

## SECCION II: RIPA. MANIOBRA Y GOBIERNO DEL BUQUE.

1. Conocer las reglas de RIPA y su uso, tanto en tiempo normal como en visibilidad reducida
2. Curva de Evolución
3. Uso de los cabos de amarre
4. Amarre a boya
5. Uso correcto de las boyas, molinetes, cabrestantes
6. Navegación por canales angostos y por dispositivos de separación de tráfico
7. Señales sonoras y su uso

### 1) Reglas de RIPA y su uso, tanto en tiempo normal como en visibilidad reducida.

#### Parte A: Generalidades

##### (Regla 1): Ambito de aplicación

En esta regla se explica a quienes serán aplicable todas las reglas de RIPA

##### (Regla 2): Responsabilidad

Se explica la responsabilidad de cualquier barco, capitán o tripulación que cometa cualquier negligencia en contra del Reglamento.

##### (Regla 3): Definiciones Generales

Buque: Toda clase de embarcación, incluida embarcaciones sin desplazamiento y los hidroaviones utilizados como medio de transporte en el agua.

Buque de propulsión mecánica: Todo buque movido por una máquina

Buque de vela: Todo buque navegado a vela sin utilizar su máquina propulsora.

Buque dedicado a la pesca: Todo buque que está pescando con redes, líneas, aparejos de arrastre u otras artes de pesca que restrinjan su maniobrabilidad, no incluyéndose buques pescando con curricán.

Buque sin gobierno: Buque que por cualquier circunstancia excepcional es incapaz de maniobrar en la forma exigida por este Reglamento y que por consiguiente no puede apartarse de la derrota de otro buque.

Buque con capacidad de maniobra restringida: Buque que debido a la naturaleza de su trabajo no tiene la capacidad completa para maniobrar como exige este Reglamento. Ej.:

- Buques dedicados a:
  - . Recoger marcas de navegación
  - . Trabajo de dragado, hidrográficos, oceanográficos, etc
  - . Estar haciendo combustible
  - . Estar remolcando

. Dragados de minas, etc

Buque al garete: Todo buque sin vida a bordo, abandonado.

Buque al paio: En condiciones de navegar pero sin estarlo realizando en ese momento.

## Parte B. Sección II. Regla de Rumbo y Gobierno

(Regla 4): Ambito de aplicación( Se aplicarán en cualquier condición de visibilidad)

(Regla 5): Vigilancia( todo buque debe mantener una constante y eficaz vigilancia garantizando la detección de cualquier peligro)

(Regla 6): Velocidad de seguridad.

Todo buque deberá navegar en todo momento con una velocidad de seguridad tal que le permita ejecutar la maniobra adecuada y eficaz para evitar un abordaje y pararse a la distancia que sea apropiada.

Para determinar la velocidad de seguridad deberá tenerse en cuenta:

1. El estado de visibilidad
2. Densidad del tráfico
3. Maniobrabilidad del buque
4. El estado del viento, la corriente y proximidad de peligros para la navegación
5. El calado con la profundidad disponible de agua
6. Con relación al RADAR, sus características, eficacia y limitaciones del equipo

(Regla 7): Riesgo de Abordaje

(Regla 8): Maniobra para evitar abordaje

Si las circunstancias del caso lo permite, toda maniobra que se efectue para evitar un abordaje se llevará a cabo:

En forma clara, con antelación y respetando las buenas prácticas marineras

Los cambios de rumbo y/o velocidad serán amplios para que sean bien percibidos

Si hay espacio suficiente, se aconseja la maniobra de cambio de rumbo para evitar una aproximación excesiva.

La maniobra que se efectue será tal que el buque pase a una distancia segura del otro. Si es necesario para estudiar la situación, el buque reducirá velocidad o suprimirá toda su arrancada parando o invirtiendo sus medios de propulsión.

(Regla 9): Navegación por canales angostos.

Los buques que naveguen por canales angostos se mantendrán lo más cerca del límite exterior del paso o canal que quede por su costado de estribor.

