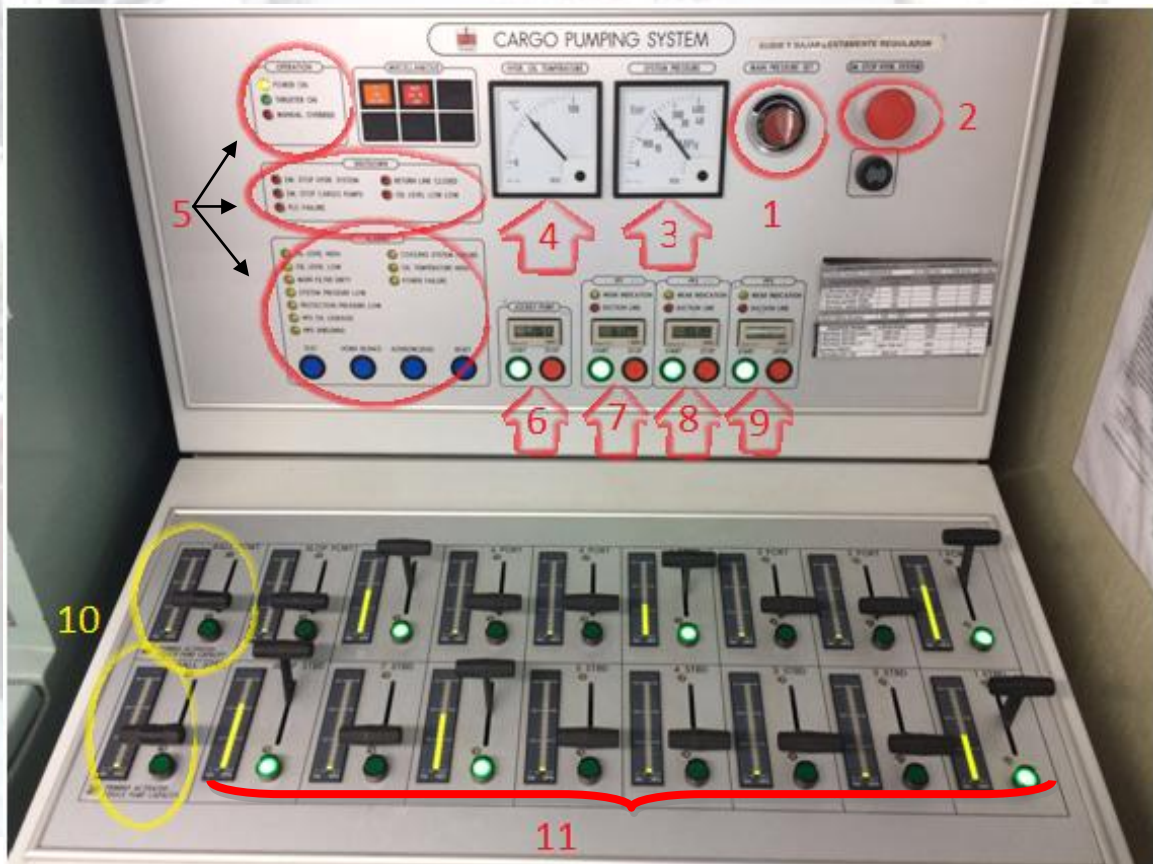


Foto de la unidad de FRAMO en el control de carga, durante unas operaciones de descarga.
(Archivo: Alfonso Fortuny)

3.6 SONDA-RADAR, SENSORES DE PRESIÓN Y SENSORES DE TEMPERATURA

El sistema radar es fundamental, en lo que a la seguridad se refiere a la hora de llevar a cabo la carga o la descarga. Durante las operaciones, la mayor parte de la atención del Oficial de guardia se destina a la observación de los vacíos que se obtienen a través de los radares prácticamente a tiempo real.

El funcionamiento del radar de carga se basa en la emisión continua de ondas que se refleja en la superficie del fluido y, que al ser devuelta, proporciona el vacío del tanque. Estas medidas son enviadas al control de carga, concretamente a la unidad informática HANLA que a su vez las transmite al sistema de control de carga, obteniendo de esta forma los vacíos y sus correspondientes sondas.



Imagen de un radar con software HANLA tipo MMCU-500, de la marca VEGA. (Archivo: Alfonso Fortuny).

3.7 ALARMA DE ALTO NIVEL(HI) Y DE MUY ALTO NIVEL (HI-HI)

Este sistema consta de dos elementos, un panel situado en el control de carga y transmisores colocados en cubierta. En el panel del control de carga indica mediante una señal acústica y luminosa que el tanque señalado ha llegado al nivel de 95% de capacidad del mismo. Posteriormente, en el mismo panel se volverá a indicar con una señal luminosa y acústica diferente el nivel del 98% de capacidad. Desde este panel, las alarmas permiten la posibilidad de aceptarlas, cambiando de esta forma el color de su luz y dejando de sonar. Actualmente los tanques se dejan en un nivel de casi el 98%, sin que llegar a ese límite, para dejar un margen de seguridad.

El transmisor es un dispositivo situado en la cubierta principal que penetra en el tanque. Consta de una guía de forma cilíndrica, en forma de tubo. En su interior se encuentra un flotador que en contacto con el producto se desliza, de tal forma que ascienda por dentro del tubo hasta llegar a un fin de carrera y activar la alarma correspondiente. Como se puede apreciar, el funcionamiento es muy sencillo y, casi siempre fiable. Pero hay que tener en cuenta que el flotador se puede atascar dentro del tubo, impidiendo su ascenso y por lo tanto el aviso de la alarma.



Imagen de la alarma Hi y Hi-Hi del tanque TC4E (Archivo: Alfonso Fortuny).

3.8 VAPOUR LOCK

Los tubos de sonda, también conocidos como *vapour lock* o *sounding pipe*, son tubos de aproximadamente medio metro que sobresalen de cada tanque en la cubierta principal. Como su nombre indica, son utilizados para la medición tanto de sondas como de la temperatura del producto, por medio de un dispositivo homologado y certificado denominado UTI. Estos datos se reflejarán en una liquidación inicial o final a las operaciones, con el fin de conocer la cantidad de carga del buque en el momento de la medición. Además, la *vapour lock* se utiliza para la toma de muestras y almacenado en una botella completamente limpia, para ser analizada posteriormente por el laboratorio correspondiente.



Imagen del tubo de sonda del tanque TC4B (Archivo: Alfonso Fortuny).

3.9 VÁLVULAS DE PRESIÓN / VACÍO

Las operaciones de carga y descarga modifican continuamente la presión de los tanques, creando una sobrepresión o una depresión en su interior. Para regular esta variación de presión del tanque el buque dispone de unas válvulas llamadas PV's, *pressure / vacuum valves*. Estas válvulas se encuentran en tres torretas situadas aproximadamente a tres metros de la cubierta principal de acuerdo con 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".

En la torreta de proa, se encuentran las PV's de los TC1BE y TC2BE, mientras que en la torreta del medio, se sitúan las PV's de los TC3BE, TC4BE y TC5BE. Finalmente, en la última torreta se encuentran el resto: TC6BE, TC7BE, TC8E, TSLOPBr y PV del Nitrógeno (N₂).

El funcionamiento de las válvulas de presión es simple. En caso de sobrepresión, la parte superior se eleva, permitiendo la salida a gran velocidad de los vapores del hidrocarburo junto con gas inerte. 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 caso de este buque, las válvulas PV's están reguladas para liberar presión a un valor de 210 mb, mientras que absorben por seguridad a -30mb en caso de depresión.

Por otro lado, en caso de depresión, parte superior de la válvula permanece cerrada, mientras que la parte inferior absorbe aire, suministrando de esta forma presión positiva al tanque en un momento excepcional de depresión. Este caso no sucede normalmente pues, el B/Q Tinerfe dispone de una planta de Nitrógeno que suministra continuamente presión positiva a los tanques durante las operaciones de descarga.



Imagen de la torreta de válvulas presión / vacío de popa, que tiene las válvulas de los tanques TC6BE, TC7BE, TC8E, TSLOPBR y N₂(Archivo: Alfonso Fortuny).

3.10 VÁLVULAS DE N₂

La línea principal de nitrógeno, situada en la cubierta principal, comunica la planta de gas inerte con los tanques de carga por medio de dos válvulas de mariposa en cada uno de ellos, de acuerdo con SOLAS, Parte B: Prevención de incendios y explosiones, Regla 4, 5.3.2.2, que establece que cada tanque de carga debe permitir estar aislado mediante válvulas, cuando estos medios estén combinados con el resto de tanques de carga.

Para distinguirlas del resto de válvulas, están pintadas de color amarillo. Dichas válvulas deberán estar abiertas en operaciones de descarga y procesos de inertización, mientras que en las operaciones de carga permanecerán cerradas. A excepción de lo anterior, se podrán abrir antes del comienzo de la carga o durante el viaje para presurizar el tanque, manteniéndolo con presión positiva superior a 100 milímetros por columna de agua.

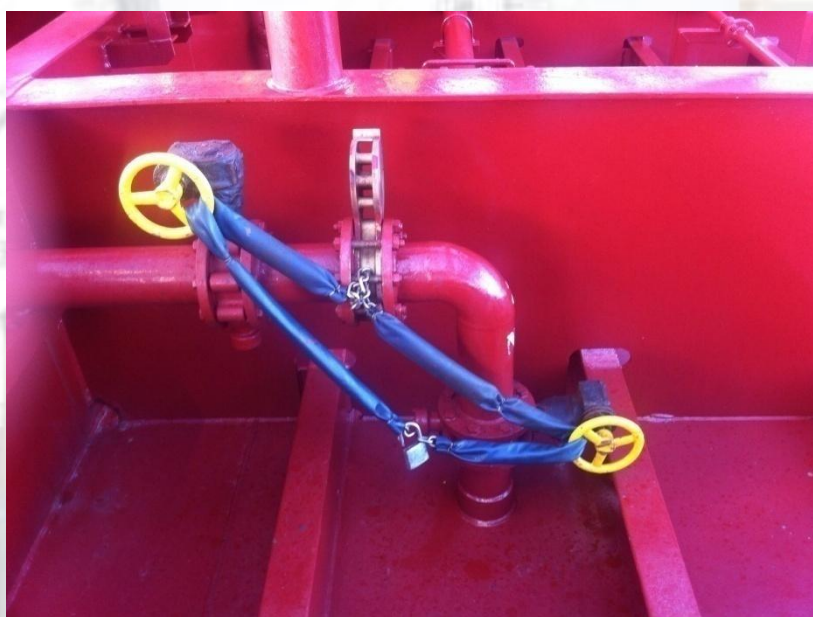


Imagen de las válvulas de N₂ del tanque TC4E (Archivo: Alfonso Fortuny)

3.11 SISTEMA DE NITRÓGENO

Descripción del sistema:

El B/Q Tinterfe cuenta con su propia planta generadora de nitrógeno para suministrar gas inerte a los tanques. La producción de gas inerte se realiza a partir de la separación del aire mediante el uso de membranas poliméricas, dispuestas en el interior de veintiocho tubos. Este aire es suministrado por dos compresores de tornillo desde la sala de máquinas. El sistema de obtención de gas producto (nitrógeno y argón) se basa en la ley de transporte de gases permeable a través de una membrana polimérica, donde los gases más rápidos que permean a través de la membrana se desechan a la atmósfera a un 35%, mientras que el gas producto, que permea más lento es aprovechado para los procesos de inertización. El sistema es capaz de ofrecer una tolerancia máxima de pureza del 95% al 98 % de nitrógeno, que se corresponde con un 2% del volumen de nivel de oxígeno. Existen dos tipos de procesos de inertización, por mezcla y por desplazamiento. En caso del B/Q Tinterfe, se basa en la inertización por mezcla.

Los gases de hidrocarburo presentes en este tipo de buques son incapaces de arder en una atmósfera con un contenido menor al 11% de oxígeno en volumen. Una manera de combatir este riesgo de incendio o explosión de los gases presentes en los tanques de carga es mantener una atmósfera pobre en oxígeno. Es posible conseguirlo mediante la introducción de gas inerte en los tanques para reducir el contenido de oxígeno en la atmósfera del tanque, consiguiendo así una atmósfera no inflamable. Para una mayor comprensión de este proceso, ISGOTT 5ª Edición, contempla las siguientes definiciones:

- Inertizar: Proceso de introducir gas inerte en un tanque, hasta alcanzar su condición de inertizado por reducción del contenido de oxígeno a un nivel en el que es imposible una combustión.
- Inertizado: Condición en la cual el contenido de oxígeno en la atmósfera del tanque ha sido reducida por debajo del 8% en volumen.
- Purgar: Proceso de introducir gas inerte en un tanque inertizado para reducir o mantener su bajo contenido de oxígeno, añadiendo o reduciendo el contenido existente de gas de hidrocarburo a un nivel en el que una combustión no puede llevarse a cabo si posteriormente se introduce aire en el tanque.
- Rellenar: Proceso de introducir gas inerte en un tanque, para mantener en su interior una pequeña presión positiva que impida la entrada de aire desde el exterior.

Además ISGOTT 5ª Edición 7.1.4 establece y define los métodos de inertización existentes:

Por desplazamiento: Proceso que depende del hecho de que el gas inerte es más ligero que los gases de hidrocarburo. A la vez que el gas inerte entra en el tanque por la parte superior, el gas de hidrocarburo, escapa por el bajante de carga en la zona inferior del tanque. Es importante que la velocidad de entrada sea muy lenta para asegurar una interfase horizontal estable entre los gases de entrada y de salida. Sin embargo, en la práctica es inevitable que se produzca dilución ya que se crean turbulencias por el flujo de gas inerte. Este proceso es recomendado cuando hay que inertizar muchos tanques.

Por dilución: Proceso que tiene lugar cuando el gas inerte introducido en el tanque se mezcla con la atmósfera original de éste, formando una mezcla homogénea en todo el tanque, hasta que la concentración del gas original disminuye progresivamente. Para ello, es importante que el gas inerte introducido tenga la suficiente velocidad de entrada para penetrar hasta el fondo del tanque. Para asegurar esto, se debe limitar el número de tanques en los que se realiza esta acción.

El B/Q Tinerfe utiliza el último método expuesto, pues según las dimensiones y estructura del buque es el proceso más rápido a seguir. Además, se utiliza el método de cascada, mediante el cual, se suministra gas inerte a un tanque y la atmósfera expulsada es aprovechada para reducir el nivel de oxígeno del volumen de otro tanque. De esta forma se optimiza al máximo el proceso de inertización.

