

PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS EN GRANELEROS: “MV AEOLOS”

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

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

**AYTHAMI MANUEL LORENZO LYNCH
SEPTIEMBRE 2016**

**DIRECTORES
JOSÉ AGUSTÍN GONZÁLEZ ALMEIDA
SANTIAGO JOSÉ RODRÍGUEZ SÁNCHEZ**

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

D. Aythami Manuel Lorenzo Lynch, han realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS EN GRANELEROS: “MV AEOLOS”

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

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

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

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

Fdo.: José Agustín González Almeida.

Director del trabajo.

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

D. Aythami Manuel Lorenzo Lynch, han realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS EN GRANELEROS: “MV AEOLOS”

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

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

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

A handwritten signature in black ink, written diagonally across the page. The signature is cursive and appears to read 'Santiago J. Rodríguez'.

Fdo.: Santiago José Rodríguez Sánchez.

Director del trabajo.

CONTENIDO

CONTENIDO.....	VII
TABLA DE ILUSTRACIONES	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
1. HISTORIA DE LOS GRANELEROS.	1
2. TIPO DE BUQUES Y SUS CARACTERÍSTICAS.....	5
2.1 Construcción naval. Sistema longitudinal.....	6
.....	7
2.2 Características principales de diseño.....	7
2.3 Clasificación de los buques graneleros (Bulk Carriers).	11
3. ARQUITECTURA.	16
3.1 Sistemas de ayuda a la navegación.	20
3.2 Motores diesel 2T de combustión interna.	22
MATERIAL Y MÉTODOS	25
BUQUE AEOLOS	25
RUTAS HABITUALES:	26
MEDIOS DE CARGA/DESCARGA:	27
RESULTADOS.	29
OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA.	29
EQUIPOS Y MEDIOS DE CARGA Y DESCARGA.....	36
TERMINALES RECEPTORAS DE GRANEL SÓLIDO.	45
MANTENIMIENTO DE UN BUQUES A GRANEL SÓLIDO.....	51
SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE DE GRANO	56
CONCLUSIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA	60

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Buque Derbyshire. Fuente: 24flotilla.com	3
Ilustración 2: Construcción Naval. Fuente: Nauticaonline.blogspot.com.es.....	7
Ilustración 3. Granelero Minisize. Fuente: www.wikipedia.com.....	11
Ilustración 4. Handysize. Fuente: www.wikipedia.com.....	12
Ilustración 5. Handymax Fuente: Marinetraffic.com	12
Ilustración 6. Panamax. Fuente: www.wikipedia.com	14
Ilustración 7. Post – Panamax. Fuente: www.wikipedia.com	14
Ilustración 8 Escotilla auto-roll. Fuente: www.wikipedia.com.....	18
Ilustración 9 Puente de mando. Fuente: Trabajo de campo.....	22
Ilustración 10 pistón en motor de 2 tiempos. Fuente: www.atmosferis.com	23
Ilustración 11 sala de máquinas. Fuente: Trabajo de campo.....	24
Ilustración 12. MV AEOLOS. IMO. 9670901. Fuente: shipspotting.com.....	25
Ilustración 13 buque "Aeolos" . Fuente: Trabajo de campo.....	27
Ilustración 14 Bodega de carga. Fuente: Trabajo de campo.....	29
Ilustración 15 Barcazas en río. Fuente: Trabajo de campo.....	30
Ilustración 16 Carga de mercancía. Fuente: Trabajo de campo.	30
Ilustración 17 Carga de mercancía bulldozer. Fuente: Trabajo de campo.	31
Ilustración 18 Fondeo de Alejandría. Fuente: Trabajo de campo.....	32
Ilustración 19 Pintando la cubierta. Fuente: Trabajo de campo.	33
Ilustración 20 Descarga en el puerto de Alejandría. Fuente: Trabajo de campo.....	34
Ilustración 21 : Buque "Aeolos" . Fuente: Trabajo de campo.	35
Ilustración 23. Tornillo horizontal fuente: www.nauticaexpo.es	37
Ilustración 22. Tornillo vertical Fuente: www.nauticaexpo.es.....	37
Ilustración 24 Fuente: www.nauticaexpo.es.....	38
Ilustración 25 Descarga a tierra. Fuente: www.maquinarias.es	40
Ilustración 26 Escoras Fuente: www. nauticaonline.com.....	43
Ilustración 27 Tolva . Fuente: Elaboración propia	47
Ilustración 28 Carga de mercancía bulldozer. Fuente: elaboración propia	48
Ilustración 29 Descarga a barcazas de río. Fuente: Elaboración propoa	48
Ilustración 30 Tobogán. Fuente: www.fam.de	49
Ilustración 31 Tobogán Helicoidal. Fuente: www.fam.de.....	49
Ilustración 32 Descarga con cuchara a tolva. Fuente: Elaboración propia.....	50
Ilustración 33 . Fuente: Elaboración propia	53

INTRODUCCIÓN

1. HISTORIA DE LOS GRANELEROS.

Los buques que transportan graneles sólidos pertenecen a la clasificación de buques graneleros o “Bulk Carriers”.

Los primeros barcos de carga transportaban gran variedad de bienes, pero pocos estaban especializados en ese tipo de carga, por lo que se consideraban de tipo general. El primer buque que pueda considerarse como granelero es el “John Bowes” de 1852, que era una combinación de una carcasa de metal, con propulsión a vapor y un sistema de lastre de agua de mar, en lugar de bolsas de arena que permitieron que a la nave imponerse en el mercado del carbón británico. No sería hasta 1911 cuando aparecerían los buques propulsados por una planta de potencia Diesel.

Antes de la Segunda Guerra Mundial, la demanda de los productos transportados a granel era considerablemente baja, del orden de 25 millones de toneladas de minerales metálicos, sin embargo, dos características de los graneleros modernos ya estaban presentes: el doble fondo adoptado en 1890, y la estructura triangular para las cuñas de esquina superiores introducidos en 1905. A principios de la década de 1950, la mayor parte del comercio estaba en desarrollo y las naciones industrializadas empezaron crear buques especializados. Su tamaño aumentó de forma significativa en los próximos años ya que, como los petroleros, los graneleros proporcionaban economías de escala.

El aumento de la cantidad de mercancías transportadas por mar compensaba los costes adicionales de producción y de explotación, sobre todo porque la velocidad no es un factor dominante en estas embarcaciones con una velocidad media de alrededor de 15 nudos

El tamaño medio ha seguido aumentando, a pesar de la crisis del petróleo de la década de 1970, aunque hoy en día parece haberse estabilizado a pesar de algunas excepciones como puede ser el granelero más grande jamás construido y que sigue navegando, es el "Capesize" *Vale Brasil* que fue ordenado por la empresa minera brasileña, Vale , de Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co. en Corea del Sur. El *Vale Brasil* es el portador mineral más importante del mundo, con una capacidad

de 400.000 toneladas de peso, una eslora de 362 metros y una manga de 65 metros. *Vale Brasil* es el primero de los siete portadores de mineral ordenados por Vale desde el astillero de Corea del Sur, totalizando una inversión de \$ 748 millones

Alrededor del 30 de Septiembre de 1980, el M/V Derbyshire se hundió cerca de la costa de Japón en una posición aparente de 25° 30' Norte, 130° 30' Este. Había 44 personas a bordo, incluyendo dos esposas, no hubo sobrevivientes. El buque estaba al pairo por el Tifón Orchid, no hubo llamadas de socorro. Estaba en ruta para Kawasaki, (Japón) con una carga de concentrados de hierro cargados en las islas Sept de Canadá.

El Derbyshire era un buque enorme, tenía una eslora de 294.1 metros, manga de 44,28 m. y un calado de 18,44m, con un tonelaje bruto de 91.654,50 y neto de 67.428,51. Era más largo que tres canchas de futbol unidas y tan ancho como una autopista de seis carriles. Había sido construido por Swan Hunter en el astillero Haverton Hill, Teesside, pero había estado parado por dos años de su corta vida de 4 años

La desaparición de este Bulk Carrier es otro misterio del mar. Entre 1975 y el año 2000 el total de pérdidas de casi 300 cargueros habían sido desaparecidos, que no podían ser atribuidos a la falta de pericia de los tripulantes ni a las condiciones climáticas con 1.890 vidas perdidas.

Al principio de la investigación se dudaba frente las causas de inundación de las bodegas o el fallo estructural longitudinal. En verdad, se encontró la popa separada 600 m. del resto del pecio; en la investigación se presuponen dos hipótesis de fallo estructural: fatiga de la cuaderna 65 o colapso “por ojo” de las escotillas. Fallo por fatiga de la cuaderna 65.

Como sabemos, las cuadernas se enumeran de la 0 a (n-1), siendo “n” el número de cuadernas, empezando desde la popa. Esto significa que la cuaderna 65 está en la zona de popa, constituyendo un mamparo transversal estanco, separando la bodega 9 de la sala de bombas (esquema siguiente); lugar por el cual el Derbyshire se encontraba partido. Existía un precedente en el diseño de esta parte tan conflictiva, curiosamente su gemelo anterior (Furness Bridge) disponía de la viga longitudinal (conocido como esloras) a través del mamparo transversal entrando hasta la sala de bombas, a diferencia del esquema de la derecha, correspondiente al Derbyshire 5 . Entonces, este diseño¹ sería el

siguiente: Esta prolongación de la eslora hasta el interior de la sala de bombas, aumenta la robustez frente momentos flectores. Los diseños posteriores disponían de cofferdams para aislar la sala de bombas y la bodega 9 del tanque de slops.

La conclusión de la investigación, a pesar de encontrar el pecio partido, fruto de la fatiga de los componentes, es que se partió durante el descenso de los 4.000 m. de profundidad existentes, no en superficie, por tanto el fallo estructural pasa a ser por colapso de las escotillas. Colapso de las tapas de escotilla



Ilustración 1. Buque Derbyshire. Fuente: 24flotilla.com

2. TIPO DE BUQUES Y SUS CARACTERÍSTICAS.

Los barcos conocidos como graneleros o en inglés bulk-carriers pueden comprender tamaños que pueden variar desde embarcaciones pequeñas portuarias, hasta grandes buques de más 200.000 DWT, como su nombre implica, están diseñados principalmente para el transporte de cargas a granel. Las cargas sólidas a granel incluyen un variado conjunto de mercancías: desde cereales hasta carbón, de azúcar a mineral de hierro, que tienen en común transportarse como cargas homogéneas sin envase. Estas dos propiedades hacen que sea fácil su carga en las bodegas de estos buques. Nuestra vida diaria sería muy diferente sin los cerca de 3.000 millones de toneladas de graneles sólidos que se transportan por mar cada año. Incluso el desayuno sería algo muy distinto sin sus ingredientes habituales: café, azúcar y pan o cereales... hasta los elementos metálicos de la cafetera o el tostador, y el carbón con el que se genera la electricidad, es casi seguro que se hayan transportado por mar. Otros graneles sólidos incluyen mineral de hierro, alúmina, fertilizantes, chatarra, cemento, minerales diversos y un gran número de productos agrícolas para la alimentación humana y animal, como arroz y maíz. Los graneles sólidos se deben mantener perfectamente secos durante su transporte. Cualquier humedad que pueda penetrar en la bodega podría estropear toda la partida, con un coste muy elevado para el armador. Puede resultar sorprendente que muchos graneles sólidos se clasifiquen como “mercancías peligrosas”, por el hecho de que necesitan un cuidado especial para su carga, transporte y descarga, para evitar que durante el transporte puedan sufrir un desplazamiento que ponga en peligro la estabilidad del buque.