Buques de eslora inferior a 20 m o de vela y los dedicados a la pesca no estorbarán el tránsito de un buque solo pueda navegar con seguridad dentro de un canal angosto.

Los buques no deberán cruzar un canal o paso angosto si al hacerlo estorban el tránsito. Este otro buque si tiene duda de la intención del buque que cruza usará la señal:

Acústica: Cinco pitadas cortas y rápidas

Lumínicas: Cinco destellos cortos y rápidos

- Si existe un buque que quiere adelantarse a otro y este otro maniobra para permitir el adelantamiento con seguridad, el buque que alcanza deberá usar la señal:

Acústica:

Dos pitadas largas seguidas de una corta para indicar “ Pretendo alcanzarlo por su banda de Er”

Dos pitadas largas seguidas de dos cortas “ lo mismo pero por Br”

El buque alcanzado dará su conformidad haciendo soplar la señal:

Acústica:

- Una pitada larga, una corta, una larga y otra corta, en este orden

- Los buques que se aproximen a un recodo del paso o canal angosto en donde por estar obstaculizada la visión, no puede verse otros buques, navegará alerta y con precaución, haciendo sonar la señal acústica;

1- Una pitada larga no responden Procedo

2- Una pitada larga en respuesta espero que salga y procedo a entrar

(Regla 10): dispositivo de separación de tráfico

Los buques que utilizan un dispositivo de separación de tráfico deberán:

Navegar en la via de circulación apropiada

Mantener el rumbo fuera de la línea de separación o de la zona de separación

Para entrar o salir hacerlo por sus extremos o si entramos por sus límites laterales hacerlo con el menor ángulo posible (5° - 10°)

Se evitará cruzar, pero al hacerlo perpendicular y en el menor tiempo posible contrario al tráfico

- Los buques que no estén cruzándola no entrarán normalmente en una zona de separación, ni cruzarán una línea de separación excepto:

En caso de emergencia, para evitar un peligro inmediato

Para dedicarse a la pesca en una zona de separación

Con capacidad de maniobra restringida por trabajo determinado

- Se evitará fondear

(Regla 11): Ambito de aplicación. Buque a la vista uno del otro

(Regla 12): Buques de vela

Dos buques de vela recibiendo el viento por bandas contrarias, el que lo reciba por babor se mantendrá apartado de la derrota del otro

Recibiendo aire por bandas iguales, el buque que esté a barlovento se mantendrá apartado de la derrota del que esté a sotavento

Buque que recibe el viento por babor y avista a otro por barlovento y no puede determinar por donde está recibiendo el aire el otro, se mantendrá apartado

(Regla 13): Buque que alcanza

(Regla 14): Situación de “vuelta encontrada”

- Cuando dos buques de propulsión mecánica naveguen de vuelta encontrada a rumbos opuestos o casi opuestos, cada uno de ellos caerá a estribor de forma que pase por la banda de babor del otro

(Regla 15): Situación de cruce

- Cuando dos buques de propulsión mecánica se crucen con riesgo de abordaje, el buque que tenga al otro por su costado de estribor, se mantendrá apartado de la derrota de este otro, evitando cortar la proa.

(Regla 16): Maniobra del buque que “cede paso”

- El que maniobre cediendo el paso deberá hacerlo con anticipación suficiente para quedar bien franco del otro buque

(Regla 17): maniobra del buque que “sigue rumbo”

- Cuando uno de los buques debe mantenerse apartado de la derrota del otro, este último mantendrá su rumbo y velocidad

- No obstante, este otro buque puede actuar con su propia maniobra para prevenir el abordaje, tan pronto se percate que el otro no está maniobrando correctamente, en este caso dicho buque no podrá nunca maniobrar hacia la banda de babor a un buque que se encuentre por esa banda, si las circunstancias del caso lo permiten.