Principio de funcionamiento de las membranas:

Los sistemas de membranas, en general, son simples en su operación. El aire comprimido pretratado es alimentado en los módulos de membranas, en donde el oxígeno es removido del aire, dejando un chorro enriquecido de nitrógeno. Cuanto más bajo sea el flujo, más completo será el proceso de removimiento del oxígeno y por tanto, mayor la pureza del nitrógeno. Los sistemas de membranas pueden proporcionar diferentes purezas de producto (gas nitrógeno), siendo capaces de suministrar nitrógeno en un rango de pureza entre el 95 - 99,5%. El nitrógeno suministrado a los tanques es un gas incoloro, inodoro y químicamente definido como un gas inerte asfixiante. No es un gas tóxico, aunque la liberación de este gas en grandes cantidades desplazan el oxígeno necesario para la respiración.

En estos equipos, la membrana de material polimérico separa dos fluidos con concentraciones diferentes de una determinada sustancia. La membrana impide el flujo hidrodinámico entre los dos fluidos. Sin embargo, es permeable con respecto al nitrógeno, permitiendo su difusión al

fluido con una menor concentración y haciendo posible de esta forma la extracción de parte de la sustancia no deseada (el oxígeno) de la corriente que la contenía inicialmente. Las películas poliméricas en general, pueden ser entendidas como un conjunto de regiones cristalinas y amorfas entremezcladas. Las regiones cristalinas presentan estructuras regulares que hacen muy difícil la difusión de cualquier sustancia a través de ellas y que son consideradas impermeables. Son las regiones amorfas las que pueden permitir el paso a determinadas moléculas.

Especificaciones de la planta generadora de Nitrógeno:

La planta generadora de nitrógeno del buque está diseñada conforme al reglamento de la OMI y las reglas de la Sociedad de Clasificación. Se encuentra instalada en la cubierta de toldilla y tiene una capacidad de aire basada en porcentajes del nivel de oxígeno en el nitrógeno calculado con una temperatura ambiente de 20°C, un 80% humedad relativa y a presión atmosférica.

El sistema utiliza las membranas de fibra hueca para la separación del aire en nitrógeno y oxígeno principalmente. El principio de separación se basa en la permeabilidad selectiva de los gases que forman el aire. Cada gas tiene una tasa de permeabilidad diferente. Por una parte el nitrógeno permea lentamente a través de la membrana, mientras que el oxígeno, dióxido de carbono y el agua, permean rápidamente. Basándose en este principio, se obtiene la separación del aire en nitrógeno y oxígeno, principalmente. La monitorización continua y el control del gas producto garantiza una pureza correcta. El modelo de diseño de módulo que se tiene a bordo es haz tubular en paralelo del fabricante GENERON. El sistema es capaz de ofrecer el siguiente rendimiento:

- Capacidad: 2.250 Nm³/h al 95 % N₂.
- Capacidad: 908 Nm³/h al 99 % N₂.
- Presión de descarga en la línea de alta presión: 10 bares.
- Presión de descarga en la línea de baja presión: 0.2 bares.
- Demanda de aire de alimentación: 4325 Nm³/h.
- Temperatura de descarga N₂: no más de 55°C.
- Composición del gas purgado: N₂ + Argón.
- Punto de rocío: -70°C después de la expansión a presión atmosférica.
- Temperatura ambiente: comprendida entre los 3°C y los 45°C.
- Temperatura del aire de alimentación desde los compresores: máximo 45°C.
- Temperatura del aire alimentación en membranas: máximo 55°C.

- Flujo requerido del aire de alimentación: máximo 5.060 m³/h.
- Presión requerida del aire de alimentación: 13 bares antes de la entrada a las membranas.
- Suministro eléctrico: 3 x 440V/60Hz.
- Consumo eléctrico: 25kW (máxima carga calentador).
- Nivel de ruido: <85db (A) a 1 metro de distancia.

Descripción del proceso:

La alimentación de aire al generador de nitrógeno es la parte más crítica del generador por membranas. Los filtros correctamente diseñados son de mayor importancia para evitar la contaminación de las membranas, con el resultado de la pérdida de rendimiento con el tiempo.

El sistema de filtración de aire está compuesto por:

- Separador de agua en la entrada del sistema de filtro para eliminar el agua condensada en la tubería después del compresor. El separador de agua tiene un purgador automático de drenaje con alarma de alto nivel de agua y *shutdown* apagado.
- Un filtro mallado grueso y un fino para la filtración coalescente para la extracción de aceite y partículas.
- Calentador para la proporción continua de temperatura al aire de alimentación en las membranas.
- Diseñado especialmente para la planta un filtro de lecho de carbón activo para atrapar los vapores de aceite.
- Un filtro de partículas de sub-micras para atrapar partículas de polvo posibles desde el filtro de carbón activo. Este filtro es la última protección de las membranas y tiene una alarma de alta presión diferencial y *shutdown* apagado.
- Una válvula de apertura lenta que elimina el choque de presión en el sistema de filtros. Esta disposición evita las posibles gotitas que pueden ser expulsadas por el uso combinado de filtros y polvo de filtro de carbón activo.

El sistema de membranas consiste en un conjunto de módulos paralelos. La separación del aire en nitrógeno y oxígeno se produce en los módulos de membrana, donde fluye el aire comprimido por las fibras huecas. Los gases más rápido (agua, oxígeno o dióxido de carbono)

se impregnan a través de las paredes y serán ventilados al exterior. El gas producto (nitrógeno) mantiene la misma presión que el aire de entrada. El flujo enriquecido de oxígeno es dirigido para ser expulsado a una zona segura.

La función de las válvulas de control de presión es mantener el sistema de membranas en una presión constante prefijada. La válvula de control es operada desde la señal analógica de los analizadores de oxígeno que proporcionará control automático de oxígeno.

Durante la puesta en marcha del sistema y si el nivel de oxígeno en la salida del gas nitrógeno hacia la línea de nitrógeno de cubierta supera la alarma del analizador de oxígeno, las válvulas se pondrán en posición de ventilación. Tras el primer periodo de inicio, se abrirá la válvula para el suministro de nitrógeno a la línea de nitrógeno en cubierta principal.

Sistema de *pudding*:

El B/Q Tinterfe cuenta con una botella de capacidad de m³ para realizar el proceso de *pudding*, que básicamente consiste en el rellenado del 2% del volumen de cada tanque con gas nitrógeno durante la navegación a medida que pierden presión. La botella dispone de una reductora de presión de nitrógeno, pues a la entrada de la botella la presión asciende hasta alcanzar los 10 bar, mientras que a la salida del sistema es de 0,15 bar, permitiendo así el llenado del 2% del volumen de los tanques comentado anteriormente.

Equipo *Gas Master*:

Además de lo mencionado anteriormente, el B/Q Tinterfe cuenta con un analizador de oxígeno situado en el pañol del nitrógeno, reflejado en una pantalla repetidora en la Sala de Control de Carga para evaluar las condiciones de seguridad previas a la entrada en dicho pañol. En cualquier caso, el nivel de oxígeno no será inferior al 20,9%. De lo contrario, sonaría una alarma de forma acústica y visual.

3.12 CONTROL DE CARGA

Todas las operaciones, tanto de carga como de descarga, se controlan en una sala denominada Control de carga, situada en la cubierta toldilla.



Imagen panorámica del Control de Carga durante operaciones, bajo la supervisión del oficial de guardia y el alumno de puente (Archivo Alfonso Fortuny)

3.12.1 CALCULADOR DE CARGA Y ESFUERZOS

El calculador de esfuerzos es uno de los equipos más llamativos del control de carga, un ordenador que, basado en la información recibida por los sensores, es capaz de calcular los esfuerzos cortantes y momentos flectores del buque a tiempo real. También permite la opción de realizar una carga o una descarga estimada.

El programa nos permite varias opciones en función de la finalidad para la que use. Por una parte, permite llevar un control online a tiempo real de los niveles de los tanques. De esta forma se garantiza un control total acerca de los caudales de la carga o descarga.

Por otra parte, permite la posibilidad de realizar cálculos estimados en función de la distribución de carga. Para ello, se deben introducir los siguientes valores:

- Datos relativos a la carga: toneladas de producto en cada tanque, así como la densidad a 15°C al vacío.

- Datos relativos al lastre: toneladas de agua de lastre en cada tanque.
- Datos relativos al combustible: cantidades de combustible almacenados (F.O., D.O. principalmente), y las cantidades de los tanques de sedimentación y servicio diario.
- Datos relativos al aceite: cantidades de los diferentes tipos de aceites y sus tanques correspondientes.
- Otro datos: cantidades de agua potable, agua destilada, agua técnica, tanques de sedimentación...

A continuación, se representan imágenes del programa anteriormente mencionado, obteniendo de esta forma un cálculo de la estabilidad del buque para el viaje "voy EB1707".



ShipManager-88 Release No : 6.1.4.8 - [c:\sm\2017\voy 012\5.salida real cartagena.lbp]

File Result Communication Utility Option Help

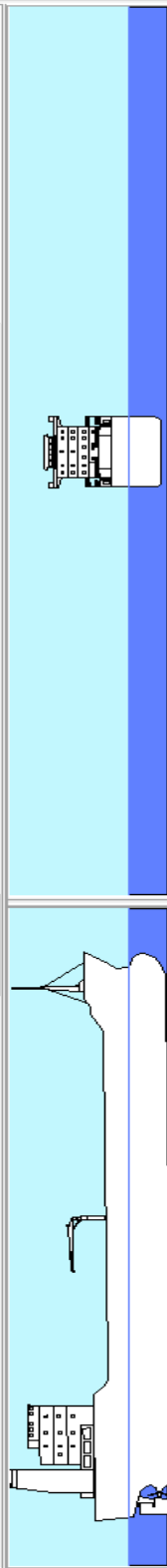
New Open Save Grade Ullage Rpt Hydro Constants Print... Online Offline Close Help

Stability Strength Damage Propeller Max Draft min.Fwd.Draft

Cargo Oil Tanks Other Tanks Loading Status Intact Stability Longi. Strength Damage Stability

Compartment CARGO TKS Item TOTAL VOL(CuM) Value 0.0000

Trim Corr. 0.00 Heel Corr. 0.00



COMPARTMENT	CAPA. (CuM)	GRADE	ULLAGE (m)	G-VOL (CuM)	G-VOL (%)	TEMP (°C)	VCF	N-VOL (CuM)	SG	WEIGHT (Mt)	LCG (m)	VCG (m)	TCG (m)	FSM (Mt-m)	FSM STATUS	DATA ENTRY
1	ND.1.C.O.T (P)	DDD	4.160	792.01	67.60	17.200	0.9982	790.59	0.8762	691.45	48.623	5.826	-3.548	704.97	Actual	ULLAGE
2	ND.1.C.O.T (S)	DDD	4.106	805.60	68.20	20.000	0.9960	802.38	0.8762	701.76	48.625	5.858	3.554	708.92	Actual	ULLAGE
3	ND.2.C.O.T (P)	GOC	1.208	1.271.11	97.86	15.800	0.9998	1.270.84	0.8360	1.060.00	35.470	7.048	-4.747	515.82	Actual	PERCENT
4	ND.2.C.O.T (S)	GOC	1.200	1.270.80	97.84	15.900	0.9997	1.270.42	0.8360	1.059.65	35.470	7.047	-4.747	516.09	Actual	PERCENT
5	ND.3.C.O.T (P)	DDD	4.816	881.64	65.99	23.200	0.9934	875.82	0.8762	765.99	22.950	5.242	-4.889	892.59	Actual	ULLAGE
6	ND.3.C.O.T (S)	DDD	4.685	896.68	67.12	19.600	0.9963	893.36	0.8762	781.33	22.950	5.303	4.890	892.59	Actual	ULLAGE
7	ND.4.C.O.T (P)	GOC	3.128	1.029.13	81.57	15.900	0.9997	1.028.81	0.8360	868.13	10.700	6.081	-4.899	766.91	Actual	ULLAGE
8	ND.4.C.O.T (S)	GOC	2.944	1.048.95	83.16	15.900	0.9997	1.048.63	0.8360	874.66	10.700	6.167	4.898	743.26	Actual	ULLAGE
9	ND.5.C.O.T (P)	DDD	6.863	696.21	46.79	19.800	0.9962	693.56	0.8762	606.59	-2.250	4.229	-4.863	991.76	Actual	ULLAGE
10	ND.5.C.O.T (S)	DDD	6.806	699.09	47.23	24.800	0.9921	693.56	0.8762	606.59	-2.250	4.229	-4.863	991.76	Actual	ULLAGE
11	ND.6.C.O.T (P)	GOC	1.202	1.449.74	97.89	16.500	0.9992	1.448.54	0.8360	1.208.22	-16.250	6.972	-4.840	573.23	Actual	PERCENT
12	ND.6.C.O.T (S)	GOC	1.217	1.456.66	97.85	20.300	0.9958	1.450.57	0.8360	1.209.91	-16.250	6.970	-4.840	574.09	Actual	PERCENT
13	ND.7.C.O.T (P)	GOC	1.184	1.075.03	97.32	16.100	0.9995	1.074.51	0.8360	896.24	-28.460	7.034	-4.779	429.15	Actual	PERCENT
14	ND.7.C.O.T (S)	GOC	1.197	1.065.83	97.97	18.000	0.9979	1.063.53	0.8360	887.09	-28.460	7.037	-4.779	428.38	Actual	PERCENT
15	SLOPT (P)	DDD	361.41	101.65	28.13	21.500	0.9937	101.01	1.0000	101.01	-35.537	3.478	-4.005	235.51	Actual	PERCENT
16	SLOPT (S)	DDD	370.14	351.74	95.03	22.000	0.9944	349.77	0.8762	305.91	-35.561	7.070	4.488	182.04	Actual	PERCENT

GRADE	G-VOL (CuM)	TEMP (°C)	N-VOL (CuM)	WEIGHT (Mt)	TABLE
1	DDD	5.123.0	5.089.0	4.459.6	TABLE 54B
2	GOC	9.667.3	9.655.9	8.053.9	TABLE 6A
3	TOTAL	14.891.9	14.855.9	12.614.5	

Base L.C.: Midship Trim by Stern Sign: Minus (-) Heel to Port Sign: Minus (-) Longitudinal Fore Sign: Plus (+) IMO Type2

Displacement: LWT 5606, DWT 14811, DISP 20416, DWT RE. 2729, C.O.T 12887.0, W.B.T 1186.0, F.O.T 376.5, D.O.T 78.2, G.O.T 0.0, F.W.T 208.5, L.O.T 17.9, ETC.T 34.1