Además pueden llevar otras cargas tales como madera, productos derivados del acero y maquinaria. Algunos de estos buques están diseñados para transportar cargas más especializadas, y rara vez transportan carga a granel. Otros de estos buques están contruidos y equipados para transportar carga a granel en una sola dirección, y otro tipo de cargas especiales en la pierna de regreso de una ruta comercial en particular, ejemplos de estos son los car-bulkcarriers los cuales alternan entre cargas a granel y vehículos.

Los Bulk Carriers son buques razonablemente versátiles y pueden ser adaptados para cumplir con una diversa variedad de propósitos.

2.1 Construcción naval. Sistema longitudinal.

Cuando los barcos fueron aumentando su eslora se puso de manifiesto la carencia del sistema de construcción transversal que era más adecuado para los barcos antiguos de madera que tenía que soportar los esfuerzos laterales producidos por los grandes mástiles que habían en su cubierta, haciendo que se impusiera otro tipo de construcción como era la que además de proporcionar la resistencia transversal del buque debía de garantizar una resistencia longitudinal suficiente para los grandes esfuerzos originados por estos aumentos de eslora. Éste sistema consiste en una cuaderna lateral reforzada, llamada bulárcama que se ensancha notablemente entre ambos pantoques formando una varenga central reforzada en la cual hay una serie de entalladuras que permiten el paso del vagras sin interrupciones.

Además de éstas cuadernas reforzadas se sitúan un número de cuadernas dependiendo de la eslora siguiendo el mismo criterio de dejar pasar sin interrupción las vagras.

La misma idea de no interrupción longitudinal se sigue en los costados con palmejares continuos que pasan por las entalladuras dispuestas en las cuadernas y en la cubierta con esloras continuas que pasan por las entalladuras dispuestas en los baos.

Por lo tanto el criterio se basa en reforzar notablemente la resistencia longitudinal del buque, que tiene mucha más eslora pero sin descuidar la resistencia transversal con la colocación de menos cuadernas pero más reforzadas

Baos: son piezas curvas que de trecho en trecho de un costado a otro del buque sirven para sostener las cubiertas.

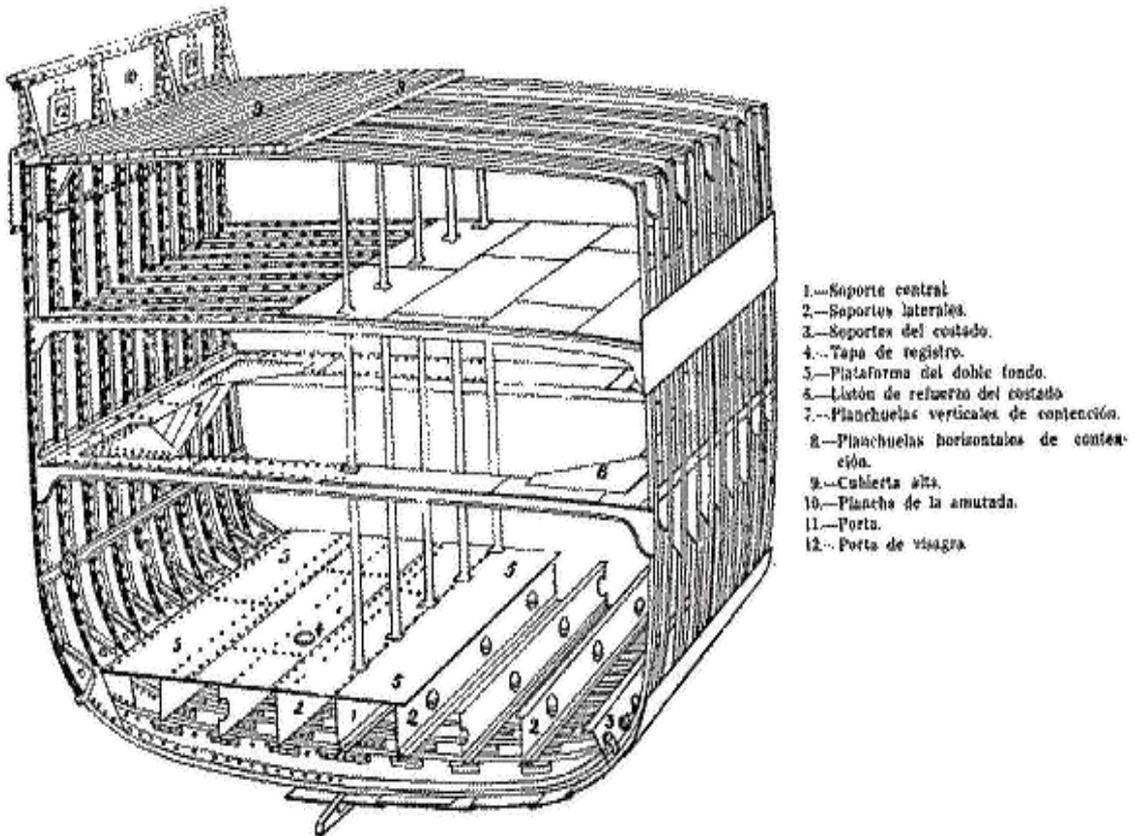


Ilustración 2: Construcción Naval. Fuente: Nauticaonline.blogspot.com.es

2.2 Características principales de diseño.

- Una cubierta única.
- Doble fondo.
- Tanques de lastre laterales.
- Doble o simple forro.
- Con o sin elementos para auto descarga.
- Bodegas estancas de dimensiones muy grandes equipadas con escotillas.

Estos buques están provistos de tanques altos en ambos hombros (tanque lateral alto / topside tank) y tanques tipo tolva en los laterales del doble fondo del espacio de

carga (tanque tolva de pantoque / bilge hopper tanks). Estos tanques se utilizan para agua de lastre.

La cubierta superior corrida de un granelero soporta los esfuerzos de la viga-casco. La flexión longitudinal ejerce una fuerza axial sobre la cubierta superior que puede producir grietas en la plancha de cubierta en los lugares donde se concentran los esfuerzos.

- **Zonas de la cubierta superior**

En los graneleros hay escotillas de carga para facilitar el uso de los medios de manipulación de la carga. Estas escotillas reducen la resistencia a la torsión del buque, concentrándose los esfuerzos en sus esquinas, lo que se manifiesta por el agrietamiento de las planchas de cubierta en esas zonas.

Las planchas de la cubierta entre escotillas se ven sometidas a esfuerzos de flexión transversal. Los mamparos transversales dan resistencia transversal a los graneleros y esas planchas proporcionan la resistencia necesaria para soportar las fuerzas axiales que se producen en dirección transversal.

- **Terminología de la estructura típica de un granelero**

- *Tanque lateral alto (topside tank)*: tanque situado en ambos hombros de los espacios de carga.
- *Tolva de pantoque (bilge hopper)*: un granelero tradicional tiene estructuras de tolva en ambos laterales inferiores de las bodegas de carga. Esta parte de la bodega de carga se llama la “tolva de pantoque”. Los tanques de doble fondo situados en la zona de la tolva de pantoque se denominan a menudo “tanques tipo tolva de pantoque.”
- *Vagra y varenga en el doble fondo (girder and floor in double bottom)*: provista en los tanques de doble fondo, la “vagra” indica generalmente una cuaderna resistente que se extiende por lo común a lo largo de toda su altura en la dirección longitudinal del buque. La vagra colocada en la línea

central se llama “quilla vertical” y las demás se denominan “vagradas laterales”. La “varenga” es el componente del doble fondo que forma una estructura resistente en la dirección transversal del buque. En el doble fondo, por debajo de las bodegas de carga, las varengas son generalmente llenas y tienen la misma altura que el tanque. Se denominan “varengas llenas” para distinguirlas de las demás.

- *Palmejares*: son piezas endentadas en las cuadernas colocadas de proa a popa por la parte interior.
- *Esloras*: son piezas endentadas en los baos en el sentido de proa a popa que tiene la finalidad de reforzar las cubiertas.
- *Bulárcama en los tanques altos (transverse web in topside tanks)*: estructura resistente provista en los tanques altos en dirección transversal, llamada también “anillo transversal”. Del anillo transversal de un tanque alto, la parte que soporta la cubierta superior se llama “bao reforzado”, la parte unida al forro del costado se llama “transversal de costado y la parte unida al fondo se llama “transversal del fondo (superior)”.
- *Bulárcama en los tanques tipo tolva de pantoque (transverse web in bilge hopper tanks)*: estructura resistente provista en dirección transversal en un tanque tipo tolva de pantoque. Las bulárcamas se denominan “transversal de tolva de pantoque”, “transversal de costado” o “varenga” según el nombre de los componentes del casco a los que van unidas.
- *Estructuras de diversas clases (framing of various kind)*: en un granelero típico, la estructura puede ser longitudinal en los tanques altos y del doble fondo y transversal en el forro del costado de las bodegas de carga. Los componentes de la estructura de un buque instalados en dirección longitudinal se llaman “longitudinales”. Para distinguirlas entre sí reciben el nombre de la plancha a la que van unidos, como “longitudinales de cubierta”, “longitudinales del costado”, “longitudinales del fondo”, etc. Los componentes estructurales unidos al forro del costado de las bodegas de carga reciben el nombre de “cuadernas de bodega”, “cuadernas de costado”, “cuadernas maestras”, “cuadernas de forro”, etc.

2.3 Clasificación de los buques graneleros (Bulk Carriers).

- **Según su porte bruto y tamaño** (Revista de Ingeniería Naval, 2015)

Pequeños: menos de 10,000 DWT, esta categoría incluye a los Mini-bulkers, los cuales pueden transportar desde 500 a 2,500 ton, los mismos poseen una única bodega y están diseñados para el transporte fluvial principalmente y para poder navegar por debajo de puentes. Tienen tripulaciones pequeñas, normalmente de 3 a 8 personas.



Ilustración 3. Granelero Minisize. Fuente: www.wikipedia.com

Handysize: 10,000 - 35,000 DWT, normalmente empleados en cargas de propósitos generales. Estos buques son muy flexibles debido a que su tamaño les permite entrar en los puertos más pequeños, y en la mayoría de los casos están equipados con grúas, por lo que pueden cargar y descargar en puertos que carecen de grúas u otros sistemas de manejo de carga. En comparación con los graneleros más grandes, los Handysizes llevan una variedad más amplia de tipos de carga. Estos incluyen productos de acero, granos, minerales metálicos, fosfatos, cemento, troncos...

Los graneleros handysize se construyen principalmente en China y Japón con el 97% de la cartera de pedidos (en número) para este tipo de buques. Las dimensiones de este tipo de buque generalmente son 177 x 30 x 16 [M] (eslora x manga x puntal) poseyendo un calado máximo de 11 metros.