(Regla 18): Obligaciones por categorías de buque

- Los buques de propulsión mecánica en navegación se mantendrán apartados de la derrota de:

Un buque sin gobierno

Un buque con capacidad de maniobra restringida

Un buque pescando

Un buque de vela

- Los buques de vela en navegación, se mantendrán apartados de:

Un buque sin gobierno

Un buque con capacidad de maniobra restringida

Un buque pescando

- En la medida de lo posible, un buque dedicado a la pesca en navegación se mantendrá apartado de:

Un buque sin gobierno

Un buque con capacidad de maniobra restringida

- Todo buque que no sea buque sin gobierno o con capacidad de maniobra restringida evitará estorbar el tránsito seguro de un buque restringido por su calado el cual navegará teniendo en cuenta su limitante
- Un hidroavión amarrado se mantendrá apartado de todos los buques que se encuentren a la vista uno del otro, cumpliendo con la regla en caso de abordaje

(Regla 19): Conducta de los buques en condiciones de visibilidad reducida(VR)

Todos los buques navegarán a una velocidad de seguridad adaptada a las condiciones de VR

Todo buque que detecte únicamente por medio del RADAR a otro, determinará si se está creando una aproximación excesiva. En caso afirmativo maniobrá con antelación, teniendo en cuenta que si la maniobra es un cambio de rumbo, se evitará lo siguiente:

Caer a babor, para un buque por proa del través, salvo que el otro buque esté siendo alcanzado

Un cambio de rumbo dirigido hacia un buque situado por el través o a popa del través

(Regla 20): Parte C. Luces y marcas. Ambito de aplicación.

- Las reglas relativas a las luces deberán cumplirse desde la puesta del sol hasta su salida y durante este intervalo no se exhibirá ninguna otra luz, excepto si hay visibilidad reducida o día nublado.
- Las reglas relativas a las marcas deberán cumplirse de día.

(Regla 21): Definiciones

Luz de tope: Luz blanca colocada sobre el eje longitudinal del buque en todo un arco en el horizonte de 225°, visible desde la proa hasta 22,5° a popa del través de cada costado del buque.

Luces de costado: Verde en la banda de Er y roja en la banda de Br, visible de proa de costado 112,5° y pasado el través 22,5°.

Luz de alcance: Luz blanca colocada lo más cerca posible de la popa, en todo un arco del horizonte de 135°, visible en un arco de 67,5° contados a partir de la popa hacia cada una de las bandas del buque.

Luz de remolque: Luz amarilla de las mismas características que la luz de alcance.

Luz todo horizonte: Luz blanca visible en un arco de horizonte de 360°.

Luz centellante: Luz que produce centellos a intervalos regulares, con una frecuencia de 120 ó más centellos por minutos.

(Regla 22): Visibilidad de las luces

1- Buques de eslora 50 Mts. o más

- Luz de tope – 6 millas
- Luz de costado – 3 millas
- Luz de alcance – 3 millas
- Luz de remolque – 3 millas
- Luz todo horizonte blanca, roja, verde o amarilla – 3 millas

2- Buques de eslora igual o superior 20 Mts. pero inferior a 50 Mts.

- Luz de tope – 5 millas e inferior a 20 Mts. – 3 millas
- Luz de costado – 2 millas
- Luz de alcance – 2 millas
- Luz de remolque – 2 millas
- Luz todo horizonte blanca, roja, verde o amarilla – 2 millas

3- Buques de eslora inferior a 12 Mts.

- Luz de tope – 2 millas
- Luz de costado – 1 millas
- Luz de alcance – 2 millas
- Luz de remolque – 2 millas
- Luz todo horizonte blanca, roja, verde o amarilla – 2 millas

(Regla 23): Buques de propulsión mecánica en navegación

- a) Estos buques exhibirán:
- b) Una luz de tope a proa
- c) Una 2<sup>da</sup> luz de tope a popa y más alta que la de proa, excepto en los buques de menor de 50 Mts. de eslora que solo exhibirán 1 luz.
- d) Luces de costado
- e) Una luz de alcance

- Los buques de:

Eslora inferior a 7 Mts. y  $V_{max} > 7 N$  exhibirán una luz blanca todo horizonte y si es posible exhibirán también luces de costado.