Draft & List: Equiv. 8.253, Fore (F.P) 7.671, Mean 8.240, After (A.P) 8.809, Trim -1.138, List(l) 0.041, Prop(%) 189.702

Perpendicular/Mark/Intact Stability: TCG 0.001, LCG 1.061, KMT 9.564, KG 7.108, GM 2.456, GGo 0.786, GoM 1.670

Critical Point (%): Numeric 19 (Fr. 86.00), S.F 34 (Fr. 100.00), B.M

Imagen de un pantallazo del calculador de carga, en la pestaña de los tanques de carga (Archivo Alfonso Fortuny)

ShipManager-88 Release No. 6.1.4.8 - [c:\sm\2017\voy 012\3.salida real cartagena.lbp]

File Result Communication Utility Option Help

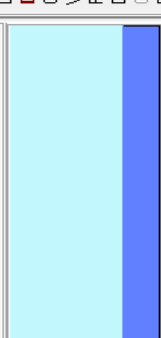
New Open Save Print... Offline Close Help

Stability Strength Damage Propeller Max Draft min.Fwd.Draft

Cargo Oil Tanks Other Tanks Loading Status Intact Stability Longi. Strength Damage Stability

Compartment W.B.TKS. TOTAL VOL(CuM) Value 0.0000

Trim Cor. 0.00



COMPARTMENT	CAPACITY (CuM)	LEVEL (m)	VOLUME (CuM)	VOLUME (%)	(S/G)	WEIGHT (Mf)	LCG (m)	VCG (m)	TCG (m)	FSM (Mf-m)	FSM STATUS	DATA ENTRY
1 F.P.T (C)	482.65	12.24	430.67	89.23	1.0250	441.44	64.715	6.655	0.000	400.87	Actual	SOUND
2 NO.1 W.B.T (P)	689.95	1.04	116.27	17.62	1.0250	119.18	49.169	0.672	-2.646	614.51	Actual	SOUND
3 NO.1 W.B.T (S)	635.26	0.11	6.34	1.00	1.0250	6.50	48.818	0.054	0.789	50.42	Actual	SOUND
4 NO.2 W.B.T (P)	434.25	0.07	10.88	2.44	1.0250	10.84	35.742	0.051	-4.875	173.67	Actual	SOUND
5 NO.2 W.B.T (S)	455.14	0.07	11.94	2.62	1.0250	12.24	35.783	0.051	4.319	241.80	Actual	SOUND
6 NO.3 W.B.T (P)	451.73	0.10	16.79	3.72	1.0250	17.21	23.489	0.062	-4.966	397.02	Actual	SOUND
7 NO.3 W.B.T (S)	430.56	0.08	12.29	2.86	1.0250	12.59	23.488	0.051	5.516	238.43	Actual	SOUND
8 NO.4 W.B.T (P)	406.86	0.07	11.63	2.86	1.0250	11.92	11.250	0.051	-5.527	226.11	Actual	SOUND
9 NO.4 W.B.T (S)	426.84	0.07	12.92	3.03	1.0250	13.24	11.250	0.051	4.977	305.99	Actual	SOUND
10 NO.5 W.B.T (P)	502.17	0.11	20.52	4.09	1.0250	21.03	-1.700	0.068	-4.977	485.94	Actual	SOUND
11 NO.5 W.B.T (S)	478.65	0.07	13.68	2.86	1.0250	14.03	-1.700	0.051	5.527	265.99	Actual	SOUND
12 NO.6 W.B.T (P)	475.99	11.29	427.39	89.79	1.0250	438.07	-15.672	3.324	-7.959	9.75	Actual	SOUND
13 NO.6 W.B.T (S)	499.49	0.19	32.93	6.59	1.0250	33.75	-15.635	0.112	4.895	762.04	Actual	SOUND
14 NO.7 W.B.T (P)	670.78	0.10	17.49	2.61	1.0250	17.93	-30.131	0.066	-3.867	299.81	Actual	SOUND
15 NO.7 W.B.T (S)	671.54	0.06	15.62	2.33	1.0250	16.01	-30.041	0.067	4.420	214.22	Actual	SOUND
16 H.F.O.T (P)	361.49	0.00	2.11	0.58	0.9718	2.05	-40.646	1.625	-2.957	18.24	Actual	SOUND
17 H.F.O.T (S)	401.25	9.42	344.08	85.75	0.9883	340.05	-40.876	6.877	4.454	335.61	Actual	SOUND
18 H.F.O.LS STOR.T (P)	73.36	0.00	5.13	7.00	0.8999	4.41	-44.868	6.377	-7.627	1.96	Actual	SOUND
19 H.F.O.LS SERV.T (P)	19.51	0.15	0.44	2.24	0.9883	0.43	-42.300	6.005	-4.400	0.81	Actual	VOLUME
20 H.F.O.LS SETT.T (P)	19.66	0.10	0.30	1.50	0.9883	0.29	-42.300	5.981	-2.300	0.54	Actual	SOUND
21 H.F.O.SETT.T (P)	19.39	4.36	12.63	65.14	0.9883	12.48	-46.150	8.111	-6.150	0.47	Actual	VOLUME
22 H.F.O.SERV.T (P)	19.39	5.85	16.94	87.41	0.9883	16.75	-44.050	8.856	-6.150	0.47	Actual	VOLUME
23 D.O.STOR.T (S)	73.36	5.99	64.82	88.36	0.8594	55.71	-45.040	9.244	8.234	8.53	Actual	VOLUME

Displacement: LWT 5606, DWT 14811, DWP 20416, DWT RE. 2729, C.O.T 12887.0, W.B.T 1186.0, F.O.T 376.5, G.O.T 0.0, F.W.T 208.5, L.O.T 17.9, ETC.T 34.1

Draft & List: Equiv. 8.253, Fore (F.P) 7.671, Mean 8.240, Alter (A.P) 8.809, Trim List(-) -1.138, Prop(%) 0.041, Perpendicular (Mark) 189.702

Intact Stability: TCG 0.001, LCG 1.061, KMT 9.564, KG 7.108, GM 2.455, GGo 0.786, GmL 1.670

Critical Point (%): Numeric 19 (Fr. 86.00), % 34 (Fr. 100.00)

Base L.C.: Midship | Trim by Stern Sign: Minus (-) | Heel to Port Sign: Minus (-) | Longitudinal Fore Sign: Plus (+) | IMO Type2

Imagen del pantallazo del calculador de carga en la pestaña referente a los tanques de lastre, agua dulce y técnica, aceite, combustibles y lodos. (Archivo Alfonso Fortuny)

3.12.2 PANTALLA DE MONITORIZACIÓN CONTINUA

Esta pantalla le sirve al oficial de guardia para llevar a cabo una monitorización continua a tiempo real del estado de los vacíos de los tanques de carga y de las sondas de los tanques de lastre. Siguiendo las indicaciones de SOLAS Cap. II-2, Regla 4, 5.5.3.3, el B/Q Tinerfe cuenta con un sistema fijo de gas inerte, por lo que los vacíos de los tanques de carga cerrados se muestran en un *display* local en el tanque de carga, conectado de tal forma que repita la señal en la pantalla del control de carga nombrada anteriormente. Dicha pantalla está conectada a un equipo que a su vez recibe información de los sensores de los tanques en cubierta.



Imagen de la pantalla de monitorización continua a tiempo real de las sondas de vacío. (Archivo de Alfonso Fortuny)

En la imagen inferior se puede ver como los tanques de lastre TL1B, TL 1E y TL6B están lastrados a la mitad, mientras que los tanques de lastre TL6E y APT están lastrados completamente.

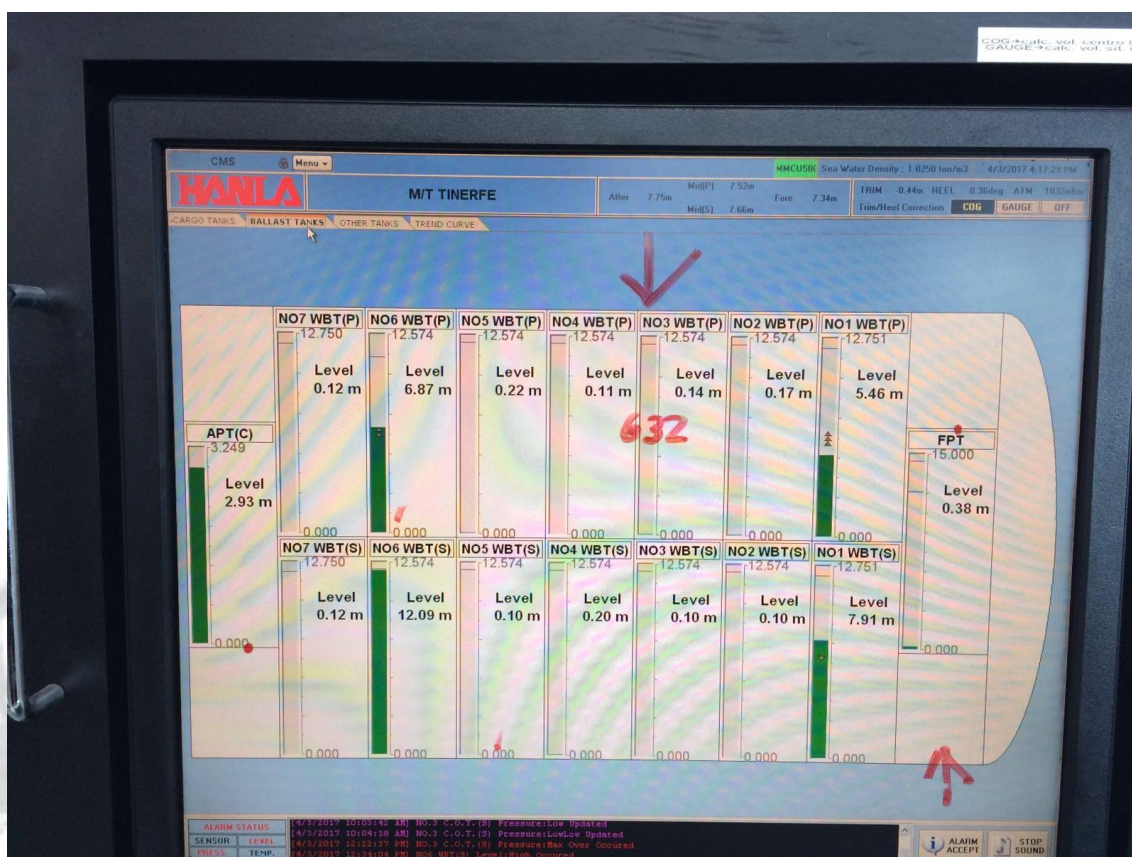


Imagen de la pantalla de monitorización continua a tiempo real de las sondas de lastre. (Archivo de Alfonso Fortuny)

3.12.3 VÁLVULAS DE DESCARGA Y DE LASTRE

Tanto las válvulas de descarga como las de lastre tienen control remoto desde el Control de Carga. Son válvulas telecomandadas de tipo mariposa. Además, disponen de un grupo hidráulico independiente, que se encarga de transformar una señal eléctrica a presión hidráulica desde el Control de Carga a las válvulas en cubierta.

Las válvulas de lastre son de tipo abierto / cerrado, es decir, que abren o cierran completamente, teniendo solo dos posiciones. Por el contrario, las válvulas de descarga son regulables, señalando dicha apertura en un indicador.

OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA EN EL B/Q TINERFE

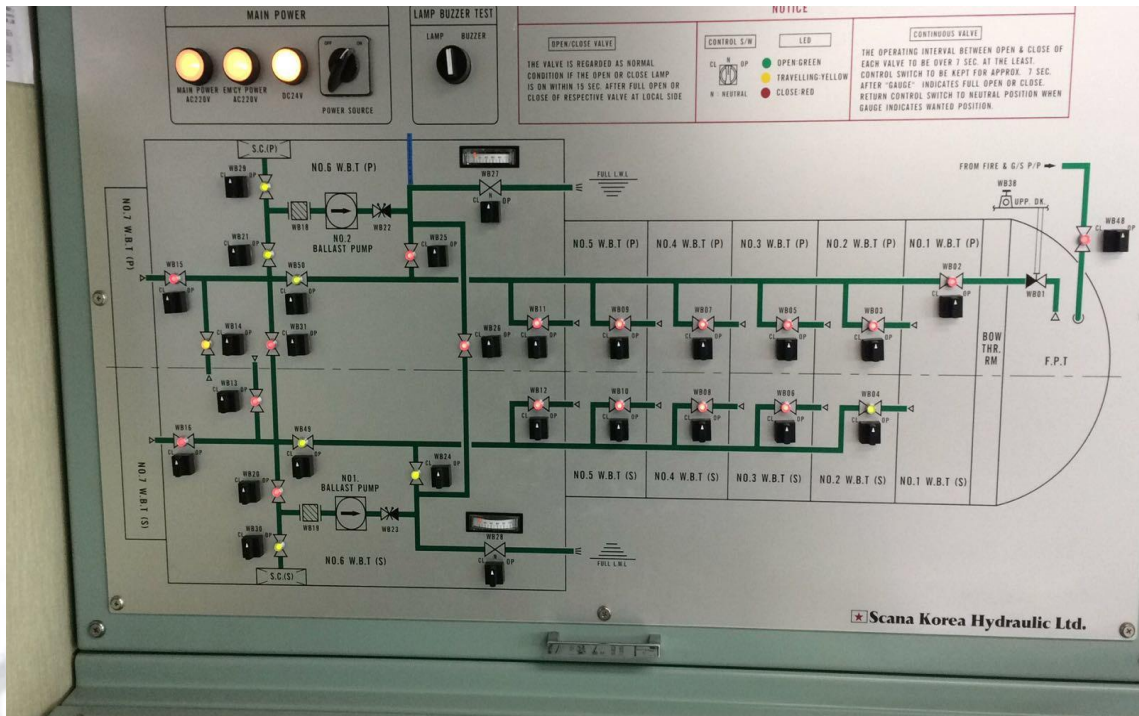


Imagen válvulas de lastre en el Control de Carga (Archivo Alfonso Fortuny)