Ilustración 4. Handysize. Fuente: www.wikipedia.com

Handymax: 35,000 - 65,000 DWT, un buque Handymax típicamente tiene 150-200 m de eslora, 52,000-58,000 DWT, 5 bodegas y 4 grúas. Estos barcos se utilizan para cargas menos voluminosas, incluso teniendo en cuenta la combinación de diferentes cargas en diferentes bodegas. En general tienen capacidad de auto-carga, por lo que es más fácil de usar en los puertos con infraestructura limitada. Igual que en el caso de los handysize, la mayor parte de estos barcos se construyen en China (70%) y Japón (27%)



Ilustración 5. Handymax Fuente: Marinetraffic.com

Panamax: entre 65,000 - 80,000 DWT, las dimensiones de estos buques están determinadas por la de las esclusas del Canal de Panamá, 33.53 m de manga, 320.0 m de eslora, y 25.9 m de calado. Los barcos de la clase Panamax son aquellos diseñados para

ajustarse a las dimensiones máximas permitidas para el tránsito por el Canal de Panamá. El tamaño máximo está determinado por la dimensión de las cámaras de las esclusas y su calado. Este tipo de buques suelen tener 294 metros de eslora, 32 metros de manga y 19 metros de calado, poseyendo una capacidad de carga de hasta 80.000 Toneladas.

La creciente prevalencia de barcos del tamaño máximo se está convirtiendo en un problema para el canal. El paso de un barco Panamax supone una delicada operación en la que se debe manejar buque con mucho cuidado, alargando los tiempos de estancia de estos barcos en las esclusas, y obligando a que el paso se realice con luz solar. Además, dos barcos Panamax no se pueden cruzar con seguridad por el corte de Gaillard, obligando a establecer un sistema de preferencias de paso en el corte. Su diseño es de una sola bahía de carga con la intención de poder cargar materiales en bruto, diseñado con grúas laterales para carga y descarga por medio del mismo barco. Cuenta con compartimentos separados para diferentes tipos de materiales.

Capesize: El término **Capesize** describe un buque de más de 100.000 tpm, que es demasiado grande para el Canal de Panamá o del Canal de Suez y deben navegar a través del Cabo de Buena Esperanza y el Cabo de Hornos.

Los barcos de esta clase transportan carbón, mineral, y otras materias primas de los productos básicos. Un granelero Capesize estándar tiene alrededor de 175.000 toneladas de peso muerto, aunque se han construido buques más grandes (normalmente dedicados a minerales transporte). Las grandes dimensiones y gran calado de estos buques significan que sólo los mayores terminales de aguas profundas pueden darles cabida.

Estos buques se construyen principalmente en China (57%), Corea del Sur (22%) y Japón (20%).

- **VLOC y VLBC**

El términos **VLOC** (*Very Large Ore Carrier*) y **VLBC** (*Very Large Bulk Carrier*) describen graneleros para transporte de mineral de más de 200.000 toneladas de peso muerto. Los mayores barcos de la clase VLOC, por encima de 300.000 toneladas de peso muerto, llevan el mineral de hierro entre Brasil y los mercados globales (principalmente Europa y Asia).



Ilustración 6. Panamax. Fuente: www.wikipedia.com

Recientemente, la compañía minera brasileña Vale ordenó barcos de algo más de 400.000 tpm formando su propia categoría: **Valemax**. Barcos Valemax son una flota de buques de mineral muy grandes (VLOC) de dominio o arrendados por la empresa minera brasileña Vale SA para llevar el mineral de hierro de Brasil a los puertos europeos y asiáticos. La categoría Valemax es ligeramente mayor que la categoría *Chinamax* de alrededor de 380.000-400,000 tpm.

Los **Chinamax** tienen unas medidas máximas de 24 m de calado, 65 m de manga y 360 m de eslora. Se trata de un estándar que les permite llegar a varios puertos de China. Inicialmente estaban concebidos para trasladar grandes cargamentos de mineral de hierro de Brasil a China y son los mayores graneleros que se encuentran actualmente en servicio.



Ilustración 7. Post – Panamax. Fuente: www.wikipedia.com

- **Otros términos regionales:**

Kamsarmax: se refiere a un tipo de barcos, más grandes que los panamax, que son adecuados para el atraque en el Puerto (Guinea), donde la terminal de carga principal de bauxita está limitada a buques de un máximo de 229 m de eslora.

Newcastlemax: Tienen una manga máxima de 50 m y una eslora máxima de 300 m. Tienen unas 185.000 tpm y trabajan con el Newcastle, Australia.

Setouchmax: De unas 203.000 tpm son los buques más grandes que pueden navegar en el mar interior de Seto (Japón).

Seawaymax: Tienen una eslora máxima total de 226 m y un calado de 7,92 m. Son los buques mayores que pueden pasar por las esclusas de la Lorenzo, entre Ontario y Quebec (Canadá).

Malaccamax: Estos barcos tienen una eslora total máxima de 330 m, 20 m de calado y unas 300.000 tpm. Son los mayores barcos que pueden atravesar el Estrecho de Malaca (Indonesia, Malasia y Singapur).

3. ARQUITECTURA.

- **Según los tipos**

Bulk Carriers Básicos: Poseen de 5 bodegas, para un buque de 35,000 ton a 9 para un buque de 250,000 ton, cubiertas por prominentes tapas de bodegas. Tienen grúas que posibilitan la descarga en puertos donde no se halla equipamiento en tierra. Están diseñados para ser flexibles en cuanto al tipo de carga que transporta.

Combinados: Pueden transportar mineral y granel en general al mismo tiempo, y algunas veces inclusive aceites o combustibles en los tanques laterales. Estos buques requieren un diseño especial y son muy costosos. Prevalcieron en la década del '70, pero han disminuido considerablemente en número desde los '90 y las rutas que efectúan

Gearless Carriers: Son buques carentes de grúas. Los mismos dependen enteramente del equipamiento ubicado en tierra. Usualmente son buques de dimensiones muy grandes, es por ello que solo pueden operar en los puertos más grandes y avanzados del mundo.

Self-dischargers (auto-descargantes): Son buques con cintas transportadoras que les permiten descargar su carga.

Lakers (Laguneros): Son buques que operan principalmente en los Grandes Lagos (USA – Canadá) fácilmente identificables por poseer su superestructura en proa. Debido a que operan en agua dulce, estos buques sufren muchos menos daños por corrosión. Manera rápida y eficiente.

BIBO o "Bulk In, Bags Out": Son buques especialmente equipados para proveer el servicio de colocar en bolsas o sacos la carga cuando la misma es cargada en el buque.

- **Diseño**

El diseño de un Bulk Carrier depende principalmente del tipo de carga que el mismo transportará, y particularmente de la densidad de esa carga. Las densidades para la carga a granel varían ampliamente, desde 0.6 Ton/m³ para granos livianos a 3 Ton/m³ para mineral de hierro. Por ejemplo, los Ore Carriers están limitados por el factor del peso total, ya que el mineral tiene una alta densidad; mientras que los Coal Carriers están limitados por el volumen total, ya que el carbón tiene una densidad más baja por lo que las bodegas se completan antes de que el buque alcance su máximo calado.

Para un tonelaje dado, el segundo factor que gobierna las dimensiones de un buque, es el tamaño de los puertos y canales por los cuales navegará.

Con referencia al número de bodegas, las mismas usualmente varían de 5 a 9 y sus respectivas tapas entre una o dos.

- **Tapas de Escotilla**

La abertura en la parte superior de una bodega se denomina tapa de escotilla. Para poder descargar y cargar de manera eficiente las escotillas deben ser amplias, lo cual conlleva problemas estructurares, los cuales se concentran en los bordes de las escotillas, es por esto que los mismo deben ser reforzados.

En general las tapas de escotilla cubren entre un 45% a un 60% de la manga de las bodegas del buque. Las mismas poseen diversos elementos para su apertura. En la actualidad las tapas de escotilla se accionan mediante sistemas hidráulicos, los cuales pueden ser operados por una sola persona, o mediante la utilización de alguno de los sistemas de auto descarga si es que el buque lo posee.

- **Tipos de tapas de escotilla**

- Auto Roll.
- Topsto.
- Hydrofold (también conocidas como Hydrofold Altas o Bajas, Las Bajas también son conocidas como de "Tipo McGregor" por su creador).
- Auto Hatch.
- Whip Torq.
- Pullpack.



Ilustración 8 Escotilla auto-roll. Fuente: www.wikipedia.com

- **Carga a Granel**

Se denomina de esta manera a la carga que al momento de embarcarse no se halla envasada y que es de la misma o de similar tipo o naturaleza, es decir, homogénea. Este tipo de carga usualmente es vertida, mediante diferentes elementos de estiba en las bodegas, lo cual es muy ventajoso ya que no hay costos adicionales de embalaje y la carga/descarga se acelera de manera relativamente considerable. Éste tipo de carga se clasifica en líquida y sólida o seca.

- **Clasificación de la carga a granel**

- Sólida o seca
- Carbón.
- Granos (maíz, arroz, sorgo, soja, trigo, etc.)
- Mineral de hierro (minerales, ferroaleaciones, escoria, etc.)
- Bauxita.
- Chips de madera.
- Cemento.
- Químicos (fertilizantes, pallets, resinas, fibras sintéticas, gránulos plásticos, etc.)
- Comestibles secos (para animales o humanos, azúcar, maní, pallets de alfalfa, harina, etc.)
- Productos mineros (arena, cobre, sal, grava, etc.)
- Líquida
- Crudos.
- Gas natural Licuado (LNG).
- Gasolinas.
- Químicos.
- Comestibles líquidos (aceite vegetal, jugos de frutas, etc.)

- **Mejora de la seguridad estructural del buque**

Las medidas tomadas por la OMI contribuyeron indudablemente a resolver muchos de los problemas relacionados con el transporte de carga a granel, tales como el corrimiento de carga y la consiguiente pérdida de estabilidad del buque. Durante los años ochenta el número de accidentes de graneleros disminuyó y en opinión de muchos observadores parecía que el problema general de la seguridad de los graneleros se había resuelto. Sin embargo, en 1990 la situación cambió bruscamente: se hundieron 20 graneleros y 94 personas perdieron la vida. En 1991 se hundieron otros 24 graneleros, con un saldo de 154 muertos. Este cambio fue tan espectacular e inesperado que cundió la alarma en toda la comunidad marítima.

Cada vez se fue haciendo más evidente que muchos de los graneleros hundidos, algunos sin dejar rastro, padecían graves deficiencias estructurales. En algunos casos los buques se habían partido en dos, por esto desde entonces se han determinado algunos factores que fallaron y se han ido mejorando.

3.1 Sistemas de ayuda a la navegación.

Radar: Sistema de radio que permite medir la distancia y generalmente la dirección por comparación entre las señales de referencia y las señales radioeléctricas reflejadas o retransmitidas desde la posición a determinar. Básicamente, abordo consiste en la localización de objetos fijos o móviles en las proximidades del barco por medio de ondas de radio y su representación gráfica en una pantalla. De esta forma el navegante tiene una imagen de la zona en tiempo real.