(Regla 24): Buques remolcando y empujando.

Todo buque de propulsión mecánica cuando remolque exhibirá:

- a) Dos luces de tope a proa en línea vertical si la longitud del remolque de proa a popa es mayor de 200 Mts. – tres luces de tope a proa en línea vertical, si es menor de 200 Mts. – solo 2 luces
- b) Dos luces de costado
- c) Una luz de alcance
- d) Una luz de remolque en línea vertical y por encima de la luz de alcance.
- e) Una marca bicónica en el lugar más visible.◆

- cuando un buque está unido de forma rígida con otro se considera buque de propulsión mecánica y exhibirá según Regla 23.

- Todo buque de propulsión mecánica que empuje a otro o remolque por el costado exhibirá:

- a) Dos luces de tope a Pr en forma vertical si  $L < 50$  Mts. y 3 si  $L > 50$  Mts.
- b) Luces de costado
- c) Una luz de alcance

- Todo buque u objeto remolcado exhibirá: ◆

- a) Luz de costado
- b) Una luz de alcance
- c) Una marca bicónica si  $R > 200$  Mts.

- Objeto remolcado poco visible

1- Largo menor 100 Mts. y ancho menor 25 Mts.

Cada uno: Luz todo horizonte en uno de los extremos Pr y Pp

2- Largo mayor o igual a 100 Mts. y ancho mayor 25 Mts.

Luces adicionales a todo lo largo pero que no llegue al final para permitir observar visualmente el final físico del objeto

(Regla 25): Buque de vela en navegación y embarcaciones de remo

- Buque de vela menor 20 Mts. – Farol combinado / costado- alcance

- Buque de vela mayor 20 Mts. – 2 todo horizonte en una misma vertical roja la superior y verde la inferior

- Luces de navegación y no obligatorio los topes para menor 50 Mts.

- Si moto velero / de día – cono invertido( ▼ ) si utiliza la máquina

- velero / no lleva máquina, no lleva marca

- Embarcaciones de remo

Exibirán luces como los veleros pero si no, linterna eléctrica que muestre luz blanca

(Regla 26): Buques de pesca

1- Arrastre – 2 todo horizonte verde y blanca en la misma vertical o una marca consistente en dos conos unidos por sus vértices, ( ) los buques de eslora inferior a 20 Mts. exhibirán un cesto

- Una luz de tope a Pp y más elevada que la luz verde todo horizonte, los buques de eslora inferior a 50 Mts. no tendrán obligación de exhibir dicha luz

- Cuando vayan con arrancada, además de las luces anteriores exhibirán luces de costado y una de alcance

2- Los buques dedicados a la pesca que no sea de arrastre:

- 2 todo horizonte roja y blanca en una misma vertical

- Cuando el aparejo largado se extiende más de 150 Mts. medidos horizontalmente a partir del buque – una luz blanca todo horizonte o un cono con el vértice hacia arriba en la dirección del aparejo cuando vayan con arrancada, además luces de costado y una de alcance

Si es menor de 150 Mts. – no luz adicional

3- Calando redes – todo horizonte blanca – blanca en la misma dirección

4- Cobrando redes – todo horizonte blanca – roja en la misma dirección

5- Interrupción – todo horizonte roja – roja en la misma dirección

(Regla 27): Buques sin gobierno o con capacidad de maniobra restringida

Buques sin gobierno



- Dos luces rojas en la misma vertical
  - De día dos bolas o marcas similares en línea vertical
  - Cuando vayan con arrancada, además las luces de costado y una luz de alcance
- buques con capacidad de maniobra restringida

Tres luces todo horizonte roja, blanca, roja en la misma vertical

De día tres marcas

Cuando vayan con arrancada, además luces de tope, luces de costado y una luz de alcance

Cuando estén fondeados, además de las luces y marcas en los apartados a y b, las luces o marcas de la regla 30

buque remolcando que le impida apartarse de su derrota, exhibirá;

a- Dos luces topes a proa en la misma vertical si  $R < 200$  Mts.