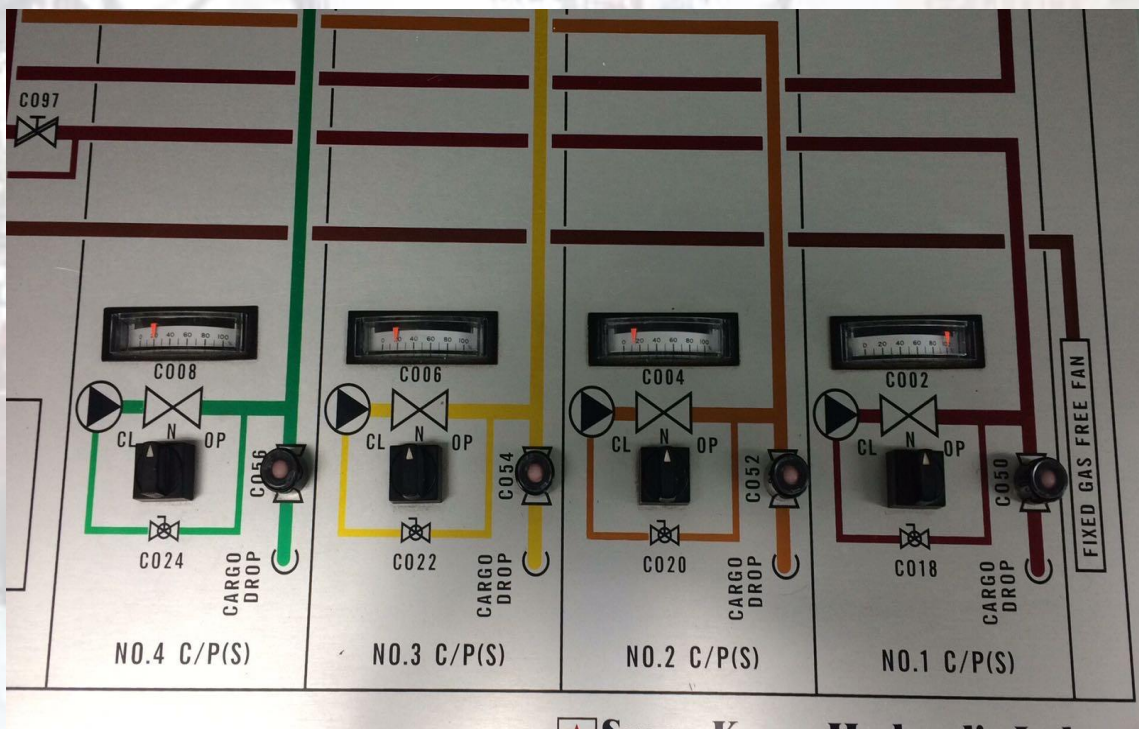


Imagen de las válvulas regulables de descarga de los tanques TC1E, TC2E, TC3E y TC4E (Archivo Alfonso Fortuny)

3.12.4 PANEL DE ALARMAS DE ALTO NIVEL Y MUY ALTO NIVEL

El panel de alarmas HANLA de alto nivel y muy alto nivel es un elemento fundamental en el Control de Carga. El panel dispone de una señal luminosa y acústica indicando que el tanque señalado ha alcanzado el nivel de 95% o 98% de capacidad del mismo. La alarma permite la opción de inhibirla una vez que ha sonado e iluminado.



Imagen del panel de alarmas HANLA de alto nivel (derecha) y muy alto nivel (izquierda) (Archivo Alfonso Fortuny)

3.12.5 REPETIDORES DE AMPERAJE DE LOS MOTORES AUXILIARES.

Estos indicadores de amperaje se colocaron posteriormente a la construcción del buque. Su función es indicar en todo momento el estado de los tres motores auxiliares de los que dispone el B/Q Tinterfe.

Referente a la señal luminosa, la luz verde indica que el auxiliar se encuentra acoplado, la luz roja que se encuentra desacoplado y finalmente la luz blanca que indica si se encuentra preparado para usarse o no.

Los valores que se muestran en dichos paneles, expresan el amperaje de los motores auxiliares. Conociendo dicha información, el oficial de guardia controlará el número de bombas que puede utilizar.



Imagen de los indicadores de amperaje de los motores auxiliares (Archivo Alfonso Fortuny)

4. MEDIOS DE LASTRE

El B/Q Tinterfe dispone de un sistema complejo de lastrado. La finalidad del mismo, es mantener en todo momento las mejores condiciones de estabilidad, esfuerzos y navegabilidad del buque.

4.1 TANQUES DE LASTRE Y BOMBAS DE LASTRE

El sistema de lastre del B/Q Tinterfe, está compuesto por catorce tanques segregados, que se encuentran distribuidos de proa a popa en el espacio del doble casco, bajo los tanques de carga.

Los catorce tanques de lastre, pueden ser lastrados y deslastrados por gravedad hasta el nivel de la línea de flotación del buque o mediante el uso de las bombas de lastre. Dichas bombas se encuentran situadas a cada banda y a popa del Manifold. Una en la banda de babor y otra en la de estribor. Son bombas centrífugas de FRAMO que funcionan con aceite hidráulico.

Además, el buque cuenta con el tanque Peak de Proa y el Peak de Popa. El Peak de Proa es utilizado para la corrección del trimado, mientras que el de Popa no se utiliza para el lastre. El Peak de Proa presenta una peculiaridad y es que, a diferencia del resto de tanques, solo es posible su lastrado mediante las bombas contraincendios (dos principales y una de emergencia). Para su deslastre, existen dos formas: mediante gravedad hasta el nivel de la línea de flotación o a través del alineado de las bombas de lastre.

Cuando se introduzca lastre en los tanques y siempre que sea posible, se llevarán llenos al 100% de capacidad, excepto que sea un tanque de escora. De esta forma, se evitan las superficies libres y por lo tanto, una pérdida de la estabilidad. Además, salvo emergencia, habrá que evitar mover lastres en la mar.

Durante las operaciones, se recomienda mantener un asiento apopante en todo momento, pero en ningún caso superior a tres metros. Esto es debido a una buena condición de estabilidad y esfuerzos del buque, además de ser una condición óptima para el secado de los tanques de lastre. Asimismo, el buque deberá estar en condiciones de navegabilidad para su posterior salida en caso de emergencia.

Antes de comenzar las operaciones de deslastre de los tanques de lastre segregados a la mar, se deberá verificar que no existen trazas de hidrocarburos en el interior de los tanques, mediante la medida de la concentración de gases de hidrocarburos con un explosímetro y

comprobación visual. La inspección visual, se efectuará mediante el tapón de la tapa del tanque de lastre más a proa.

Además en las operaciones de carga, se tendrá en cuenta el lastre con motivo de no exceder el calado máximo del buque. El calado máximo del buque en verano es de 9,2 metros en el disco.

4.2 BOMBAS CONTRAINCENDIOS

El B/Q Tinerfe dispone de dos bombas de sentinas, servicios generales y contra incendios, instaladas en la cubierta más baja de la sala de máquinas. Tiene una capacidad de bombeo de 75 m³/h.

Por otro lado, una tercera bomba eléctrica, la bomba contraincendios de emergencia. Se encuentra ubicada en el túnel de la hélice de proa, también con una capacidad de bombeo de 75 m³/h. A diferencia de las otras dos, tiene una aspiración al mar independiente situada en la proa y se puede abastecerse del suministro eléctrico tanto general como de emergencia.

Las bombas mencionadas anteriormente pueden ser accionadas desde varios locales del buque: el puente, el control de carga, la sala de control de máquinas, el pañol contraincendios y junto a las mismas bombas.



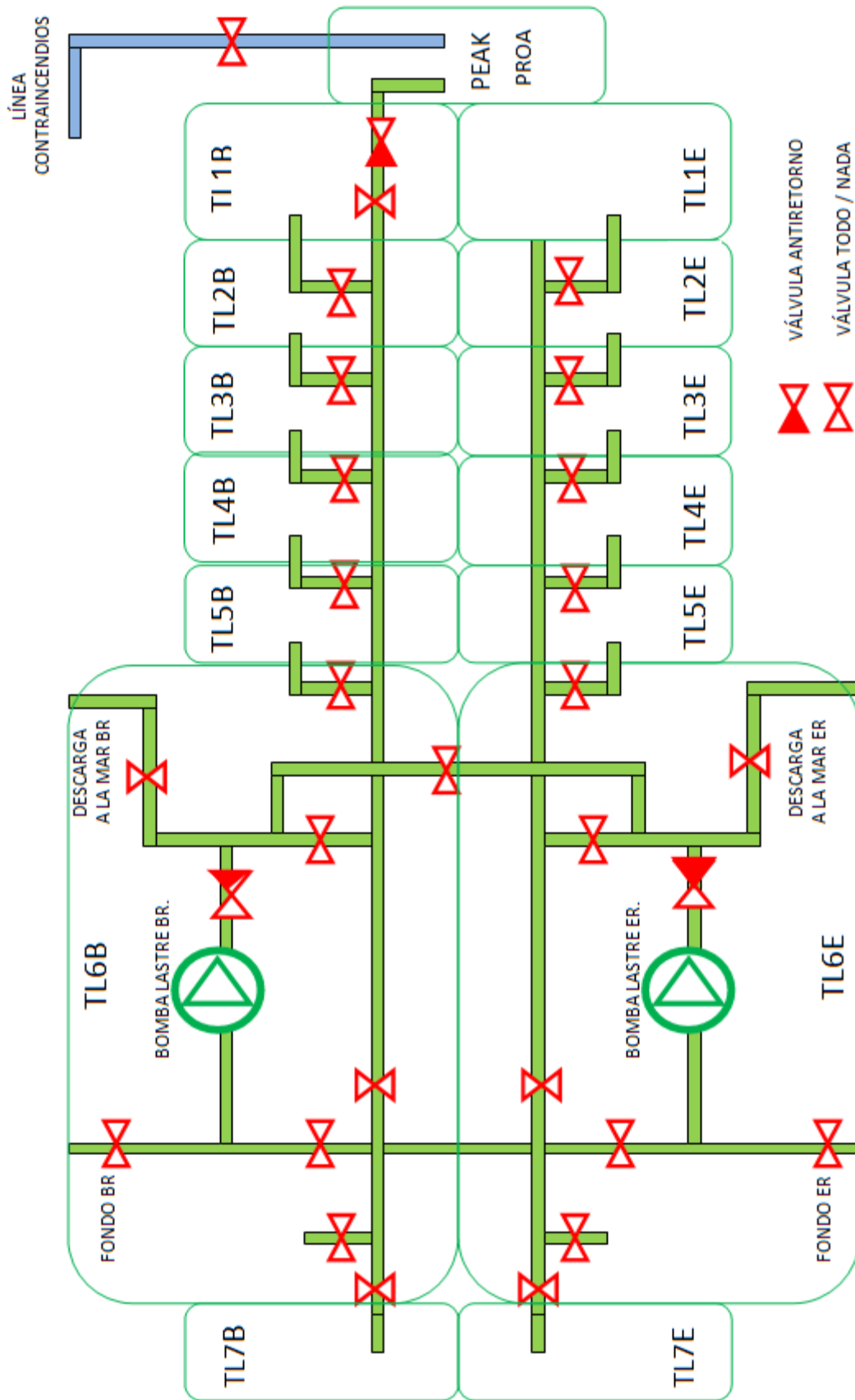
Imagen de las bombas contraincendios ubicadas en el doble fondo de la Sala de Máquinas (Archivo: Alfonso Fortuny).

4.3 SENSORES DE Sonda DE LASTRE

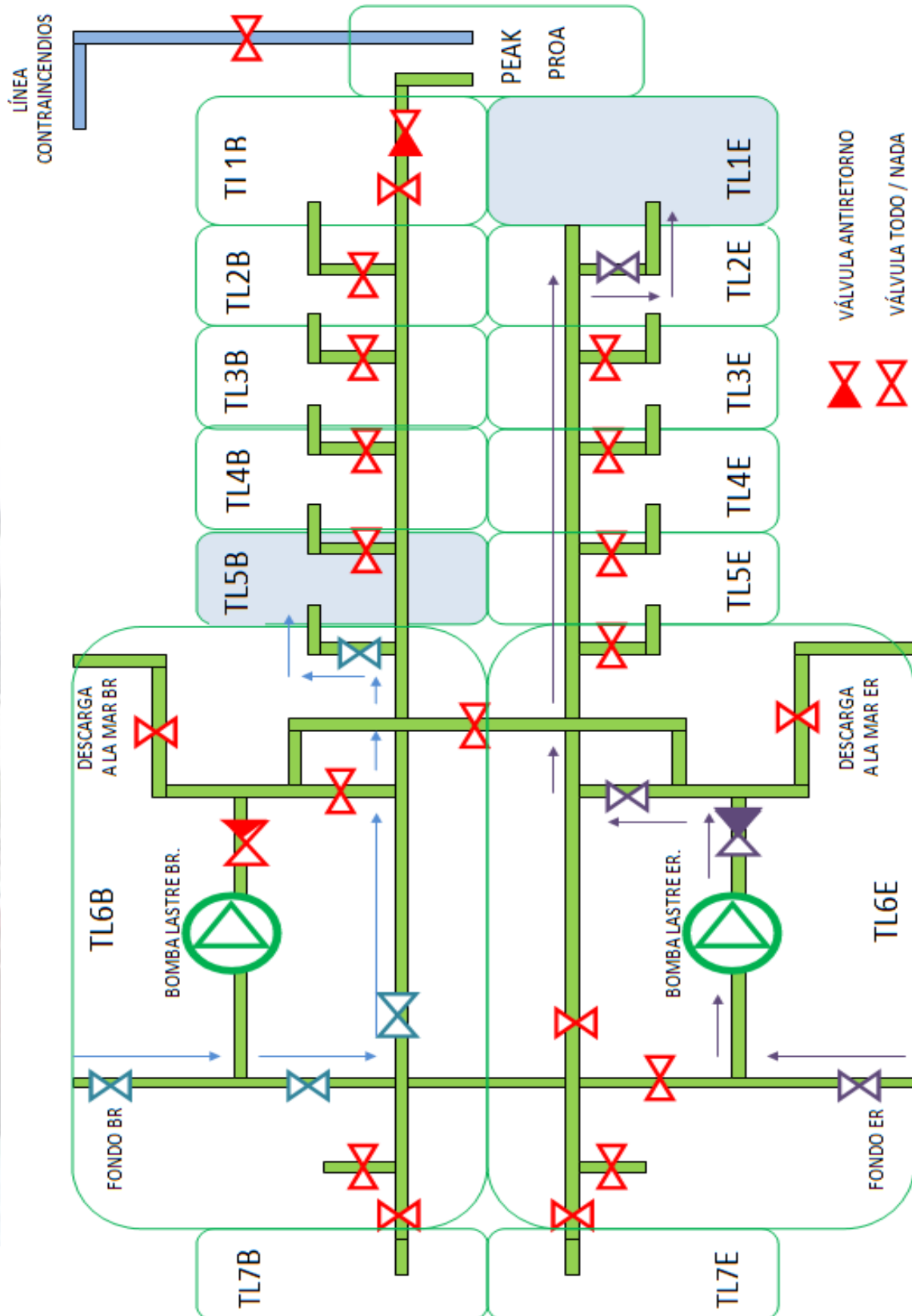
Los sensores de lastre obtienen la medida de la altura de agua en los tanques basándose en el siguiente método: los sensores marcan la sonda del tanque en función de la altura que alcance el agua en el interior del tanque, dado que funcionan por medio de la presión de columna de agua.