DGPS: Las siglas responden a Sistema de Posicionamiento Global Diferencial. El GPS Diferencial es una optimización del sistema para reducir los errores en las señales del GPS en una zona determinada. El proceso implica comparar la precisión de la posición determinada por una estación DGPS (o de referencia) comparada con las posiciones determinadas desde los satélites GPS dentro del horizonte visual. Los mensajes que contienen errores de posicionamiento y la integridad de satélite (el estado de servicio) son radiados a los usuarios equipados con los receptores adecuados. Como resultado se mejora la exactitud del posicionamiento dentro de un área localizada, y una notificación casi inmediata de los satélites con fallos. Funcionamiento del sistema DGPS

AIS (Automatic Identification System): Se trata de un sistema de emisión situado en la costa y/o en los barcos, que opera en la banda marítima de VHF. La estación AIS es un transceptor de radio VHF capaz de enviar información del barco, tal como identidad, posición, curso, velocidad, longitud, tipo de barco, información de la carga, etc. a otros barcos y a receptores situados en la costa. La información de la unidad AIS a bordo del barco es transmitida continuamente y automáticamente sin intervención de la tripulación. Cuando se usa con una pantalla gráfica adecuada, el AIS de a bordo proporciona una información exacta automática y rápida respecto al riesgo de colisión calculando el Punto más Cercano de Aproximación (CPA) y Tiempo hasta el Punto más Cercano de Aproximación (TCPA)

desde la información de posición transmitida por los buques. Los propósitos del AIS son: identificar buques, ayudar en el rastreo de blancos u objetivos, simplificar y promocionar el intercambio de información, proporcionar información adicional para ayudar a evitar choques, así como reducir las órdenes verbales en el barco.

ECDIS (Sistema de Información y Visualización de la Carta Electrónica): Se refiere a un sistema de información náutica que, con los dispositivos de respaldo adecuados presenta información seleccionada extraída de un sistema de carta náutica electrónica (SENC) con información de posición de los sensores de navegación, para ayudar al navegante a planificar y verificar la derrota y, si es necesario presentando información complementaria relacionada con la navegación.

El ECDIS posee una serie de funciones que se recogen en la Resolución A/817/19 de la OMI: "Normas de funcionamiento de un ECDIS". Este sistema permite al navegante el realizar las tareas habituales de planear una derrota segura para su barco y controlarla durante la navegación, de una forma más eficiente, aumentando por tanto la seguridad a la navegación y a la vez facilitando su guardia en el puente así como la puesta al día de su colección de cartas.

El ECDIS debe ser tan fiable como la carta de papel. Debe por lo tanto permitir la producción de un fichero que contenga los antecedentes de la derrota seguida por el buque, datos visualizados, etc.



Ilustración 9 Puente de mando. Fuente: Trabajo de campo.

3.2 Motores diesel 2T de combustión interna.

Trabajan en operación de dos tiempos con una comparativamente baja compresión, son reversibles y actúan directamente sobre la hélice. Por lo que no es necesario un engranaje de reducción de velocidad. Hay versiones de 4 a 14 cilindros de hasta 100 MW. Las oscilaciones a bajas velocidades son menores que en los otros tipos.

Los motores de dos tiempos el consumo de combustible es inferior a bajas revoluciones respecto al de cuatro tiempos, siendo por ello el principal candidato como generador de energía mecánica para la propulsión de un buque.

Estos motores alternativos, a diferencia de los motores de cuatro tiempos, completan el ciclo en una vuelta del cigüeñal y no requieren de válvulas de admisión y pueden tener, o no, válvulas de escape. Las etapas del ciclo termodinámico son, igual que en el motor de cuatro tiempos: la admisión, la compresión, la expansión y el escape. Otra diferencia constructiva importante es el hecho que en estos motores el cárter es hermético ya que se utiliza para la admisión de la mezcla.

El ciclo puede explicarse comenzando por el punto muerto superior, después de la admisión de la mezcla y la ignición de la misma por parte de la bujía, en el caso del

motor Otto o su autoencendido por compresión, en el caso del motor diesel. En el caso de disponer de válvulas de escape, éstas se abrirán entre 110 y 120° después del paso por el punto muerto superior para permitir la salida de los gases, en el caso de disponer de lumbreras, éstas quedarán abiertas comunicando el interior del cilindro con la atmósfera. Durante esta carrera descendente del pistón se produce la expansión y la entrega de potencia. El incremento de presión y temperatura que se produce merced a la combustión obliga al pistón a descender y los gases de la combustión ceden su entalpía, reduciendo de nuevo su presión y temperatura. Poco después alrededor entre 20 y 30° de vuelta del cigüeñal quedará abierto el conducto de admisión de aire o mezcla en el caso del motor Otto, éste es obligado a circular por el interior del cárter por la cara inferior del pistón.

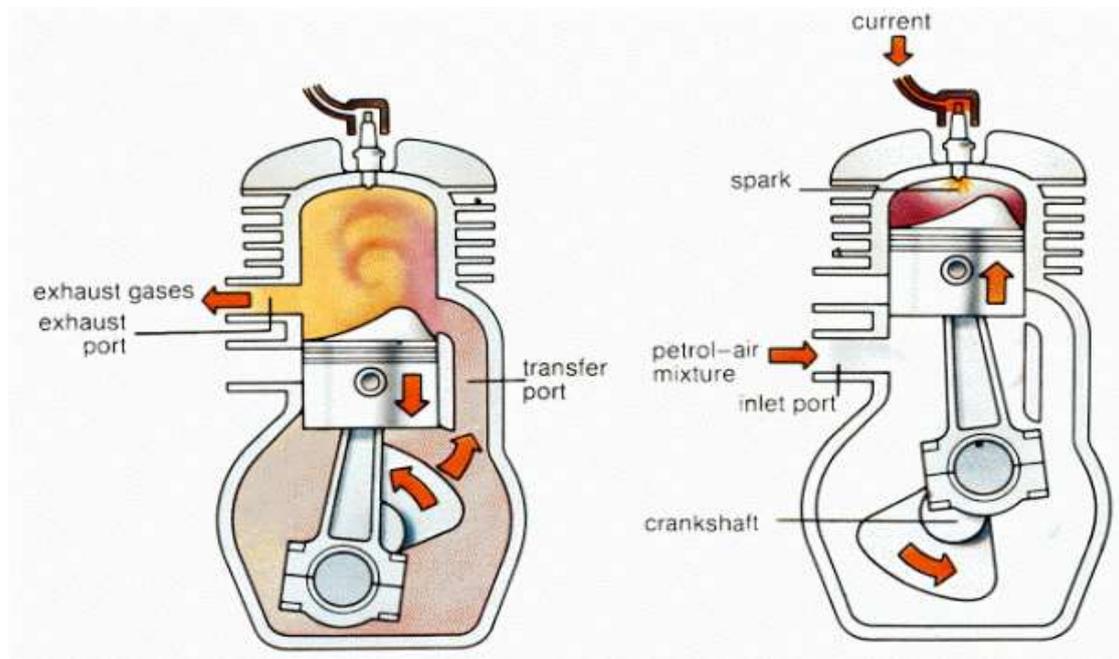


Ilustración 10 pistón en motor de 2 tiempos. Fuente: www.atmosferis.com

Encontrándose el pistón en el punto muerto inferior el pistón comienza a subir por la energía que le comunica el volante de inercia. Conforme sube el pistón alrededor de 10 y 20° la mezcla admitida anteriormente queda comunicada con el interior del cilindro, estando abierta la lumbrera de escape, ésta desplaza a los gases hacia la atmósfera. El periodo en que tanto la admisión como el escape están abiertos se conoce como barrido. El pistón continúa subiendo cerrando la lumbrera de escape y el conducto de admisión por lo que el aire, en el caso del motor diesel o la mezcla en el caso del motor Otto, se comprime por la acción de la cara superior del pistón



Ilustración 11 sala de máquinas. Fuente: Trabajo de campo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo de éste trabajo, me he basado en buena parte de mi experiencia como alumno de cubierta en el buque granelero “M/V AEOLOS”, estando todos los procedimientos y operaciones descritas a lo largo del trabajo, referidas al mismo.

A continuación empezaremos con una pequeña descripción de las características del buque y de la mercancía que transporta, así como las travesías realizadas, para a posteriori pasar a detallar las operaciones de carga y descarga realizadas a bordo del mismo.

BUQUE AEOLOS

El bulkcarrier AEOLOS es uno de la veintena de buques de éstas características operados por la compañía naviera ruso-griega Laskaridis Shipping Co., Ltd. Fundada por Mr. Panos Laskaridis en 1977, especializada en graneleros, buques tanque y reefers, operando en todo el mundo.



Ilustración 12. MV AEOLOS. IMO. 9670901. Fuente: shipspotting.com

- IMO: **9670901**
- MMSI: **636016600**
- Identificativo de llamada: **D5GX9**
- Bandera: **Liberia [LR]**
- Puerto de Registro: **Monrovia**
- AIS Tipo de buque: **Carga**
- Arqueo bruto: **36362 tn**
- Peso muerto: **63434 tn**
- Eslora total: **199.9m**
- Manga máxima: **32.26m**
- Calado: **18.50 m**
- Año de construcción: **2015**
- Astillero: **Penglai Zhongbai Jinglu Ship Industry Co.,Ltd.**
- Estado: **Activo**
- Tripulación : **20**

RUTAS HABITUALES:

El AEOLOS, realiza navegación transoceánica y los puertos que visita dependen de las necesidades de la naviera, operando al “tramp”.

Durante los meses a bordo, realizamos las siguientes travesías:

- Las Palmas de G.C - Amberes (Bélgica): 8 días
- Amberes (Bélgica) - Gante (Bélgica) 1 día. de navegación por aguas interiores.
- Gante (Bélgica) - Alejandría (Egipto): 10 días de navegación por el Atlántico hasta llegar al Mar Mediterráneo y llegar un fondeo asignado.

MEDIOS DE CARGA/DESCARGA:

El AEOLOS, cuenta en cubierta con cuatro grúas MACGREGOR SWL 38 mt, cuyas características se detallarán en el siguiente apartado..



Ilustración 13 buque "Aeolos" . Fuente: Trabajo de campo.

RESULTADOS.

OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA.

Durante el tiempo de embarque de algo más de dos meses, el buque transportó mineral de zinc y chatarra, entre los puertos mencionados.



Ilustración 14 Bodega de carga. Fuente: Trabajo de campo.

De tal forma, el cargamento de mineral de zinc, se descarga en el Puerto Amberes de las 5 bodegas de forma alterna, primero las bodegas impares y luego las pares. La descarga se realiza con maquinaria portuaria (grandes grúas con cuchara), está controlada automáticamente por un programa de regulación de las bomba de agua de los tanques de lastre, los cuales hacen los ajustes necesario para que el buque no sufra escoras excesivas. Este programa está instalado en un ordenador ubicado en una sala de fácil acceso desde la cubierta principal para controlar las operaciones en los puertos. El primer oficial es el encargado de controlar este programa y también es el lugar donde se reúne con los jefes de cuadrillas para organizar los trabajos que va a realizar. Además los estibadores portuarios frecuentan la cubierta del barco donde colaboran con el personal de la grúa para descargar con mayor seguridad

Una vez el barco esté completamente vacío hay un nuevo destino a poca distancia de nuestra posición y a navegamos en lastre hasta llegar a Gante también en Bélgica donde el barco se disponía a ser cargado de nueva mercancía.