Tres luces tope a proa en la misma vertical si  $R > 200$  Mts.

b- de día en la misma dirección

c- Tres luces todo horizonte roja, blanca, roja en la misma vertical

buques dedicados a operaciones de dragado o submarina con capacidad de maniobra restringida

Además de las luces en el apartado 2 y cuando haya una obstrucción:

2 luces rojas todo horizonte o de día dos bolas en línea vertical para indicar la banda por la que no se puede pasar

2 luces verdes todo horizonte o de día dos marcas bicónicas en la misma vertical indicando la banda por la que se puede pasar

Cuando vayan con arrancada, además, luces de tope, luz de costado y una luz de alcance

Cuando estén fondeados, exhibirán las luces en los apartados a y b (2)

Buques dedicados al buceo

a- Topes

b- Luces restringidas

c- Navegación

De día señal rígida representando la bandera "A" del CIS de altura no inferior a 1 m

6- Buques dedicados a operaciones de limpieza de minas

- Además de las luces para los buques de propulsión mecánica en la regla 23, exhibirán tres luces verdes todo horizonte o tres bolas

- Estas luces indican que es peligroso acercarse a menos de 1000m por popa y a menos de 500m de cada una de las bandas del dragaminas

(Regla 28): Buques de propulsión mecánica restringidos por su calado

- Además de las luces para buques de propulsión mecánica (Regla 23)

- Tres luces rojas en la misma vertical, todo horizonte

- De día un cilindro



(Regla 29): Embarcaciones de práctico

2 luces todo horizonte en la misma vertical

En navegación luces de costado y una de alcance

Cuando estén fondeados, además de las del apartado (1), las luces o marca de fondeo

Cuando no estén en servicio de práctico exhibirán las luces y marcas para las embarcaciones de su eslora

(Regla 30): Buques fondeados y buques varados

En la parte de proa una luz todo horizonte o una bola

En la popa o cerca de ella una luz blanca todo horizonte inferior a la primera en altura

Si la eslora es inferior a 50 m solo una luz blanca en el lugar más visible todo horizonte. Si la eslora es mayor de 100m exhibir luces de trabajo

- En los buques varados:

Luces de buque fondeado más 2 luces rojas todo horizonte en línea vertical

De día tres bolas en línea vertical

(Regla 31): Hidroaviones

(Regla 32): Señales acústicas y luminosas (parte D)

Definiciones ( pitada corta (.) duración 1 seg., pitada larga (-) duración 4-6 seg.

(Regla 33): Equipos para señales acústicas

Buques con eslora igual o superior 12 m: pito y campana

Buques con eslora mayor a 100m: pito, campana y gong

(Regla 34): Señales de maniobra y advertencia

Pitada corta – caigo a estribor

Dos pitadas cortas – caigo a babor

Tres pitadas cortas – estoy dando atrás

Estas pueden acompañarse con destellos (IDEM). Deberá ser una luz blanca todo horizonte con alcance mínimo de 5 millas

- cuando dos buques se encuentren a la vista uno del otro en un paso o canal angosto:

Buque que pretende alcanzar

- 2 pitadas largas y una corta/ pretendo alcanzar por su banda de Er

- 2 pitadas largas y dos cortas/ pretendo alcanzar por su banda de Br

- El buque que pretende o que va a ser alcanzado indicará su conformidad con:

Una pitada larga, una corta, una larga y una corta.