Imagen del sensor de lastre del tanque TL6B (Archivo: Alfonso Fortuny).



Representación del sistema de lastre del B/Q Tinerfe (Archivo Alfonso Fortuny)



Representación de las operaciones de lastrado por gravedad del tanque TL5B (flechas de color azul) y de las operaciones de lastrado por bomba del tanque TL1E (flechas de color violetas)
(Archivo Alfonso Fortuny)

5. MEDIOS DE LIMPIEZA

La limpieza de los tanques es una de las operaciones más importantes en este tipo de buques. Para ello, destacan los cañones de limpieza SCANJET , modelo SC30T, diseñados exclusivamente para la limpieza de los tanques de carga. Su construcción, tamaño, la extensión del chorro y resto de condiciones de limpieza se calculan previo a su instalación a bordo.

Cada uno de los tanques de carga, están dotados de dos cañones de limpieza situados a proa y a popa del mismo, menos el tanque TC8E y el tanque SLOP de babor, que solo disponen de uno. Los cañones son máquinas fijas de acero inoxidable AISI 316, con un tamaño de dos metros de largo hacia el interior del tanque y con un alcance de chorro de aproximadamente unos 17 metros, el cual gira 360º con el objetivo de llegar a todas las partes del tanque. Para mejorar la eficacia de las máquinas de limpieza, todos los tanques de carga tienen los refuerzos colocados en la zona exterior, tanto en la cubierta principal como en los tanques de laterales de lastre.

La bomba de limpieza, situada en la cubierta más baja de la Sala de Máquinas, junto a las dos bombas contraincendios principales, es la encargada de mantener una presión de 10 bar en la línea de limpieza en la cubierta principal, la cual se ramifica, dividiéndose en derivaciones a cada tanque por medio de las treintamáquinas de limpieza. El lavado de los tanques de carga puede realizarse mediante agua dulce técnica o mediante agua de mar, alineada e impulsada por la bomba de limpieza o, en su defecto por cualquiera de las bombas contraincendios y de servicios generales.

Además, es posible lavar los tanques con un detergente especial destinado para estas operaciones de lavado. El B/Q Tinterfe dispone de un tanque de detergente situado en el pañol del calentador, a estribor de la cubierta principal, por si fuera requerido su uso. Asimismo comunica con la línea de limpieza, así como con la línea contraincendios por si esta fallara, para su limpieza mediante recirculación.

Una vez lavados los tanques, la descarga de agua contaminada durante la operación de limpieza de los tanques de carga, se llevará a cabo, utilizando la bomba de descarga del tanque correspondiente, a una capacidad máxima de 150 m³/h sobre el tanque SLOP de babor. Para ello, se alinearán en el colector los tanques que se fueran a limpiar junto con el tanque SLOP de babor.



Imagen de la bomba de limpieza situada junto a las bombas contraincendios en la cubierta más baja de la cámara de Máquinas (Archivo: Alfonso Fortuny).



Línea de limpieza a estribor de la pasarela central. (Imagen de archivo Alfonso Fortuny)

5.1 CAÑONES DE LIMPIEZA SCANJET

La máquina de limpieza tiene dos partes principales, una unidad de lavado instalada bajo cubierta, en el interior del tanque y otra sobre la cubierta principal, constituyendo el propio cabezal del cañón.

Para la utilización de las máquinas de limpieza hay que seguir una serie de instrucciones:

- Los cañones de limpieza está conectado permanentemente a una línea fija de baldeo. Primero se dejará una purga abierta, se arrancará la bomba de limpieza y finalmente se abrirá la conexión entre dicha línea y los cañones de limpieza.

- Se quita la tapa protectora y se tira de todos los botones de los programas de lavado para mantenerlos en su posición alta.

- Se abre la válvula de admisión paulatinamente hasta que los engranajes del cañón giren correctamente.

- Una vez la parte mecánica del cañón gire correctamente, se selecciona el programa de lavado presionando el botón con el gráfico de una "P", que acciona el prelavado. Es posible presionarlo en tres posiciones: bajo, medio y alto.

- Con los 3 botones hacia arriba el cañón permanece girando sobre el eje vertical sin variarsu ángulo en el eje horizontal.

- El pin de prelavado "P" tiene tres posiciones, si está totalmente arriba no hay ningún programa de lavado engranado. Si el pin está presionado hasta la mitad, la elevación será 1,5º por vuelta. Si se encuentra totalmente pulsado, la opción seleccionada es la de prelavado, cuya elevación será de 60º por vuelta. Si tenemos dos programas seleccionados, el cañón se elevará 3º por vuelta, y si tenemos los tres programas seleccionados, el cañón aumentará su orientación 4,5º por vuelta. Es decir, por cada botón que presionamos (el botón de prelavado en posición media y los otros dos en posición baja) la variación del ángulo de proyección se incrementa en 1,5º por cada vuelta completa del cañón (invirtiendo su sentido al llegar a 0º y a 180º).

- La velocidad de giro se puede variar cambiando la posición de la turbina en el interior del cañón. Para ello hay que quitar el tapón del cofferdam y comprobar que la velocidad de giro se encuentra en 1 y 1,6 rpm. Si no es así habría que quitar el tapón protector y la tuerca para ajustar la velocidad del eje vertical de giro habrá que girar en el sentido deseado, hacia la

derecha para disminuir la velocidad, y hacia la izquierda para aumentarla. Una vez hecho, se girará la tuerca, se comprobará que la velocidad es la deseada y se pondrá de nuevo el tapón protector. No ajustar la velocidad con la máquina en funcionamiento.

- Para terminar hay que cerrar la válvula de admisión y todo el mecanismo se detendrá automáticamente. Ajustar el ángulo del cañón a 0° para drenar el agua del interior (no se debe manipular la manivela con el botón de prelavado en su posición baja). Y cerrar las tapas de la admisión de agua, y de protección de los botones.

Principio de funcionamiento

El principio de funcionamiento es el siguiente: el agua procedente de la línea de baldeo es dirigida hacia una turbina cuyo movimiento genera una corriente estática que hace girar un imán, y a su vez, este hace girar un pin. Este pin, hace girar una serie de engranajes que reducen la velocidad de giro, transmitiéndole este movimiento al cañón que dirige el agua de limpieza en el interior del tanque.



Imagen de la máquina de limpieza SCANJET del TC8E con su válvula de admisión. (Archivo Alfonso Fortuny)

5.2 PROCEDIMIENTO OPERACIONAL DE LIMPIEZA DE TANQUES

Todas las operaciones de limpieza de tanques deben ser cuidadosamente planificadas y documentadas, efectuándose una evaluación del riesgo y estableciendo medidas preventivas adecuadas para reducir el riesgo al nivel más bajo razonablemente posible (ISGOTT 5º, 11.3.2).

Todas las operaciones de limpieza y desgasificación de tanques deben ser supervisadas por el primer oficial de cubierta.

En las operaciones de limpieza de tanques, el principal riesgo es el fuego o explosión, debido a la presencia simultánea de una atmósfera inflamable y una fuente de ignición. Sin embargo, el riesgo debería eliminarse, quitando alguno de los peligros que contribuyen al riesgo (lado del triángulo de fuego). Tanto antes como durante las operaciones de limpieza y desgasificación de tanques, el oficial responsable deberá verificar.

- Que se están observando todas las precauciones apropiadas expuestas en ISGOTT, especialmente las contempladas en los capítulos 2.6 y 9 (Precauciones generales en los petroleros, precauciones antes y durante la manipulación de la carga, limpieza de tanques y desgasificación.
- Notificar a todo el personal de a bordo que están a punto de comenzar las operaciones de limpieza de tanques, cerrar todas las puertas estancas y cerrar la conexión del aire acondicionado con el exterior.
- Si hay embarcaciones al costado del petrolero, se deberá notificar a su personal el inicio de las operaciones y verificar que cumplen con todas las medidas de seguridad que se les aplique.

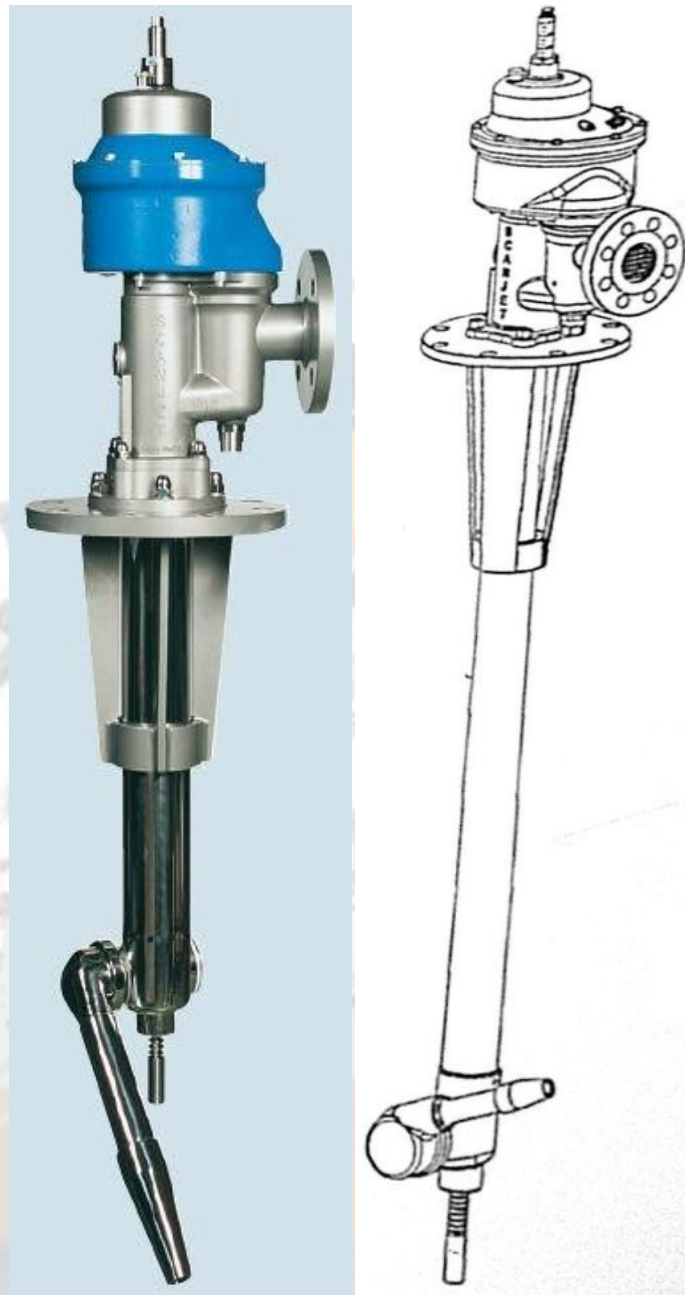


Imagen esquemática de un SCANJET (Archivo de la izquierda: <http://www.nauticexpo.es/prod/scanjet-marine/product-31580-317721.html> ; Archivo de la derecha: pantallazo Manual de los SCANJET)

6. PROCEDIMIENTO DE CARGA

Para llevar a cabo unas operaciones seguras y eficaces, es necesario establecer unas directrices.

El buque deberá llegar a la terminal de carga con los tanques de carga preparados para recibir el cargamento especificado para el viaje.

El primer oficial de cubierta elabora un plan de carga previamente de forma escrita, que se llevará a cabo bajo la aprobación del Capitán. En el plan de carga deberá constar:

1. El producto que se vaya a cargar en cada tanque.
2. La cantidad a cargar de cada producto, según la planificación recibida vía email y contrastada con la terminal.
3. El orden de carga y de distribución en los tanques del buque, de forma que imposibilite las mezclas y contaminaciones de los diferentes productos.
5. Si se va a descargar a varios puertos, es conveniente que el buque conozca el orden y el destino de las partidas, para efectuar su distribución a bordo, en vistas al orden de descarga, sin que la estructura sufra y no quede el buque con un asiento mayor de tres metros apopante o escora.
6. Una vez finalizada la distribución teórica de los productos a cargar en los tanques del buque, hay que tener en cuenta los productos que habían contenido anteriormente, el nivel de incompatibilidad de los residuos y/o gases, con el producto a cargar, por si procede una limpieza de tanques y hasta qué nivel.
7. Una vez establecido el plan de carga, se dibuja sobre un croquis del compartimentado de los tanques de carga del buque la distribución, asignándole un color a cada producto y pintándolo en su tanque correspondiente.
8. Durante las operaciones de carga se deberá controlar el caudal de todos los productos por medio de promedios en cada una de sus fases (I, II y III), dependiendo del diámetro de los bajantes de carga y del número de tanques abiertos.

9. Antes de llegar al puerto de carga, en el manifold del buque, se colocarán sujetos a las bridas de conexión con tierra que se vayan a usar, carteles con el nombre o las siglas del producto a cargar por cada línea, evitando así errores en el acople.

10. El plan de carga debe tener en cuenta las instrucciones sobre estabilidad del buque y la necesidad de evitar excesivas superficies libres con la consecuente pérdida de estabilidad. El plan se realizará conforme a los cálculos de esfuerzos y estabilidad efectuados.

11. Para evitar la contaminación en caso de derrame, durante toda la operación de carga, se mantendrán herméticamente cerrados todos los imbornales de la cubierta de carga del buque. Como medida preventiva, se dispondrá en cubierta equipo y material anti-contaminación suficiente para hacer frente a un posible derrame.

12. En el apartado operaciones del plan de carga, se establecerán lo más especificado posible todas las operaciones relacionadas con la carga y deslastre a efectuar.

13. Una vez aprobado el plan de carga, no se modificará salvo que el primer oficial, con la aprobación del Capitán, lo considere oportuno.

14. Del plan de carga aprobado se efectuarán tres copias: una se situará en el control de carga para el oficial de guardia, otra para el bombero y finalmente otra para el *Loading Master*.