La navegación es bastante corta de menos de 24 horas de navegación, aunque con mucha tensión para los oficiales de puente ya que era por agua interiores y habían lugares basta estrechos aunque siempre aconsejados por los prácticos locales.



Ilustración 15 Barcazas en río. Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 16 Carga de mercancía. Fuente: Trabajo de campo.

Tras la descarga del mineral de zinc, se procede a la carga en el Puerto de Gante de chatarra que está amontonada a estribor del buque. La carga es realizada por los estibadores del puerto con maquinaria portuaria de gran tamaño, trabajando de forma continua durante todo el día y toda la noche. Al igual que en el puerto anterior el personal de tierra, los estibadores, consignatario, inspectores y demás trabajadores frecuentan el buque a diario.

Durante 5 días el buque permanece en puerto, hasta que las bodegas se encuentran completamente llenas de mercancía. Mientras que los tripulantes, desempeñan tareas de vigilancia para las personas ajenas al barco, además de asistir a los operadores para facilitar la labor lo más rápido posible.



Ilustración 17 Carga de mercancía bulldozer. Fuente: Trabajo de campo.

Después de completar todas las bodegas de carga y de terminar con los pertrechos necesarios para la navegación, el buque sale del puerto Belga dirección al puerto de Damietta que está al norte de Egipto en la ciudad de Alejandría.

Hay un total de 3 oficiales de puente y el capitán. Por otro lado, el personal de máquinas también cumple con sus guardias en la sala de máquinas donde siempre hay

trabajo hasta un total de 4 oficiales de máquinas, un electricista y un engrasador. Mientras que el contraatastrea coordina junto al primer oficial, a los marineros para organizar los trabajos requeridos. Y por último la cocina donde trabaja un jefe de cocina y su ayudante.

Transcurren aproximadamente unos 10 días de navegación en la que cada tripulante cumple con su cometido, el personal de puente o navegación se turnan haciendo guardias en el puente, menos el capitán que sobre todo hace presencia en la situaciones más delicadas. También hay una enorme cantidad de papel diarios que hay que rellenar, siempre que se hacen pruebas en la sala de máquinas, existe una serie de check-list (listado de chequeo), procedimientos que deben llevarse a cabo para realizar pruebas de forma correcta y segura. Por lo que una de las labores diarias desempeñadas en el M/V "Aeolos" era la gestión de los documento del puente, llevar un control administrativo de los tripulantes y de los trámites portuarios.

Tras llegar a las costa de Egipto debemos esperar fondeados a 4 millas de costa durante otros 10 días para poder entrar a puerto y realizar la descarga de chatarra procedente del norte de Europa. La espera es debida a que hay mas barcos a la espera de entrar en puerto y el espacio en puerto no es suficiente como para atender a todos los buques a la misma vez.



Ilustración 18 Fondeo de Alejandría. Fuente: Trabajo de campo.

Durante la espera acompañados por muchos otros buque graneleros fondeados a nuestro alrededor, los trabajos que abundan en el buque son el mantenimiento del buque, después de los daños sufridos por la chatarra cargada en Bélgica que provocó el levantamiento de la pintura de la cubierta en el casco del buque.

Ya que el buque era de nueva construcción los daños debidos al paso del tiempo, los golpes de mar y la propias condiciones naturales donde un barco trabaja no eran excesiva, por lo que los el trabajo se centran en reparar los daños de viajes anteriores y el mantenimiento regular del barco.



Ilustración 19 Pintando la cubierta. Fuente: Trabajo de campo.

Las condiciones a finales del mes de Agosto en la costa de Egipto es de mucho calor, mucha humedad, hay una invasión de insectos por todo el barco y los trabajos de limpieza son casi a diario, aunque parece que de poco sirve. La gestión de la cocina se hizo un poco corta y llegamos a una situación casi crítica, ya que nos estábamos quedando sin víveres. En esta compañía se servían 3 comidas al día, con menú fijo para todo el mundo, y el cocinero hacía platos locales que eran típicos rusos y ucranianos, cualquier otra cosa había que comprarlo del almacén del barco donde las bebidas y algunos alimentos se descontaban del sueldo de los trabajadores. Así como las llamadas

telefónicas y los e-mails se hacía a través del inmarsat-c y era necesario pagar veinticinco euros para la adquisición de una de las tarjetas.

Una vez comienza la maniobra de atraque, acuden al barco el práctico y los remolcadores y se ponen en standby a los marineros para la entrada en puerto.

Una vez dentro del muelle vemos como en equipo de tierra es mucho mas anticuado a los encontrados en puerto europeos, ya que no disponen de grandes maquinarias para la gestión de la carga.

Se recubren con protecciones metálicas el pavimento del muelle mientras que los estibadores portuarios utilizan la grúas del propio barco para descargar los desechos metalicos a tierra, donde a su vez otra pequeña grúa se encarga de llenar los camiones que van llegando para ser cargados con material.



Ilustración 20 Descarga en el puerto de Alejandría. Fuente: Trabajo de campo.

Las operaciones de descarga continúa durante una semana mientras la labores de la tripulación en el barco siguen siendo en mantenimiento del buque y colaborar con el personal de tierra para gestionar con seguridad la descarga a tierra.

Cabe decir que la convivencia para un ciudadano español, y yo personalmente como alumno de puente en mi primera experiencia sobre un barco, haber ido a un buque

con bandera de Liberia con armador griego y con tripulación de Ucrania y Rusia, hace un poco difícil la convivencia durante tanto días sobre todo por la barrera lingüística que nos separa, ya que la gran mayoría del barco tenía un nivel muy bajo de inglés, incluso los oficiales de puente tenía un nivel de idioma bastante limitado, tan solo en terminología náutica y para las buenas comunicaciones con barcos, y dado con no soy capaz de hablar en ruso. Incluso el entendimiento con el contraestre era muy difícil por lo que me explicaba los trabajos que debía realizar con una breves explicación práctica.



Ilustración 21 : Buque "Aeolos" . Fuente: Trabajo de campo.

Mi trabajo a bordo fue progresando desde la primera semana en la que estuve en el buque, ya que al principio debía hacer las guardias de navegación de 20.00 hasta las 00.00 y de 08.00 a 12.00 con el tercer oficial y empecé a aprender mucho utilizando los distintos manuales que hay en el barco y haciendo algunos cambios de rumbos.

Básicamente mi trabajo a bordo consistió en hacer las guardias de mañana en el puente y por la tarde con los marineros, hasta que más adelante fue jornada completa con los marineros, haciendo las mismas labores que ellos hacían sin asistir al puente en ninguna de mis horas laborales.

EQUIPOS Y MEDIOS DE CARGA Y DESCARGA.

Para la carga y la descarga de material de estos tipos de buques existe una amplia variedad de maquinas, equipos y sistemas tanto mecánicos como neumáticos. El AEOLOS como vimos va dotado de 4 grúas MACGREGOR SWL 38; sin embargo la utilización de distintos medios de carga/descarga, van a depender, aparte del tipo de mercancía que se transporte, del puerto o terminal portuaria donde se va a operar, dependiendo de si la misma posee medios propios, por el contrario, se deben de utilizar exclusivamente las grúas del barco por tratarse de un puerto carente de medios. En éste apartado, trataremos los métodos más utilizados para la carga/descarga de material de este tipo de buques, para finalizar exponiendo las características de las grúas del propio buque.

Los sistemas de carga/descarga más extendidos son los siguientes (Cubile & Javier-Zanfi, 2011):

- Sistema de descarga automática para buques graneleros (Transportador de tornillo vertical y horizontal)
- Sistema de descarga automática para buques graneleros (Elevador de cangilón)
- Sistema de descarga automática para buques graneleros (Cinta transportadora)
- Sistema de auto carga y descarga para buques graneleros (Mecánico)
- Sistema de carga y descarga para buques graneleros (Neumático)

- **Transportador de tornillo horizontal y vertical para carga/descarga**

Los transportadores de tornillo han sido productos bien conocidos en el campo del movimiento de materiales a granel por todo el mundo.

Estos mismos se utilizan para la transportación continua de materiales a granel secos tales como cemento, polvo de la cal, ceniza, polvo de la escoria, etc. Se diseñan para la transportación incluida de materiales a granel en las condiciones más exigentes. Los transportadores de tornillo funcionan con el vuelo helicoidal que empuja y que

lanza el material a granel adelante por la acción rotatoria. Las capacidades se extienden a partir del 30 a 1.700 m³/h.

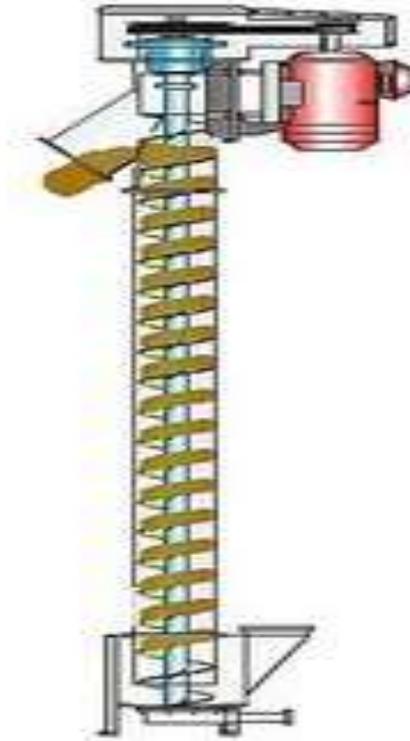


Ilustración 23. Tornillo vertical Fuente: www.nauticaexpo.es

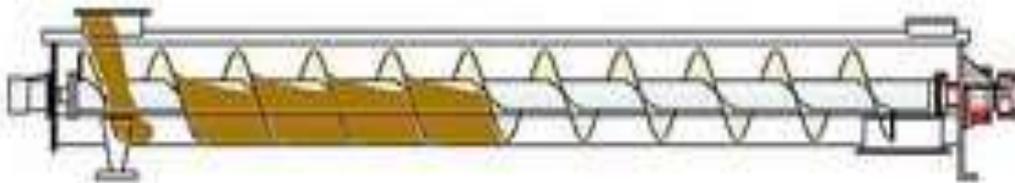


Ilustración 22. Tornillo horizontal fuente: www.nauticaexpo.es

- **Elevador de cangilones para cargar/descargar material de buques graneleros**

Los elevadores de cangilones funcionan con las cajas espaciadas atadas a una correa sin fin, utilizando como método de descarga la gravedad. Las cajas cavan en el montículo de granos extrayéndolos de la bodega del buque. La “cabeza” del elevador incluye la polea del la correa y un canal inclinado para descargar el material transportado. El arranque del elevador incluye la polea de la correa, un dispositivo tensor y una entrada del material a granel diseñada para el relleno óptimo del cangilón o caja. Las capacidades se extienden a partir del 100 a 1000 m³/h.