Si no comprende/ 5 pitadas cortas y rápidas o 5 destellos cortos y rápidos

(Regla 35): Señales acústicas en visibilidad reducida

Buque de propulsión mecánica – con arrancada – pitada larga / intervalo 2’

Buque de propulsión mecánica en navegación parado – 2 pitadas largas / intervalo 2’ entre ambas

Buque sin gobierno o con capacidad de maniobra restringida, buques restringidos por su calado, de vela, pesca, remolcando o empujando/ 3 pitadas consecutivas/ 1 larga y 2 cortas con intervalo 2’

Buques remolcando o el último del remolque/ 4 pitadas – 1 larga y 3 cortas con intervalo 2’

Buques fondeado – repique de campana de 5 ‘’ a intervalo de 1’. Además 3 pitadas: corta, larga y corta

Buque varado – señal de campana y en caso necesario con gong y además 3 golpes de campana claros y separados. Antes y después del repique de campana

Buques con servicio de practicaje – 4 pitadas cortas

(Regla 36): Señales para llamar la atención

Cualquier buque si necesita llamar la atención, hará señales luminosas o acústicas que no se confundan con las anteriores o dirigir el haz de su proyector en la dirección del peligro

(Regla 37): Señales de peligro

Disparo de cañón con intervalo 1’

Sonido continuo con aparato de señal de niebla

Cohetes o granadas que despiden estrellas rojas con intervalos cortos

Señal emitida por radiotelegrafía (SOS) del código Morse

Señal emitida por radiotelefonía con la palabra “ MAY DAY”

Señal de peligro “NC” del CIS

Señal de bandera cuadrada que tiene encima o debajo una bola o objeto análogo

Llamaradas a bordo

Cohete – bengala con paracaídas o bengala de mano de luz roja

Señal de humo color naranja

Movimientos de brazos repetidos, subiéndolos y bajándolos lateralmente

Señal de alarma radiotelegráfica

Señal de alarma radiotelefónica

Señales transmitidas por radiobalizas indicadas por la posición

Trozo de lona de color naranja con un cuadrado negro y un círculo

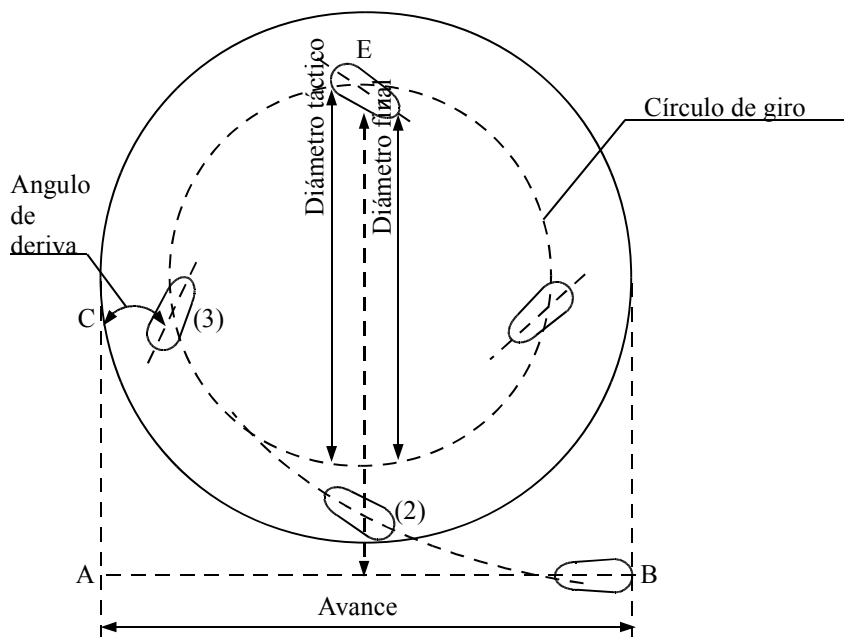
Marca colorante de agua

(Regla 38): Exenciones

2- Curva de evolución

Los componentes de la curva de evolución son:

- a) Traslación: Distancia ganada en ángulo recto del rumbo original a una u otra banda de acuerdo hacia donde vayan metido el timón, o sea, hacia afuera del giro.
- b) Avance: Distancia ganada en el rumbo original hasta que el buque ha caído 8 cuartas ( $90^\circ$ ) tiene un valor aproximado de unas 4 esloras.
- c) Diámetro táctico: Distancia ganada a Er o Br del rumbo original cuando el buque a caído  $180^\circ$
- d) Diámetro final: distancia ganada a Er o Br desde la posición a los  $180^\circ$  hasta completar el giro a los  $360^\circ$
- e) Angulo de deriva: Angulo formado por la dirección de la quilla con la tangente a la curva que describe su centro de gravedad, cuando el timón deja de estar a la via, se llama ángulo de deriva.



f) Radio de giro o de rotación: Es el radio de la circunferencia descrita por el centro de gravedad del buque durante el periodo uniforme.

- La velocidad influye poco en el radio, pues al aumentar la velocidad, disminuye el tiempo de la evolución I viceversa y ambos datos, velocidad y tiempo influyen contrario en la fórmula de hallar el diámetro táctico.

- Resulta indispensable disponer a bordo de las curvas de evolución del buque, estas suelen ser facilitadas por el astillero y de no ser así, hay que calcularlas, y el método más frecuente es utilizar una boya o baliza como punto de referencia y dos observadores uno en proa y otro en popa, para determinar en sucesivos momentos de la evolución, la posición del buque con relación a la boya.

Area de maniobra: Espacio necesario para maniobrar, con el objetivo de evitar una colisión.

#### Definición de curva de evolución

La curva descrita por el centro de gravedad del buque en su giro se denomina curva de evolución, cuyo conocimiento nos ayuda a maniobrar con nuestro buque, ya que con ella conoceremos de

antemano la trayectoria que seguirá el buque cuando se meta un determinado ángulo de timón a la banda para cada velocidad que lleve el buque.

### Forma de la curva de evolución

- Primero cae el buque, abatiendo también, hacia la banda contraria a la que se metió el timón y seguidamente empieza a caer hacia la banda de la metida rápidamente, a la primera fase se le llama periodo de maniobra (1)

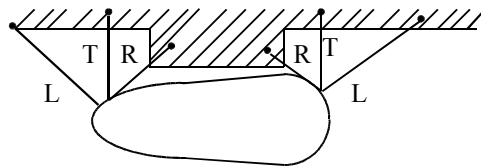
- Después el buque va respondiendo progresivamente al timón, buscando la posición de equilibrio entre todas las fuerzas que ayudan y que representan resistencia a la evolución. A esta segunda etapa se le llama periodo variable (2)

- Al alcanzar este equilibrio en la posición (3), el buque empieza a recorrer una circunferencia, continuando así en tanto no se modifiquen los ángulos de metida del timón o la velocidad, esta es la tercera fase de la curva de evolución y se denomina periodo uniforme (3)

### 3- Uso de los cabos de amarre.

Es de gran interés, conocer los diversos efectos que en la maniobra del buque producen las diferentes amarras, según sea el lugar de aplicación de sus esfuerzos y la dirección en que se trabajen en relación al plano longitudinal del buque.

Las amarras en general, como los cables metálicos reciben nombres distintos, según la dirección en que trabajen al salir del buque por la guía.



Cuando saliendo de proa trabaja hacia proa o saliendo de popa trabaja hacia popa se denomina largo.(L)

Si trabaja en dirección sensiblemente perpendicular al plano longitudinal del buque recibe el nombre de través.(T)

Si trabaja desde una extremidad del buque proa o popa como los (R) toman el nombre de spring, hacia la extremidad opuesta popa

Regla general: Al virar de una amarra, la extremidad del buque sobre la cual está afirmada gira hacia el punto de amarre de aquella en tierra y el buque se traslada lateralmente y toma arrancada avante si se trata de un largo a proa o una retenida a popa o arrancada a atrás si la amarra es un largo a popa o una retenida a proa.