15. El *Loading Master*, por parte de la terminal, debe entregar al buque la Material Safety Data Sheets (MSDS), en español, las fichas de datos de seguridad de la carga a transportar.

Antes de comenzar las operaciones de carga, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Al menos dos miembros de la tripulación del buque (primer oficial 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, acoples en el manifold, estado de limpieza de los tanques, comprobación de las válvulas P/V, los imbornales, cierre de las tapas de tanques, etc para verificar el correcto funcionamiento.

El Capitán u oficial de guardia y el *Loading Master*, procederán a ponerse de acuerdo, en la reunión inicial, según ISGOTT 5ª y la normativa IMO, estableciendo por escrito un plan de carga definitivo y firmando la "Carta de Preaviso".

Se acuerda el número de mangueras o brazos de carga a conectar y su diámetro, orden en que se cargarán los productos, el máximo caudal aceptado de cada producto en cada una de las

fases (I, II y III), si habrá desplazamientos de producto y volumen, si la carga la finaliza la terminal o el buque y la antelación con la que hay que avisar a la terminal previamente antes de moderar el caudal o finalizar la carga.

También se acuerda mantener una permanente comunicación con el responsable de la terminal en un canal determinado de VHF.

Conexión de mangueras: el buque y la terminal deben de estar eléctricamente aislados, por medio de una brida aislante instalada entre la manguera o brazo de carga y el manifold del buque.

Es importante que el inspector de carga, en este caso el inspector de CLH, compruebe previamente que los tanques que deben recibir la carga están vacíos y aptos para recibir el cargamento, firmando el "Certificado de Inspección de Limpieza de Tanques de Carga".

Previamente a las operaciones, el marinero de guardia, hará una ronda de seguridad verificando el correcto estado de los alambres de seguridad en el costado, la estanqueidad y la adecuada colocación de los imbornales, entre otros.

La carga se efectuará en cerrado, teniendo en cuenta lo que se establece en ISGOTT 5ª 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).

El proceso de carga en cada tanque, tiene tres fases diferenciadas:

1. Fase I: Comprende desde el inicio de la carga hasta que el extremo de la tubería bajante esté cubierta y hayan cesado las turbulencias y salpicaduras sobre la misma .

Según la normativa de ISGOTT 5ª, 11.1.7.3, el promedio de carga está limitado por el caudal máximo permitido para el tanque sea aquel en que la velocidad lineal por tanque no exceda 1 m/s. Esto es debido a la electricidad estática que puede generar el producto al chocar con las paredes de los tanques. Teniendo en cuenta las recomendaciones de ISGOTT 5ª y el diámetro de la bajante de carga, el B/Q Tinterfe tiene un caudal inicial máximo de 120 m³/h por tanque. Para conseguir dicho caudal, dependerá del número de tanques a cargar. Por ejemplo, si se fueran a cargar uno o dos tanques, se solicitaría cargar por gravedad, sin bomba, mientras que si el número de tanques es mayor, es posible cargar con bomba, pues el caudal inicial se reparte en los diferentes tanques.

En esta primera fase se tomarán muestras de todos los productos, para su posterior análisis en los laboratorios correspondientes. Las muestras se tomarán por medio de una purga situada en el manifold, pues el ISGOTT 5ª 11.1.7.3 recomienda que no deben introducirse en los tanques equipos metálicos.

2. Fase II. Abarca desde el final de la fase I, hasta que el tanque tenga un vacío, en el que el Capitán considere necesario parar las bombas de tierra para rellenar. En esta fase, el caudal máximo permitido por tanque está limitado por exhaustación de gases.

La exhaustación de gases se puede realizar por medio de dos vías, mediante línea de retorno de gases o mediante válvulas de presión / vacío. La primera hace referencia a una línea de evacuación de gases que comunica con todos los tanques, a la que se acopla una manguera o brazo de 8 pulgadas de diámetro para la exhaustación de gases hacia la terminal. Esta línea de retorno se usa cuando la carga se efectúa en sistema cerrado. El ritmo de carga no se puede estipular como una cifra fija, pues dependerá de la contrapresión del sistema de retorno de la terminal y del número de tanques que estén alineados exhaustando de forma simultánea. En el manual de la línea de retorno de gases VECS (Vapor Emission System) existen unas curvas que permiten determinar el promedio máximo.

Por otro lado, las válvulas de presión / vacío, ya descritas anteriormente, evacúan gases al exterior, cuando alcanzan una sobrepresión de 210 mbar. Al tratarse de válvulas P/V de alta velocidad, dada la altura de la P/V sobre cubierta y gracias a su diseño, impulsan dichos gases a una distancia segura respecto al buque y terminal, quedando así la cubierta del mismo libre de gases de hidrocarburos.

Dados los dos sistemas de los que dispone el B/Q Tinterfe para la exhaustación de gases, el buque se encuentra limitado a un caudal máximo en esta fase de unos 350 m³/h por tanque. Cuando los tanques se aproximen al vacío de la fase III, se avisará con 15 minutos de antelación a la terminal, para la reducción del caudal a un máximo de 85 m³/h por tanque.



Imagen del acople de la línea de retorno de gases y de las válvulas P/V (Archivo: Alfonso Fortuny).

Durante esta fase intermedia, se toma nuevamente muestras de los diferentes productos. Para la medición de vacíos, temperaturas, toma de agua y extracción de muestras de la carga: ISGOTT 5ª 11.1.7.3, recomienda que durante la carga y hasta 30 min después de finalizada la misma, no deben introducirse en los tanques equipos metálicos para la toma de vacíos, temperaturas, toma de agua o muestras, esto incluye a las sondas herméticas (UI o UTI), además ISGOTT 5ª 11.1.13.5 y 11.8.2, recomienda que los materiales de las tiras, usadas para bajar los equipos de medida o extracción de muestras dentro de los tanques, no deben estar fabricados de materiales sintéticos.

Una vez pasados los 30 minutos tras acabar la carga, los equipos metálicos pueden ser usados para la toma de vacíos, temperaturas, toma de aguas o extracción de muestras, pero es esencial que estén conectados a masa durante toda la operación, desde antes de introducirlos en el tanque hasta su posterior extracción.

Las operaciones efectuadas a través de la *vapour lock*, *sounding pipes* o tubos de sonda del tanque, están permitidas y pueden efectuarse en cualquier momento, de acuerdo con lo establecido en ISGOTT 5ª 11.8.2.3. El tubo de sonda debe extenderse a todo lo alto del tanque, tener orificios para evitar la presión diferencial y garantizar la exactitud de las medidas.

Durante todas las operaciones, el oficial de guardia tomará promedios en intervalos que no excedan 1 hora, controlando que el *rateo* el caudal coincidan con lo acordado con el *Loading Master* en la reunión inicial. En caso de que el caudal sobrepasase lo acordado inicialmente, habría que solicitar a la terminal moderar, mientras que si es inferior, se redactaría una carta de protesta por caudal.

En todo momento, se tendrá en cuenta la estabilidad, los esfuerzos, la escora y el asiento del buque, para llevar a cabo unas operaciones seguras. Para interrumpir las operaciones de carga, se cerrará primero la válvula de la terminal antes que el manifold del buque.

3. Fase III. Esta última fase se corresponde con el topeo de los tanques al 98% de capacidad. Comienza con el final de la fase II hasta que se para finalmente la carga.

Es esta fase, el promedio de carga se reducirá a una velocidad tal que permita la detención instantánea de la operación de carga de manera segura. Para ello, el máximo caudal permitido calculado para esta fase será de 85m³/h. Se solicitará la reducción de caudal, parada de la bomba y cierre progresivo de las válvulas, hasta el cierre final de las mismas, en que se da por completada la carga del tanque. Además, el oficial de guardia realizará una monitorización continua de los vacíos de los tanques dados por las sondas, poniendo la máxima atención con el fin de evitar el rebose de los tanques.

Una vez finalizadas las operaciones de carga, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Se cerrarán todas las válvulas en el buque (bajantes, intermedias, agrupadas en el colector y manifold) y colocarán bridas ciegas a las tomas desconectadas, colocándoles todos los tornillos.
2. Hay que tener en cuenta en todo momento los calados, tanto al principio, durante y al final de las operaciones, cumpliendo así con el Convenio sobre Líneas de Carga, que solo tiene validez legal en el calado medio, junto al disco Plimsoll.
3. La medición de vacíos, temperaturas, toma de agua y extracción de muestras de la carga se realizará conforme a las recomendaciones de ISGOTT 5ª 11.1.7.3, que establece que durante la carga y hasta 30 min después de finalizarla, no deben introducirse en los tanques equipos metálicos para la toma de vacíos, temperaturas, toma de agua o muestras, incluido a las sondas herméticas (UI o UTI), además ISGOTT 5ª 11.1.13.5 y 11.8.2, recomienda que los materiales de las tiras, usadas para bajar los equipos de medida o extracción de muestras dentro de los tanques, no deben estar fabricados de materiales sintéticos.

Una vez pasados los 30 minutos tras acabar la carga, los equipos metálicos pueden ser usados para la toma de vacíos, temperaturas, toma de aguas o extracción de muestras, pero es esencial que estén conectados a masa durante toda la operación, desde antes de introducirlos en el tanque hasta su posterior extracción.

Las operaciones efectuadas a través de la *vapour lock*, *sounding pipes* o tubos de sonda del tanque, están permitidas y pueden efectuarse en cualquier momento, de acuerdo con lo establecido en ISGOTT 5ª 11.8.2.3. El tubo de sonda debe extenderse a todo lo alto del tanque, tener orificios para evitar la presión diferencial y garantizar la exactitud de las medidas.

4. Se deberá comprobar la no presencia de agua en los tanques de carga introduciendo una UTI por la *vapour lock* a la hora de sondar los tanques.

5. Respecto a la temperatura de los diferentes productos, se podrá obtener mediante la lectura de sensores de carga con repetidores en el Control de Carga. Además, también se podrá determinar su temperatura por medio de la introducción de una UTI por la *vapour look* o mediante termómetros graduados en grados centígrados.

Con la obtención de dichos datos, el oficial de guardia realizará una liquidación del cargamento, que será comprobada junto con las cantidades facilitadas por el *Loading Master* en el conocimiento de embarque. En caso de no coincidir las cantidades de la liquidación con las cantidades del conocimiento de embarque, se redactará una "protesta por diferencias".

De acuerdo con la Regla 36.5 del Anexo I del Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques de 1973, en su forma modificada por el Protocolo de los Petroleros de 1978 (MARPOL 73/78), las operaciones de carga y limpieza de tanques en petroleros de arqueo bruto igual o superior a 150 toneladas, deberán registrarse en el Libro de Registro de Hidrocarburos (Parte II).

Conforme a las instrucciones establecidas es MARPOL, Anexo II, Regla 9, tanque por tanque, cada vez que se realicen a bordo las siguientes operaciones respecto a sustancias nocivas líquidas de categoría de contaminación X, Y o Z, asignada a cada producto en el Código Internacional de Químicos (CIQ) (Enmiendas de 2004, Capítulo 17):

A) Embarque de carga.

B) Trasiegos internos de carga.

C) Desembarque de carga.

D) Prelavado obligatorio de los tanques de carga conforme al Manual de Procedimientos y medios.

E) Limpieza de los tanques de carga, excepto prelavado obligatorio (diferentes a operaciones de prelavado, lavado final, ventilación, etc.).

F) Descarga en la mar de la limpieza de tanques.

G) Lastrado de tanques de carga.

H) Descarga del agua de lastre de los tanques de carga.

I) Descargas accidentales o descargas excepcionales.

J) Cuando un inspector designado o autorizado por un Gobierno con la función de vigilar las operaciones reglamentarias en el Anexo II, haya inspeccionado el buque, el inspector hará el asiento pertinente en el Libro de Registro de Carga.

K) Procedimientos operacionales y observaciones.

De acuerdo con la Regla 15.5, el Libro de Registro de Carga, deberá conservarse siempre a bordo, durante un período mínimo de tres años a partir del último asiento.



7. PROCEDIMIENTO DE DESCARGA

Antes de comenzar las operaciones de descarga, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones.

a) Al igual que en la carga, al menos dos miembros de la tripulación del buque (primer oficial y bombero preferentemente), deben comprobar físicamente por separado, la idoneidad del equipo de descarga, verificando la correcta alineación de las válvulas (abierto / cerrado) de acuerdo con el Plan de Descarga, acoples en el manifold, exhaustaciones, válvulas P/V, imbornales, cierre de tapas de tanques, etc. para verificar el correcto funcionamiento del equipo.

b) El Capitán u oficial de guardia y el responsable de la terminal, procederán a ponerse de acuerdo, en la reunión inicial, según ISGOTT 5ª y la normativa IMO, estableciendo por escrito un plan de descarga definitivo y firmando la "Carta de Preaviso". Además, en dicha reunión se verificará por escrito la Lista de Comprobación Buque / Terminal (*Ship / Shore Safety Check List*), lista que se obtiene de las páginas finales de ISGOTT apartado 26.3, 26.3.1, 26.3.2, 26.3.2.1, 26.3.2.2 y 26.3.3 donde se establecen las directrices a llevar a cabo. Estos documentos se mostrarán al final del trabajo.

El Plan de Descarga debe contener:

- El número de mangueras de descarga a conectar y su diámetro.
- El buque y la terminal deben de estar eléctricamente aislados pudiendo conseguirse por medio de la colocación de una brida aislante entre el manifold del buque y la manguera o el brazo de carga, según las recomendaciones de ISGOTT 5ª 11.8, 17.5, 17.6 y 26.3, y el Real Decreto 145/89 del 20 de enero, por el que se aprueba el Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los Puertos en el artículo 101.2.1.9.
- Orden y simultaneidad en el que se descargarán los productos.
- Máxima presión de descarga aceptada por la Terminal y por el buque.
- Detalles específicos de productos y volumen en caso de haber desplazamientos de agua entre productos.

- Mantener una comunicación permanente con el responsable de la terminal en un canal determinado de VHF o mediante un VHF portátil facilitado por el mismo.
- Instrucciones a seguir respecto a la estabilidad y esfuerzos durante la descarga.
- Como riesgo de prevención de derrames y contaminación al mar, se mantendrán herméticamente cerrados todos los imbornales de la cubierta principal.
- Se detallarán de forma específica y clara las operaciones de descarga y lastre a llevar a cabo durante las operaciones.
- Una vez aprobado el Plan de Descarga, no se efectuarán cambios sin la aprobación previa del Capitán. Del Plan de Descarga aprobado se harán tres copias, una para el oficial de guardia, otra para el bombero y la última para el representante de la terminal.