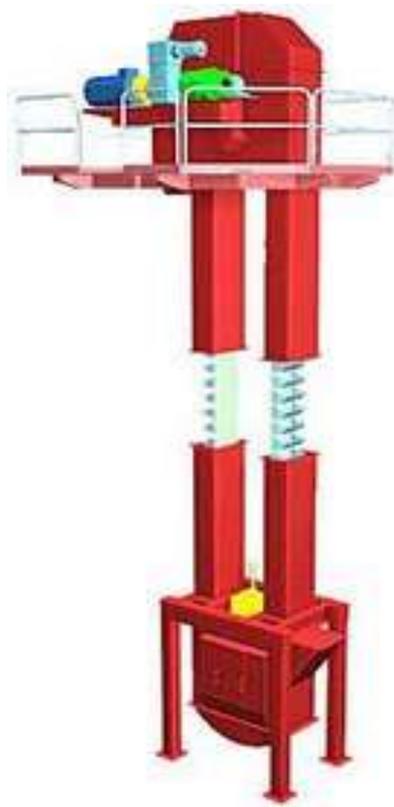


Ilustración 24 Fuente: www.nauticaexpo.es

- **Carga/Descarga de material por cinta transportadora**

Las capacidades de carga y descarga de este tipo de método varía entre las 1000 y 6000 t/h, y pueden ser así se lo requiere. Los materiales transportados son materiales a granel de flujo libre tales como mineral de hierro, agregados, etc.

- **Sistema de autocarga y descarga mecánico para buques graneleros**

Este tipo de sistema tiene la característica de ser flexible e incluir principalmente las características estándar. Es capaz de manejar prácticamente todos los materiales a granel secos conveniente para el diseño estándar del barco capaz de maximizar su capacidad de carga a bordo.

El mismo esta diseñado para poseer una gran capacidad de carga y descarga.

- **Sistema de carga y descarga para buques graneleros Neumático**

Los sistemas de transporte neumático (Fig. 4) se utilizan ampliamente en la industria para transportar materiales secos, finos y a granel porque son extremadamente versátiles, adecuados y económicos para muchos procesos. El transporte neumático de sólidos se ha practicado por más de un siglo en el mundo y hoy se puede encontrar sistemas de este tipo en las más variadas industrias. El objetivo principal de un sistema de transporte neumático es transportar materiales sólidos a granel desde un punto a otro por medio de un flujo de gas a presión, ya sea positiva o negativa, y a través de una cañería. Materiales particulados finos en el rango de los micrones hasta partículas de 20 mm se pueden transportar en forma horizontal y/o vertical, desde algunos metros hasta máximo dos kilómetros de distancia, y con capacidades de hasta 1000 t/h a través de cañerías de hasta 500 mm de diámetro. La principal ventaja del transporte neumático de sólidos a granel es que los sistemas son cerrados, y por lo tanto, no-contaminantes.

El material transportado se “encierra” totalmente dentro de la cañería, lo cual protege al producto del medio ambiente y viceversa (al medio ambiente del producto en

caso de transportar materiales peligrosos, explosivos, tóxicos, biológicos, etc.). Además, son sistemas muy limpios, adecuados para muchos y variados procesos, flexibles para cambiar de dirección, requieren de un reducido espacio y son fáciles de automatizar. Dentro de las desventajas es importante destacar que no todos los materiales particulados se pueden transportar neumáticamente a través de cañerías, sino sólo aquellos materiales secos, no cohesivos, de fácil escurrimiento libre por gravedad, y relativamente finos. Materiales frágiles pueden sufrir de excesiva atrición y materiales abrasivos pueden causar desgaste prematuro en las cañerías y codos. Otras limitaciones del transporte neumático son el tamaño máximo de partícula, la capacidad máxima de transporte, la distancia a transportar y el mayor consumo de energía.

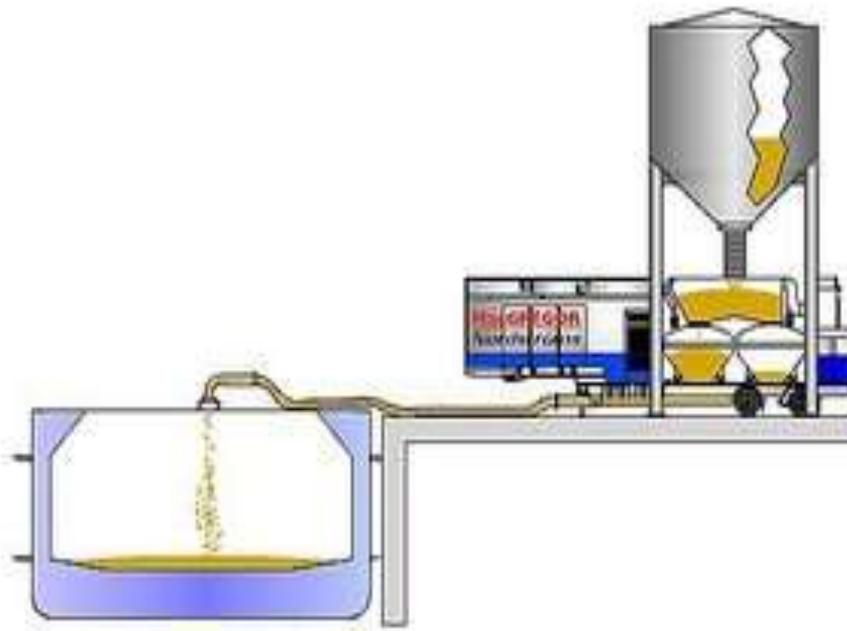


Ilustración 25 Descarga a tierra. Fuente: www.maquinarias.es

- **Seguridad en carga y descarga de material**

Se debe contar con una serie de precauciones generales a la hora de realizar la carga/descarga del buque. Estas advierten que es muy importante hacer que las cargas a granel se distribuyan adecuadamente por todo el buque de modo que la estructura no esté nunca sometida a esfuerzos excesivos y el buque tenga un grado suficiente de estabilidad. Las condiciones de carga varían según la densidad de la carga transportada. La relación entre la capacidad en volumen y la capacidad en toneladas de peso muerto de un buque normal es de 1,4 a 1,7 metros cúbicos por tonelada. La relación entre el volumen de carga

y su masa es lo que se conoce como factor de estiba. Cuando se transportan cargas a granel de gran densidad y con un factor de estiba igual o inferior a 0,56 metros cúbicos hay que prestar especial atención al modo en que se distribuye el peso para evitar esfuerzos excesivos sobre la estructura del buque. Cuando se embarcan cargas a granel, éstas tienden a formar un cono. El ángulo que se forma entre la pendiente del cono y el fondo de la bodega varía en función de la carga y esto es lo que se denomina ángulo de reposo. Algunas cargas de alta densidad, tales como el mineral de hierro, forman un cono alto, mientras que otras, como el grano, forman un ángulo mucho menor. Las cargas con un ángulo de reposo pequeño son más susceptibles de experimentar corrimiento durante el viaje y han de tomarse precauciones para que el movimiento de la carga no afecte a la estabilidad del buque. Por otro lado, el mismo peso de las cargas de alta densidad puede afectar a la estructura del buque. Las cargas que tienen un bajo ángulo de reposo son especialmente susceptibles de moverse sobre superficies secas a bordo del buque. Para solventar este problema se establece que la carga se enrasará de modo que tenga una nivelación aceptable y los espacios de carga se llenaran lo más posible, pero sin que el peso resulte excesivo para la estructura que lo reciba. Deben adoptarse disposiciones especiales para estiba de las cargas secas que se deslizan con facilidad, por ejemplo, utilizando medios de sujeción tales como arcadas o arcas. Se destaca la importancia del enrasado como medio eficaz de reducir la posibilidad de corrimiento de la carga, especialmente en los buques pequeños de eslora inferior a 100 metros.

- **Definición de ángulo de talud y su incidencia en la estabilidad transversal del buque**

Se denomina ángulo de reposo de un montículo de granel sólido al ángulo formado entre el copete y la horizontal de la base, cuando el material se estabiliza por sí mismo. Al acumular granel sólido sobre un plano, éste queda apilado en forma de cono. El ángulo formado entre la generatriz del cono y su base se denomina ángulo de reposo. El mismo concepto se aplica en movimiento de suelos y otros trabajos o infraestructuras que estén relacionadas a la mecánica de suelos, dado que el ángulo de reposo determina el talud natural del terreno. En el transporte de gráneles por mar, este valor es de fundamental importancia pues tiene estrecha relación con el valor del ángulo de roldo y el posible corrimiento de carga que afecta la estabilidad trasversal de la embarcación. La

Organización Marítima Internacional (OMI) fija las normas para el transporte de gráneles por mar. Las cargas de alta densidad, como el mineral de hierro, a menudo se transportan en bodegas alternas, para así elevar el centro de gravedad del buque y moderar sus movimientos de balanceo. Esto hace, sin embargo, que se someta a las cuadernas y esloras a un mayor esfuerzo y, debido a que las bodegas que transportan mineral de hierro no están completamente llenas, puede haber una mayor flexión de las cuadernas de costado. El resultado final es que se ejerce un mayor esfuerzo sobre los elementos internos del casco. Esto puede ser perfectamente admisible en el caso de un buque nuevo, pero no en el caso de un buque que lleva 20 años prestando servicio en condiciones difíciles sin la debida atención.

- **Factores que disminuyen el ángulo de reposo.**
 - Menor tamaño de la partícula
 - Menor rugosidad de la superficie de la partícula
 - Mayor esfericidad de la partícula
 - Menor humedad de la pila
 - Mayor homogeneidad de la pila

- **Ángulos de reposo de algunos granos indicados en grados:**
 - Trigo: 23
 - Maíz: 21
 - Cebada: 46
 - Centeno: 32
 - Soja: 22
 - Arroz: 20

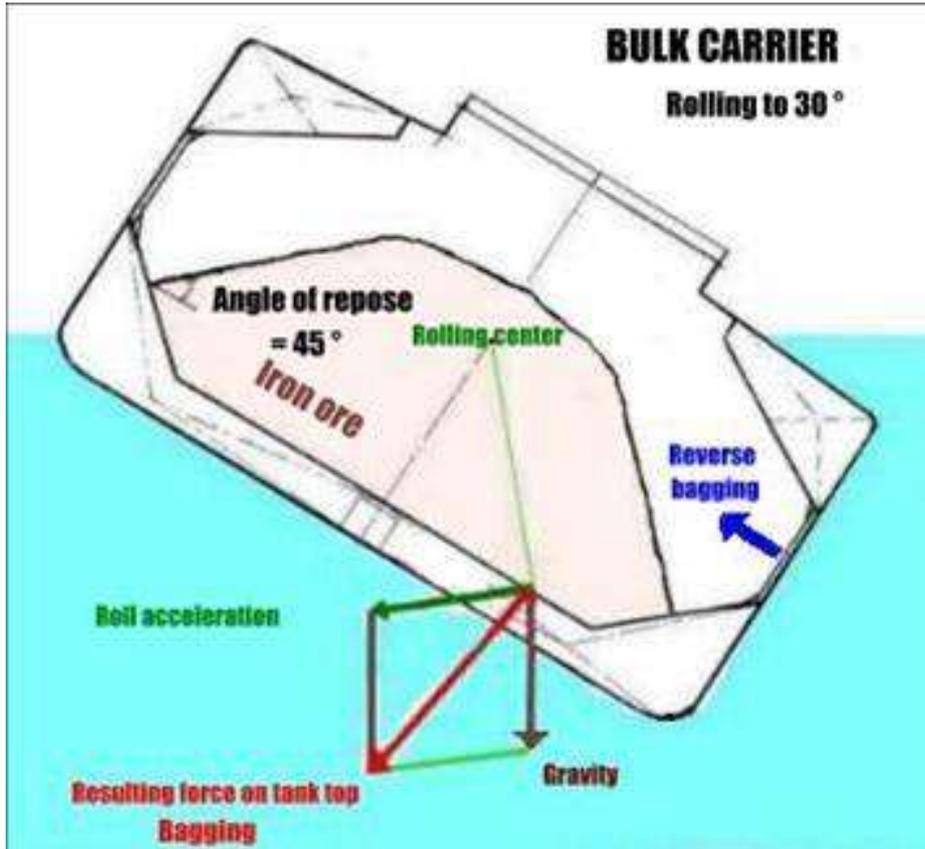


Ilustración 26 Escoras Fuente: [www. nauticaonline.com](http://www.nauticaonline.com)

- **Efecto del corrimiento de la carga en la estabilidad del buque**

El material a transportar es almacenado en bodegas. Los buques tipo Handysize generalmente poseen 5 bodegas y aprox. 4 grúas. Los graneleros de la categoría Panamax tienen generalmente 7 bodegas de carga. Los graneleros tipo Capesize poseen desde 9 bodegas en adelante y no tienen grúas.

En un granelero típico, la estructura de la bodega tiene una forma muy particular que incluye los planos inclinados que le dan la característica de "autoestibante", es decir, el material se desliza por estos planos inclinados en la carga y descarga eliminando que la tripulación deba acomodar la carga, lo cual resulta también peligroso, aparte de suponer un importante ahorro de tiempo y dinero.

Los planos inclinados permiten además disminuir el ancho de bodega, reduciendo el momento de inercia que se forma cuando existe la posibilidad de un corrimiento de la carga. Este es uno de los mayores peligros con que se enfrenta el granelero cuando transporta grano a granel, que presente la característica de ser corredizo.

El comportamiento de la carga sólida a granel, cuando las bodegas no van llenas es semejante al de un tanque que no está totalmente cargado, apareciendo el conocido efecto de superficies libres, que por la acción del oleaje y el consecuente movimiento del buque, puede provocar el deslizamiento de la carga hacia una de las bandas y por tanto que se produzca una escora en el mismo de tal forma que la pérdida de estabilidad del buque haga que el mismo zozobre. Por ese motivo debe evitarse cargar las bodegas hasta la mitad de su altura, porque allí el ancho es máximo, al igual que el momento de inercia. Los planos inclinados en las bodegas están constituidos por:

a) Tanques laterales altos: Tanque situado en ambos hombros de los espacios de carga, pueden tener una inclinación de 45°.

b) Tanques de tolva de pantoque: Un granelero típico tiene estructuras de tolva en ambos laterales inferiores de las bodegas de carga. Esta parte de la bodega se denomina la "tolva de pantoque" y tiene generalmente unos 30° de inclinación con respecto al plan de bodega.

Tanto los tanques laterales altos como los de tolva de pantoque son tanques de lastre; los altos se deslastran por gravedad durante la descarga, y los bajos mediante bombas.

TERMINALES RECEPTORAS DE GRANEL SÓLIDO.

Son terminales portuarias especializadas en el manejo de gran cantidad de carga granel solido (trigo, maíz, cebada, cemento, etc.), cuando los grandes buques cargados de material llegan a puerto son los encargados de darles salida distribuir y almacenar. Poseen en tierras grandes instalaciones.

- **Sistema de carga y descarga:** es donde la carga y la descarga se produce, es el lugar de destino de una carga determinada o el lugar de origen donde se produce el intercambio entre el puerto y el buque. Para este intercambio es necesario maquinaria como grúas, camions, palas, cintas transportadoras.
- **Sistema de interconexión interna:** es el desplazamiento que debe de realizar la carga o la descarga desde el lugar en el que se encuentra el buque atracado y el lugar de almacenamiento dentro del muelle. Lo componen cintas transportadoras y camiones que aseguran el transporte horizontal entre los distintos subsistemas.
- **Sistema de almacenamiento:** el almacenamiento de la mayor parte de la superficie de una terminal de graneles sólido la ocupa el almacenamiento. El almacenamiento puede ser abierto, cerrado o en silos, dependiendo del material a manipular. Este subsistema se encuentra muy ligado al de interconexión y casi integrado en el mismo en el caso de empleo de cintas transportadoras.

El transporte de los graneles sólidos desde el lugar de su extracción o producción hasta la instalación industrial de su procesamiento y distribución, se recorren distancias considerables y las terminales portuarias de exportación e importación constituyen un pequeño eslabón en toda esta cadena. Por ello debemos conocer los distintos tipos de almacenamiento que existe en una terminal, esto supondrá analizar las distintas cargas que pueda recibir una terminal. Cuando el producto a almacenar no está estructurado en unidades de carga y se puede almacenar suelto, en montones o en grandes depósitos o silos, naves diáfanas, se dice que el almacenamiento es a granel. El almacenamiento depende de las características del producto, de su resistencia a los agentes climatológicos, así como a sus efectos ambientales. Por lo que podemos dividir el almacenaje de los graneles sólidos en dos grandes grupos:

• Almacenamiento a cielo abierto: es aquel donde los materiales almacenados están expuestos a las condiciones meteorológicas, siendo una fuente de contaminación. Es el método más económico para mantener altos inventarios de materiales sólidos a granel, minimizando la inversión y el mantenimiento de estructuras y equipo auxiliar. Entre los materiales que comúnmente son almacenados a cielo abierto encontramos al carbón, los minerales, los materiales aglomerados y la arena. Es importante recalcar que siempre se debe buscar el maximizar la altura de la pila para obtener la mayor capacidad de almacenamiento posible, pero sin sobrepasar los límites de seguridad.

Según el diseño y las técnicas de manejo esta práctica se puede dividir en:

• El almacenamiento activo es cuando el material es recuperado mecánicamente durante las operaciones normales.

• El almacenamiento muerto se refiere a aquellos materiales que son mantenidos en pilas por períodos extendidos de tiempo. A fin de reducir la inversión, el almacenamiento muerto se maneja, usualmente, con equipo móvil.

• Almacenamiento a cielo cerrado: donde el material no se ve afectado por las condiciones meteorológicas, manteniendo sus condiciones de humedad. Se utiliza principalmente para cereales y en caso de materiales de mucho polvo en zonas urbanas. Pueden ser:

• Depósitos verticales (Silos): los silos son depósitos de diversa geometría utilizados para almacenar material granular. El diseño de los silos torre para almacenamiento de mercancías varía en función del material, debido a la variación de la presión que ejercen los diversos materiales sobre las paredes del depósito.

Maquinaria terminales de granel sólido: Según los equipos de manipulación y las instalaciones, las terminales pueden ser especializadas o no especializadas. Las terminales especializadas son aquellas que poseen un equipamiento especializado en el manejo de los graneles sólidos y que disponen de grandes superficies para apilar y manipular. Las terminales no especializadas no poseen equipos especializados.

• Tolva: se denomina tolva a un dispositivo de gran tamaño, destinado el depósito y canalización de materiales a granel. En ocasiones se monta en un chasis para transportarlo. Normalmente es de forma cónica con paredes inclinadas de forma que la carga se efectúa por la parte superior y la descarga por la parte inferior.



Ilustración 27 Tolva . Fuente: Elaboración propia



Ilustración 28 Carga de mercancía bulldozer. Fuente: elaboración propia

Depósito horizontal.

- Grúa: es una máquina diseñada para elevar todo tipo de carga de gran peso y tamaño concebida para distribución del espacio. Las grúas pueden ser móviles o fijas.
- Grúas móviles: sobre cadenas, ruedas o camión, autogrúas y camión grúa.
- Grúas fijas: tienen más capacidad de carga que las móviles pero están ancladas al suelo. Ejemplo de este tipo de grúas son: grúas puente, grúa Derrick, plumines, montacargas...



Ilustración 29 Descarga a barcasas de río. Fuente: Elaboración propia

Tolva Fuente Cleveland-Cascades: este sistema hace que el material fluya hacia abajo por una serie de conos inclinados que limitan la velocidad y evita la separación de partículas y la degradación y segregación del material.



Ilustración 30 Tobogán. Fuente: www.fam.de

Tobogán: es un modo de transporte seguro y rápido hacia atrás en un espacio pequeño. Este tipo de tobogán helicoidal ha sido desarrollado para transportar graneles como mineral de hierro, carbón, coque, arenas... en el espacio más pequeño y de manera cuidadosa

Tobogán helicoidal



Ilustración 31 Tobogán Helicoidal. Fuente: www.fam.de

Cinta más tolva: Es una tolva a la que se le añade unas cintas transportadoras o bien para llevarlas directamente al silo o bien para ser descargada sobre un camión, tren u otro medio de transporte. Cinta mas tolva

- Cinta transportadora: es un sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores. Cinta transportadora:

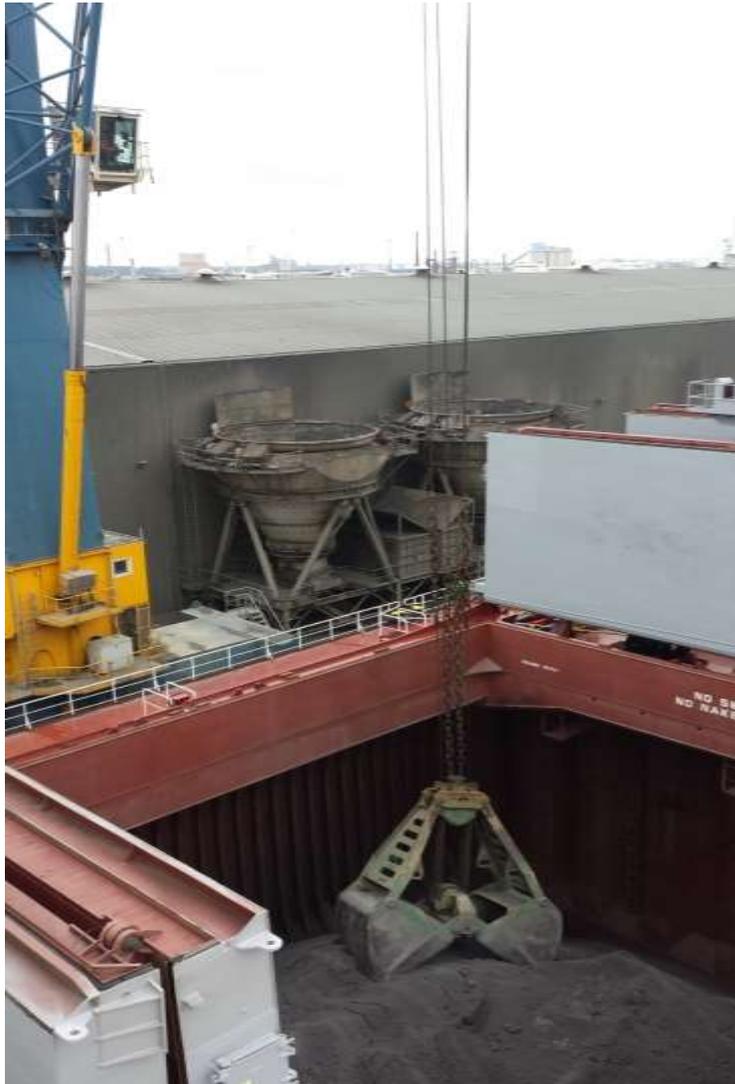


Ilustración 32 Descarga con cuchara a tolva. Fuente: Elaboración propia

MANTENIMIENTO DE UN BUQUES A GRANEL SÓLIDO.