La descarga se realizará en cerrado, con todas las posibles aperturas del tanque cerradas herméticamente. La regulación de la presión interna del tanque se realizará por medio de las válvulas P/V.

Tras el comienzo de las operaciones de descarga:

Antes de abrir las válvulas del manifold, el oficial de guardia se asegurará de que las válvulas de los tanques de recepción de la factoría están completamente abiertas, siendo imprescindible recibir una comunicación clara del responsable de la terminal de que todas las válvulas hasta su tanque de recepción están abiertas y que están listos para recibir la descarga.

Además, antes de iniciar las operaciones, el oficial de guardia avisará a un oficial de la máquina para que prepare la planta generadora de nitrógeno para el posterior suministro a los tanques durante la descarga. Una vez, la planta esté lista y adquiera una presión positiva aceptable para bajar los altos niveles de volumen de los tanques, se podrá comenzar las operaciones de descarga.

En ningún caso se abrirán las válvulas del manifold antes de arrancar las bombas de descarga y que se haya desarrollado por éstas una presión positiva inicial.

La descarga debe comenzar a un promedio bajo, hasta que se consiga el completo llenado de la línea de descarga y que el oficial de guardia verifique que bajan los niveles de los tanques de carga de a bordo, es decir, que aumenten los vacíos y que tanto el buque como la terminal hayan comprobado que los tanques de origen, en el buque, como los de destino, en la factoría, son los designados. En esta primera fase se desinhibirán las alarmas de 98% de capacidad de

los tanques. Cuando se haya quitado el alto nivel a todos los tanques, el oficial de guardia avisará a un oficial de máquinas para que modifique el *set point* de nitrógeno y aumentar así el caudal que se suministra a los tanques de carga para una correcta descarga.

Durante las operaciones de descarga, el promedio o presión de la misma debe ser controlado por el oficial y el marinero de guardia, comprobando que sea coherente con el acuerdo alcanzado con el representante de la terminal en la reunión inicial. De tal forma que el promedio o presión de descarga no debe ser alterado de forma sustancial sin informar a la terminal. Como control de la operación de descarga, como tiempo máximo de una hora se tomarán los vacíos de los tanques que se están descargando, obteniendo así el volumen actual de los tanques en ese momento y por tanto calculando de esta forma el caudal al que está saliendo el producto.

Una vez hemos descargado la mayor parte del volumen de los tanques de carga, para realizar el secado de los mismos, se bajarán las revoluciones de las bombas de descarga con el fin de evitar vibraciones en las mismas.

Al finalizar la descarga, el barrido de las tuberías, brazos o mangueras entre la válvula de tierra y el manifold del buque, depende de las facilidades disponibles, del desnivel entre la arqueta del muelle y el manifold del buque, y los acuerdos adoptados con el representante de la terminal para la operación en la reunión inicial o final. En caso de brazos de carga, tienen una válvula en su parte superior para su posterior drenado (vaciado) al final de la descarga. En caso de mangueras, se elevarán desde una punta de la misma con la grúa de mangueras para su posterior vaciado. Bajo ninguna concepto está permitido el desplazamiento de las líneas con aire comprimido. Por otro lado, algunas factorías requieren que el buque desplace las líneas con agua. Como medida de prevención para la contaminación, se recomienda que tal desplazamiento se efectúe con bomba, arrancándola en primer lugar y consiguiendo así una presión positiva que impida el retroceso. Se aspirará de uno de los tanques de lastre o del mismo fondo.

Al finalizar la descarga, las líneas de carga de cubierta y el colector deben ser drenadas hacia un tanque apropiado que puede ser el tanque SLOP de babor o a un tanque del mismo producto. En caso de tener que soplar, se hará con nitrógeno alineado hacia el colector o la línea correspondiente de carga.

Una vez finalizado el drenaje, se cerrarán todas las válvulas abiertas (descargas, agrupadas, intermedias 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 MARPOL, se vaciará el contenido de las bandejas del manifold al tanque SLOP de babor.

Finalizadas las operaciones de descarga, el representante de la terminal comprobará, junto con el oficial de guardia, el estado de los tanques de carga, confirmando de esta forma que están secos.

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), las operaciones de descarga de los petroleros de arqueo bruto igual o superior a 150 toneladas, deberán consignarse en el Libro de Registro de Hidrocarburos (Parte II).

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 (*Cargo Record Book for Ships Carrying Noxious Liquid Substances in Bulk*), en la forma que especifica el apéndice II de dicho Anexo.

Conforme a las instrucciones establecidas es MARPOL, Anexo II, Regla 9, tanque por tanque, cada vez que se realicen a bordo las siguientes operaciones respecto a sustancias nocivas líquidas de categoría de contaminación X, Y o Z, asignada a cada producto en el Código Internacional de Químicos (CIQ) (Enmiendas de 2004, Capítulo 17):

- A) Embarque de carga.
- B) Trasiegos internos de carga.
- C) Desembarque de carga.
- D) Prelavado obligatorio de los tanques de carga conforme al Manual de Procedimientos y medios.
- E) Limpieza de los tanques de carga, excepto prelavado obligatorio (diferentes a operaciones de prelavado, lavado final, ventilación, etc.).
- F) Descarga en la mar de la limpieza de tanques.
- G) Lastrado de tanques de carga.
- H) Descarga del agua de lastre de los tanques de carga.
- I) Descargas accidentales o descargas excepcionales.
- J) Cuando un inspector designado o autorizado por un Gobierno con la función de vigilar las operaciones reglamentarias en el Anexo II, haya inspeccionado el buque, el inspector hará el asiento pertinente en el Libro de Registro de Carga.
- K) Procedimientos operacionales y observaciones.

De acuerdo con la Regla 15.5, el Libro de Registro de Carga, deberá conservarse siempre a bordo, durante un período mínimo de tres años a partir del último asiento.

8. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA

Una vez el buque ha completado la descarga, el Primer Oficial, junto con el bombero y la aprobación del Capitán, es el responsable de preparar la siguiente carga del buque. Para ello, el departamento de Logística de la Compañía, bajo los requisitos del fletador, CLH, informan del próximo cargamento y terminal donde se va a llevar a cabo, para elaborar un plan organizado de limpieza. Todas estas operaciones, deben ser supervisadas por el oficial de guardia. Según las recomendaciones de ISGOTT 5ª 11.3.2, todas las operaciones de limpieza deben ser cuidadosamente planeadas y documentadas. Para ello, se establecen unos criterios de limpieza en función de cambio de producto que se vaya a cargar próximamente.

ÚLTIMO CARGAMENTO	PRÓXIMO CARGAMENTO							
	KERO	GNAS (10 ppm S)	GOA (10 ppm S)	GOE (0,1% S)	DO (1% S)	GOA (5% FAME)	FO	NAFTA
KEROSENO (3000 ppm S)	----	≈8≈	≈8≈	1	1	≈8≈	3	
GASOLINA (10 ppm S)	4	----	3	3	3	3	3	4
GAS-OIL A (10 ppm S)	4	2	----	----	----	2	1	4
GAS-OIL E (0,1% S)	4	2	2	----	----	2	1	4
DIESEL-OIL (1% S)	6	2	2	2	----	2	1	4
GAS-OIL A (5% FAME)	7	2	2	2	2	----	1	4
FUEL-OIL	NO	NO	NO	NO	5	NO	----	NO
NAFTA	4	4	4	4	4	4	NO	----

OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA EN EL B/Q TINERFE

CÓDIGO	PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA
1	1. Al finalizar la descarga, reachicar los tanques adecuadamente.
2	1. Reachicar los tanques adecuadamente. 2. Desplomar líneas y bombas al slop. 3. Limpieza del tanque, máquina butterworth, con agua fría salada durante 30 minutos. 4. Limpieza del fondo del tanque con "haragán". 5. Reachicar bien pocetos bombas.
3	1. Reachicar los tanques adecuadamente. 2. Desplomar líneas y bombas al slop. 3. Ventilar hasta un 10% LEL 4. Control de atmósfera 5. Circular agua de mar por líneas y fondo de tanques. Reachicar bien.
4	1. Reachicar los tanques adecuadamente. 2. Desplomar líneas y bombas al slop. 3. Ventilar hasta un 10% LEL 4. Control de atmósfera 5. Circular agua de mar por líneas, fondo tanques y bombas. Reachicar bien. 6. Limpieza con máquina butterworth con agua fría salada (1 hora). 7. Desgasificación. 8. Achicar pocetos aspiración bomba. 9. Secar.
5	1. Reachicar los tanques adecuadamente. 2. Desplomar líneas y bombas. 3. Circular agua de mar por líneas y bombas. Reachicar. 4. Limpieza con máquina butterworth con agua fría salada (2 horas). 5. Desgasificación. 6. Extracción de sedimentos.
6	1. Reachicar los tanques adecuadamente. 2. Desplomar líneas y bombas. 3. Circular agua de mar por líneas, fondo tanques y bombas. Reachicar. 4. Limpieza con máquina butterworth con agua salada (2 horas). 5. Limpieza con máquina butterworth con agua salada caliente (80°C) (1 hora). 6. Endulzar. Butterworth con agua dulce caliente (80°C) (30 minutos). 7. Desplomar líneas y bombas. Abrir bajantes y chapaletas de las bombas. 8. Reachicar pocetos aspiración bomba. 9. Secar de forma manual los restos de agua del poceto de las bombas
7	1. CARGAMENTO INTERMEDIO DE UN PRODUCTO CON CERO (0) % FAME 2. Reachicar los tanques adecuadamente 3. Desplomar líneas y bombas al slop 4. Ventilar hasta un 10% LEL 5. Control de atmósfera 6. Circular agua de mar por líneas, fondo tanques y bombas. Reachicar bien. 7. Limpieza con máquina butterworth con agua fría salada (1 hora). Reachicar bien. 8. Desgasificación.
	9. Limpieza con máquina butterworth con agua caliente (60°) salada (30 minutos). Reachicar bien 10. Circular agua caliente por líneas y bombas. 11. Desplomar líneas y bombas. Abrir bajantes y chapaletas de las bombas. 12. Reachicar bien pocetos aspiración bombas. 13. Secar de forma manual los restos de agua del poceto de las bombas
8	1. Reachicar los tanques adecuadamente. 2. Desplomar líneas y bombas al slop. 3. Ventilar hasta un 10% LEL 4. Control de atmósfera 5. Circular agua de mar por líneas, fondo tanques y bombas. Reachicar bien. 6. Limpieza del tanque con máquina butterworth, con agua fría salada (30 minutos). 7. Desplomar líneas y bombas. Abrir bajantes y chapaletas de las bombas. 8. Reachicar bien pocetos aspiración bombas. 9. Secar de forma manual los restos de agua del poceto de las bombas

Preparaciones:

Tanto antes, como durante las operaciones de limpieza y desgasificación de tanques, el oficial responsable deberá verificar:

- Que se están observando todas las precauciones apropiadas expuestas en ISGOTT, especialmente las contempladas en los Capítulos 2, 4 y 11 (Riesgo del petróleo, riesgos generales para buque y terminal, operaciones a bordo y limpieza de tanques y desgasificación).
- Notificar a todo el personal de a bordo que está a punto de comenzar las operaciones de limpieza de tanques.
- Si hubiese embarcaciones al costado del petrolero, se deberá notificar a su personal el inicio de las operaciones y verificar que cumplen con todas las medidas de seguridad que les aplique.
- Tanto en la condición de tanques inertizados como en los procesos que sea necesaria la ventilación de los tanques, deben seguirse todos los procedimientos de seguridad relativas al cierre de puertas, portillos, recirculación y toma de aire acondicionado de la habitación, para evitar que la atmósfera de la habitación quede viciada por los gases desprendidos de los mismos.

Prueba de las mangueras de limpieza de tanques:

Se deberá comprobar la continuidad eléctrica en todas las mangueras, en condición seca, que intervengan en la limpieza de tanques, antes de su uso, y en ningún caso, la resistencia deberá ser mayor de 6 ohmios por metro de longitud.

Entrada a tanques de carga:

Antes de la bajada a un tanque de carga debemos comprobar la atmósfera del mismo con el explosímetro, y se han de tomar todas las precauciones adecuadas, incluyendo la emisión de un permiso de entrada en espacios cerrados, tal y como queda establecido en el Manual de Procedimientos. El oficial de guardia dará la orden cuando todo haya sido verificado.

Equipo de medición de gas:

Con el fin de mantener un control adecuado de la atmósfera de los tanques de carga, a bordo del B/Q Tinerfe, se dispone del siguiente equipo de medida:

- Dos equipos multigás *Tankscope* para la medición de oxígeno, CO y sulfhídrico a la hora de inertizar con nitrógeno.

- Dos equipos analizadores de atmósfera para la medición de gases o vapores inflamables (LEL), oxígeno y CO en el aire.
- Un equipo capaz de medir concentraciones de gases tóxicos y sulfhídricos.
- Un test de calibración de los analizadores de atmósfera.
- Un test de calibración para el *Tankscope*.
- Dos bombas de aspiración para tubos colorimétricos.

Todos los equipos de inspección, medición y ensayo nombrado anteriormente llevarán un control mediante test de calibración efectuados de forma periódica, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Dicha calibración se realizará antes de comenzar las operaciones de carga, descarga, limpieza o desgasificación de los tanques de carga. Además, se revisarán anualmente mediante una inspección rutinaria por el fabricante o taller autorizado.

Operaciones de limpieza de tanques de carga:

Atmósfera en el tanque:

Según las recomendaciones de ISGOTT 5ª Edición, 11.3.4 la atmósfera en el tanque dependerá de los niveles de los gases que la compongan:

Inerte: Una atmósfera incapaz de arder, pues se introduce gas inerte y se reduce el contenido de oxígeno prácticamente en su totalidad. Para dicha condición, el nivel de oxígeno en el tanque no deberá exceder el 8% del volumen, manteniéndose siempre el tanque con presión positiva . ISGOTT 5ª Edición 11.3.4.1.

Demasiado pobre: Una atmósfera incapaz de arder, por la deliberada reducción del contenido de hidrocarburos a niveles por debajo del límite inflamable inferior (LFL).

Demasiado rica: Una atmósfera incapaz de arder, por mantenerse deliberadamente el contenido de hidrocarburos del tanque por encima del límite inflamable superior (UFL)

Ver ISGOTT 9.2.5.

No controlada: Una atmósfera que no está controlada y que puede así estar por encima, por debajo o dentro del rango inflamable.