Para todos los elementos estructurales de una nave granelera, se aplica el mismo sistema de mantención (picado – raspado – pintado), salvo en las bodegas, dependiendo de las características propias de cada una de ellas.

Proceso : Limpieza rigurosa permanente.

Cuando una superficie a área de la nave está dañada, por instrucciones del Primer Oficial dadas al Contramaestres se procede a reparar picando, raspando, pintando.

Una vez que se ha picado y raspado, se procede a aplicar, generalmente metal-brimar, que es un ácido para sacar todo tipo de residuos que puedan quedar en la superficie.

Luego se debe lavar, en lo posible con agua dulce, secar y pintar.

Pintar inmediatamente con “premer” que es un anticorrosivo, dar mínimo dos manos.

Posteriormente se aplica la pintura de terminación, la cual puede ser epoxica o vinílica, agregando a ambas “timmer” que es un diluyente para adelgazar la pintura. Hoy en día existen otros tipos.

Zonas Corroídas

Ha de quitarse bien el óxido y pintura suelta mediante métodos adecuados. El picado del óxido seguido de la utilización de un cepillo de alambre es el método más sencillo, pero es más bien insatisfactorio al considerar recubrimientos sofisticados, de los que se espera un mayor rendimiento.

Serían métodos más eficientes el rascado mecánico, la utilización de cepillo de alambre mecánico, el cincelado mecánico y el martilleo de agujas. El decapado con martillos tanto ordinarios como mecánicos puede, sin embargo, astillar la superficie y por lo tanto no debe utilizarse más de lo absolutamente necesario.

Casco

Después de la corrosión, el “fouling” o incrustación biológica, es el problema más importante en la protección de carenas de embarcaciones.

El crecimiento de organismos vegetales y animales en el casco de los barcos, aumenta la rigurosidad superficial y la resistencia a la fricción de los mismos contra el agua, reduciendo en consecuencia la velocidad, valores correspondientes a estudios realizados por el Almirantazgo Británico indican que las incrustaciones biológicas en barcos de guerra con desplazamiento entre 1850 y 33000 toneladas, pueden aumentar el consumo de combustible entre 35 y 50 por ciento, después de seis meses de navegación en aguas templadas o de tres meses en aguas tropicales.

Además, algunos organismos, por su naturaleza calcárea, aceleran el deterioro de la película protectora anticorrosiva, producen variaciones en la concentración de oxígeno dando lugar a corrosión o proporcionan una condición ácida al medio (por productos de su metabolismo) que favorecen los procesos de cavitación (“pitting”).

Este fenómeno de las incrustaciones biológicas o “fouling” y sus condiciones de aparición y de crecimiento ulterior, está condicionado por las características de la flora y la fauna local, y por las condiciones ambientales (salinidad, pH, temperatura del agua, oxígeno disuelto, sustancias contaminantes, etc.)

Una pintura “antifouling” o anti incrustante es una pintura de características muy particulares, que por su modo de acción se diferencia totalmente de los demás tipos conocidos. A la inversa de las pinturas anticorrosivas, cuya película debe ser lo más inerte posible frente al medio marino y sufrir un mínimo cambio en sus propiedades durante el uso, la película de pintura anti incrustante, en cambio, modifica permanentemente sus características cuando está sumergida en agua de mar.

En efecto, en la formulación de las pinturas anti incrustantes se emplean tóxicos minerales u orgánicos que deben ser puestos en libertad por la película, con el propósito de proteger la parte sumergida del casco de las embarcaciones.



Ilustración 33 . Fuente: Elaboración propia

Diferentes Tipos de Diluyentes y Pinturas

“Timmer” es el diluyente más usado a bordo, pero hoy en día se usan también diluyentes nacionales de alta calidad.

En pinturas tenemos el “Primer” que es un anticorrosivo conocido como “asarcon”.

Una pintura consiste en un constituyente sólido finamente dividido, el pigmento, dispersado o suspendido en un constituyente líquido, el vehículo.

La pintura, cuando es extendida sobre una superficie sólida, cambia con el tiempo a una película seca y adherente. Para la mayoría de los propósitos es necesario que este secado ocurra en pocas horas.

La pintura aplicada sobre una superficie metálica puede tener una o más de los propósitos siguientes:

Preservación de la superficie, impidiendo el contacto directo de la humedad y el oxígeno con el metal. Si se logra obtener una aislación efectiva, se obtendrá una buena protección contra la corrosión.

Funcional para la obtención de una mejor distribución de luz y mayor iluminación de un objeto. Por razones sanitarias.

Identificación, como por ejemplo, instalaciones de cañerías o señalización de peligro.

Un ciclo de pintado está generalmente constituido por:

- Una capa de fondo, con función antioxidante.
- Una o más capas intermedias: con la función de nexos entre las de fondo y las demás de recubrimiento.
- Dos o más capas de cubrimiento, con función específicamente protectora frente a las secciones externas.

Clasificación por sus pigmentos.

En general, las pinturas están constituidas por partículas colorantes minerales y orgánicas llamadas pigmentos, que al quedar fijadas en la superficie pintada, desarrollan una serie de funciones tales como adherencia, flexibilidad, resistencia al desgaste, etc.

Para mantener en suspensión y luego fijar estos pigmentos, se emplean sustancias orgánicas llamadas vehículos que, luego de aplicada la pintura, se endurecen por oxidación o evaporación formando una película uniforme y resistente.

Para mayor claridad está el caso de los barnices, que son pinturas constituidas por vehículos volátiles y solventes que no contienen pigmentos y que, al secarse, dejan una película casi impermeable y transparente.

De acuerdo a sus pigmentos pueden dividirse según:

- Antióxidos o de
- Terminación.

Clasificación por sus vehículos

Las pinturas pueden ser clasificadas de acuerdo al vehículo empleado para mantener en suspensión y luego fijar los pigmentos.

Los vehículos son sustancias orgánicas que, una vez aplicadas a las pinturas, se endurecen por oxidación, evaporación, formando una película uniforme y resistente.

Se dividen en:

- Al aceite (oleo).
- Alquínicos o alcídicos.
- Vinílicos.
- Epóxicos.
- Caucho clorado.
- Fenólicos oleomodificados.

SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE DE GRANO

Debido a la particularidad de la mercancía de este tipo de embarcaciones se presentan una serie de problemas muy conocidos, y en el Convenio SOLAS de 1960 se había dedicado un capítulo entero (el capítulo VI), a las medidas de precaución que debían adoptarse para impedirlo.

A pesar de la aplicación del nuevo reglamento, la pérdida en apenas un lustro de 6 buques graneleros pusieron de manifiesto las deficiencias con respecto a la seguridad de la que adolecía el nuevo marco legislativo.

Es por ello que a partir de 1963, la OMI, con la ayuda de las navieras y oficiales que trabajaban en éste tipo de buques se esfuerza en realizar un estudio pormenorizado para solventar el problema, quedando patente la ineficacia de algunas de las reglas del convenio del 60. Es por ello que en 1969, la Asamblea de la OMI aprobó nuevas reglas para el transporte de grano (resolución A. 184) "Reglas equivalentes de 1969 para el transporte de grano", y se invitó a su adopción por parte de los países miembros de manera inmediata, demostrándose en poco tiempo su eficacia y sus ventajas económicas con respecto a las anteriores; incorporándose todo ello finalmente al Capítulo VI del SOLAS de 1974. El Código de Cargas a Granel fue enmendado en repetidas ocasiones, aunque en 1991 la OMI promueve una revisión profunda del mismo, ampliando el número de cargas a granel a transportar entre otras modificaciones. El Código es aplicable a todos los buques que transportan grano a granel, incluidos los existentes y los de arqueo bruto inferior a 500 toneladas, y se divide en dos partes; la parte A con prescripciones especiales y orientaciones sobre la estiba del grano y el uso de dispositivos especiales para el mismo y una parte B donde se detalla el cálculo de los momentos escorantes y de las hipótesis generales. (Larrucea, 2008)

CONCLUSIONES

De la información desarrollada en el presente proyecto se puede concluir a grandes rasgos que:

- El objetivo del trabajo ha sido la de elaborar un documento que sintetice buena parte de la información relacionada con los buques graneleros.
- Debido a la enorme evolución que ha sufrido la economía de los países en los últimos años con la llegada de la globalización los buques han ido cambiando y especializándose en un tipo de carga más concreta, por lo que se ido construyendo naves especialmente diseñadas para su transporte.
- Gracias a este tipo de barcos podemos disponer a diario de productos de primera necesidad como puede ser el pan, arroz u otros cereales.
- La necesidad de seguir formando a profesionales encargados del complejo manejo de los buques en todas sus especialidades
- A medida que ha aumentado los volúmenes de carga, las terminales se han ido especializando, lo que ha conllevado a una gran diversificación de las actividades portuarias. Esto conlleva a que se haya creado una legislación específica
- Debido a la necesidades que tiene los buques, han surgido una serie de servicios que han de ofrecer los puertos, beneficiando así la expansión económica de una región y creando nuevos puestos de trabajo Teniendo gran importancia el factor técnico-humano a la hora de realizar estos servicios como por ejemplo el servicio de carga, estiba, descarga y desestiba, para los cuales se han ido especializando las maquinarias y el personal que las maneja
- Con el aumento del tráfico de mercancías y personas, ha sido necesaria la creación de un código que prevenga los posibles actos terroristas, para ello se creó

el Código Internacional para la Protección del Buque e Instalaciones Portuarias (PBIP). Este código recoge una serie de procedimientos para la protección del puerto y los buque antes cualquier acto terrorista.

BIBLIOGRAFÍA

- Cubile, S., & Javier-Zanfi, N. (2011). *Introducción a la Ingeniería Naval – U1091. Buque granelero*. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Buenos Aires .
- Larrucea, D. J. (2008). *Régimen Jurídico de la Seguridad en Buques Graneleros (Bulkcarriers Maritime Safety: Legal Aspects)* . Barcelona: UPC.
- Revista de Ingeniería Naval. (30 de enero de 2015). *sectormarítimo.es*. Obtenido de <https://sectormarítimo.es/que-es-un-kamsarmax>
- Manuales del buque "Aeolos"
- Notas e imágenes de trabajo de campo.
- www.nauticexpo.es › Buque
- www.sectormarítimo.es
- www.maritimeinfo.org
- www.upm.es
- www.cslships.com
- www.agromeat.com
- www.navymar.com
- www.marinetraffic.com/
- www.maquinarias.es