Limpieza de tanques en una atmósfera inerte:

En la sección 7.1.6.9 ISGOTT 5ª Edición se exponen los requerimientos para el mantenimiento de una atmósfera inerte y las precauciones a ser observadas durante la limpieza de tanques.

Durante estas operaciones, deben tomarse medidas a diferentes niveles para verificar que la atmósfera en el interior del tanque permanece no-inflamable, es decir, el contenido de

oxígeno no debe exceder del 8% del volumen) y con presión positiva, debiéndose mantener este nivel durante toda la operación de limpieza.

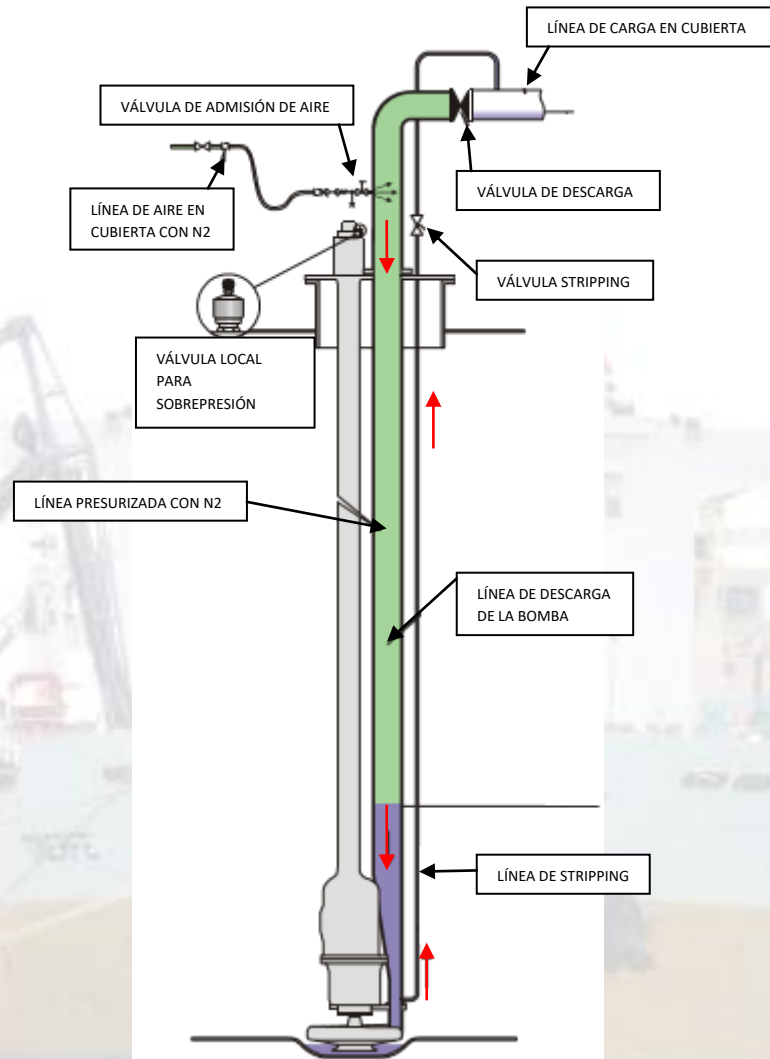
Si durante las operaciones de limpieza el contenido de oxígeno en el interior del tanque excede del 8% por volumen o no es positiva la presión interior del gas inerte en el tanque, se deberán parar las operaciones hasta que se establezcan las condiciones de seguridad.

Para efectuar la limpieza , se deben seguir los siguientes pasos:

1. Alinear en el colector por el que se vaya a lavar, bien el de babor o el de estribor, los tanques de carga donde se quiera efectuar la limpieza. Para ello, abriremos en el colector las válvulas agrupadas y válvulas intermedias de dichos tanques. Además, también se alineará el tanque SLOP de babor, abriendo sus correspondientes agrupadas e intermedia, para que las lavazas generadas durante la limpieza se almacenen hasta la próxima llegada del buque a refinería.
2. Abrir una purga del sistema de limpieza, para evitar el efecto de ariete.
3. Arrancar la bomba de limpieza.
4. Alinear los cañones de limpieza de los tanques que se van a lavar. Para ello se abrirá la válvula que conecta la línea general de limpieza con la del cañones de lavado de cada tanque.
5. Una vez abierto el paso de agua por el cañón de limpieza, se selecciona el programa deseado.
6. Cuando el tanque tenga la cantidad de agua suficiente, arrancaremos la bomba de descarga a revoluciones bajas , se parará la bomba de limpieza y se achicarán los tanques hasta que las bombas se desceben. Se
7. Alinear la línea de aire de cubierta con la planta de nitrógeno y purgar la línea de aire de cubierta.
8. Una vez que las bombas se desceban, hay que pasar a hacerlo localmente, para ello, se vuelve a arrancar al mínimo la bomba de descarga desde el control de carga, con la descarga cerrada. El bombero le suministrará presión con nitrógeno a la línea y abrirá la válvula *stripping*, hasta que se vuelva a descebar la bomba. La presión ejercida por el nitrógeno empuja el producto restante en el interior de la línea hacia el pocete, de donde será descargado hacia el SLOP de babor por medio del sistema de *stripping*.

9. Dicho proceso se continuará y repetirá hasta que la línea se encuentre vacía.

10. Una vez se dé por finalizado el *strippeado* de las bombas, se cerrará la válvula de stripping y el suministro de presión con nitrógeno, además de parar la bomba de descarga.



Esquema de la bomba para el reachique local del tanque de carga durante las operaciones de limpieza (Archivo Manual de FRAMO, Editado Alfonso Fortuny)

Finalizado el lavado y reachique de los tanques de carga, se procederá a drenar y purgar las líneas de carga de cada tanque que se ha lavado. Para ello, se aislará cada tanque del resto, cerrando la agrupada interior en el colector y se seguirán los siguientes pasos:

1. Se suministrará presión de nitrógeno a la línea de carga de cada tanque.
2. Cuando el manómetro de la línea de carga indique entre cinco y siete kilos de presión, se abrirán las válvulas de *stripping* en la zona baja del colector, con el objetivo de drenar la línea de carga de los tanques lavados al tanque SLOP de babor. Cada línea de carga se encuentra

conectada con el SLOP por medio de una serie de ramales de líneas denominadas líneas de *stripping*.

3. Este proceso se repetirá tantas veces como sea necesario, hasta que la línea de carga haya quedado completamente drenada.

De esta forma, se da por finalizado el proceso de limpieza de tanques, dando paso al proceso de desgasificación de los mismos en caso de que fuese necesario.

De conformidad con el Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques de 1973, en su forma modificada por el protocolo de 1978, MARPOL 73/78 y enmiendas posteriores, Regla 36 del Anexo I, 2.5, las operaciones de limpieza de tanques de los petroleros de arqueo bruto igual o superior a 150 toneladas, deberán registrarse en el Libro de Registro de Hidrocarburos (Parte II).

Además, la Regla 36 del mismo anexo, apartado 3, expone que se deberá anotar en el Libro de Registro de Hidrocarburos (Parte II) la cantidad total de hidrocarburos y de agua que se empleen para el lavado y se trasvasen a un tanque de almacenamiento.

El Capitán informará al Departamento de Seguridad y Medio Ambiente de forma mensual, de la cantidad de lavazas y residuos oleosos de sentinas entregados en instalaciones receptoras, especificando fecha y puerto, mediante un documento denominado Acción MARPOL.

9. DOCUMENTOS DE LA CARGA REUNIÓN INICIAL Y FINAL

En este apartado se definen los documentos emitidos tras las reuniones tanto iniciales, previas a las operaciones, como en las finales, tras las operaciones.

Reunión inicial:

Antes de comenzar la carga del buque se realiza una reunión inicial del Capitán y el oficial de guardia con el representante de la terminal, generalmente el *Loading Master*. En este primer encuentro se trata básicamente el tema de la seguridad operacional y la prevención de la contaminación. A este efecto se hace entrega al Capitán de la hoja de características de la carga (*Safety Data Sheet*), en la que vendrán detalladas todos los riesgos de manipulación de la carga.

En cuanto a la seguridad de las operaciones, se hará entrega al Capitán de dos listas de comprobación, una puramente de seguridad entre el buque y la terminal, lista que deberá de ser revisada a intervalos regulares de tiempo mientras duren las operaciones (intervalos que no excedan más de 4 horas). La otra lista de comprobación establece unas directrices básicas para tratar de evitar la polución.

Además, por parte del buque se emiten, entre los más destacados: la Carta de Preaviso o *Notice of Readiness*, donde se representa la llegada del buque mediante la hora de Atención a Máquinas; el Plan de Carga donde se detallarán la distribución de la carga, orden y alineado para cargar los tanques; el Certificado de Limpieza de Tanques de Carga o *Clean Tanks Certificated* donde se refleja y especifica el procedimiento que se ha llevado a cabo para la preparación del tanque con el producto a cargar; y finalmente el documento de Inspección de Tanques de Carga, en el que se corrobora mediante una inspección previa a la carga que los tanques se encuentran en unas condiciones óptimas para las operaciones de carga.

Para finalizar, el representante de la terminal entrega al Capitán las *Loading Instructions*, simplemente se trata de información preliminar sobre la carga y lo más importante es el documento en el que se plasma el acuerdo entre ambas partes sobre los ritmos de carga y las presiones máximas permitidas. En este caso concreto se incluye también un documento en el que se informa de que la terminal tiene que hacer un desplazamiento de líneas, con el que se avisa al buque para que tome las medidas oportunas.

Reunión final:

Al finalizar las operaciones y una vez realizados todos los cálculos y comprobaciones pertinentes, el Capitán del buque y el representante de la terminal se vuelven a reunir, para realizar el intercambio de documentación. Entre los documentos más destacados suministrados por la terminal: el Conocimiento de Embarque o *Bill of Loading*, mediante el que se acredita la recepción o carga a bordo de mercancías en las condiciones designadas; el Certificado de Calidad de la Carga; el Certificado de Cantidad o *Quantity Certificate*, mediante el cual se certifican las cantidades cargadas por el buque para un destino determinado; y finalmente, la Hoja de Tiempos de la terminal o *Time Sheet*.

Todos estos documentos deberán de ser custodiados por el Capitán, con el fin de entregarlos a los receptores de la mercancía y al fletador.

Por otra parte, desde el buque se emiten los siguientes documentos: la liquidación, documento más importante que entrega el buque, se corresponde con el cálculo de carga realizado por el oficial pertinente. Una vez aceptado por el representante de la terminal, este cálculo puede dar origen a las diferentes protestas, que el Capitán puede dirigir contra la terminal, como puede ser el caso de Protesta por Diferencias y Protesta por Temperatura.

La protesta por diferencias se realiza con el fin de exonerar al barco de cualquier controversia entre el cargador y el mismo.

Otro de los documentos importantes entregado por el buque, es la hoja de tiempos, en donde se incluye la cronología de las operaciones desde que se presenta el *Notice* o Preaviso, hasta que se finalizan las labores de carga.

Teniendo en cuenta el tiempo transcurrido durante las operaciones de carga, se puede presentar una protesta por bajo caudal, que pretende justificar ante el fletador el tiempo perdido durante la carga del barco. Este tiempo se traduce en una mayor estancia en puerto y por tanto, una pérdida económica que puede ser reclamada por el cargador.

Por último, se le hace entrega al representante de la terminal de un pequeño cuestionario que se utiliza simplemente para su presentación ante el armador, pero no tiene ningún tipo de influencia en el transcurso de la carga.

10. DOCUMENTOS DE LA DESCARGA: REUNIÓN INICIAL Y FINAL

Reunión inicial:

Atracado el buque y según las condiciones adecuadas de seguridad, se establece una reunión inicial previa a las operaciones de descarga. Dicha reunión inicial será similar a la que se produce con el *Loading Master* antes de comenzar las operaciones de carga. En ella se hará entrega, por parte del Capitán, de la documentación relativa a la carga transportada, además de analizar las condiciones de seguridad entre el buque y la terminal, que se deberán mantener durante las operaciones.

Entre los documentos emitidos en la reunión inicial, destacan: Conocimiento de Embarque, Certificado de Cantidad y Certificado de Calidad, mencionados anteriormente; Carta de Preaviso, emitida desde la hora de Atención de Máquinas de Llegada al puerto de descarga; liquidación de Llegada, un nuevo cálculo de la carga a bordo; lista de comprobación de seguridad buque – terminal, se trata de una lista de comprobaciones iniciales y a intervalos de tiempo regulares, durante toda la descarga; finalmente, un documento en el que se refleje cómo se va a realizar la descarga mediante un acuerdo entre el Buque y el Representante de la terminal, con los caudales máximos admitidos y orden de productos, respaldado por el Plan de descarga.

Reunión final:

En la reunión final, se realiza el intercambio de documentación entre el Capitán y Representante de la terminal. Entre ellos podemos destacar: Hoja de Tiempos, documento emitido tanto por el Buque como por la terminal en el que se refleja la cronología de las operaciones; Certificado de Tanques de Carga Secos, declaración presentada por el Buque en la que se corrobora que la totalidad del producto ha sido descargado, verificado por un inspector contratado por el receptor de la carga; Registro de las operaciones de descarga, en donde se reflejará las presiones registradas durante la descarga; Cartas de Protesta correspondientes si las hubiese; y finalmente la evaluación de satisfacción de la terminal, documento interno de la empresa.

11. BIBLIOGRAFÍA

Sistema de Gestión Integrado Rev 034 de DIMA (Distribuidora Marítima Petrogás S.L.U.)

Manual de Procedimientos del B/Q Tinterfe (DIMA).

CIQ o Código Internacional de Químicos para buques que transporten productos químicos a granel.

ISGOTT : *International Safety Guide for Oil Tankers and Terminal* o Guía Internacional de seguridad para buques tanque y terminales. 5ª Edition.

Tanker safety guide, (chemicals). 3rd ed. 2002, London. Publicado por *International Chamber of Shipping.*

IMDG Code. International Maritime Dangerous Goods Code Incorporating Amendment, 34-08, 2008 edition.

SOLAS, Edición Refundida de 2014.

MARPOL 73/78 y enmiendas posteriores .

Tanker Management and Self Assessment (TMSA), OCIMF.

Manual de de las bombas FRAMO.

Manual de los SCANJET.

Manual del generador de nitrógeno.

Manual de línea de retorno de gases VECS (*Vapour Emission System*).

Convenio sobre Líneas de Carga.

Recomendaciones de la Administración Española (15.01.2002) para operaciones de lastre.

Tank Cleaning Guide, Dr. Verwey's.