### 4- Amarre de boya

Faenas que deben realizarse a bordo para realizar la maniobra

Alistar una de las anclas por si hay que fondear

Desengrillar la otra ancla y se prepara su cadena para sacarla por el escobén, pues será con la que nos amarraremos

Tener un bote listo con el personal que engrillatará la cadena a la boya, sabiendo de ante mano la situación de la boya, el viento o corriente reinante, así como el espacio de que se dispone para hacer la aproximación, por que amura se va a tomar la boya

Afirmar al chicote de la cadena un cabo guía que se adujará en la proa listo para lanzarlo al bote o a la boya en el momento oportuno

Sacar el chicote de la cadena por el alavante o guía de la amura, hasta colgar por fuera metro y medio de cadena

Por donde se ha sacado la cadena, sacar el cable que se empleará para el amarre inicial a la boya

Embarcar en el bote el grillete y pasador

Llevar el chicote o gaza de la estacha por fuera del costado hasta las aproximidades del bote que se vaya a arriar siempre con un cabo guía para ser lanzado al bote una vez esté en el agua

Se prepara en el castillo el llamado grillete trole( grillete que dispone de rolete) o un grillete grande que se deslice con olgura a lo largo de la estacha o cable

Navegando el buque hacia la boya, cuando se encuentre de él a una distancia prudencial, se da al bote del amarrador el chicote de la amarra y se espera a que quede parado el buque, sale el bote amarrador hacia la boya, arriándole desde a bordo la amarra según pida, hasta llegar a aquel, haciendo firme dicha amarra a la boya .

Cuando sepamos que estamos firmes, se guarne a la maquinilla la amarra y se cobra hasta tener a la boya bien tensa contra nuestra roda o costado. Para arriar la cadena, se usa la estacha a la cadena mediante el grillete trole antes preparado. Seguidamente se da la guía del chicote de la cadena al personal de la boya y cobrando desde esta hasta que se tenga la superficie para engrilletter.

#### Aproximación al muerto

Respecto al rumbo que se debe seguir, va a depender principalmente de los elementos viento y corrientes.

#### Viento y corriente en la misma dirección y sentido

En este caso el rumbo se hace recibiendo aquellos elementos por proa y navegaremos de manera que al llegar a la boya, esta quede algo a sotavento de la amura. La velocidad será la suficiente para gobernar

#### Viento de través

El rumbo que debe hacerse, será llevando a la boya por sotavento de tal forma que al disminuir la velocidad y quedar parado, se encuentre la boya por el través de la proa y sotavento, pero de tal forma que al abatir el barco, su roda pase libre del muerto.

#### Viento y corriente de la misma dirección y sentido contrario

Teniendo estos dos elementos en distintos sentidos es necesario eliminar uno de ellos, lo más práctico es hacerlo de la corriente, para lo cual navegaremos proa a ella y maniobraremos con respecto al viento como anteriormente dijimos.

En esta maniobra nunca se debe perder el barlovento del muerto a causa de no tener cuidado con el viento y la corriente, porque si esto sucede tendremos que realizar nuevamente la maniobra.

En caso necesario de no poder acercarse a la boya por la existencia de buques fondeados o amarrados, ejecutar fondeo lo más cerca posible y ejecutar la maniobra estudiada anteriormente.

### 5- Uso correcto de las bozas, molinete y cabrestante

1- Bozas: Se usan para hacer firmes las cadenas mientras el buque esté fondeado

Las bozas constan de:

Una cadena corta o pequeño ramal de cadena

Cáncamo para hacer firme la cadena por uno de sus extremos

Gancho de escape el cual aprisiona la cadena

Chaveta

### Correcto uso

Para poner la boza se sostiene la cadena con un estopor, después se levanta un poco el extremo libre de ésta va a la cadena y el gancho muerde un eslabón vertical. Es necesario observar que la cabeza de la chaveta, colocada en el orificio del gancho de escape esté por arriba de la cadena, en caso contrario puede ser comprimido por la cadena lo cual hará safar la boza.

Existe también la boza de cadena (sapo) que consta de dos pernadas de cadena, unidas entre si por una plancha, la cual se coloca sobre un o de los eslabones horizontales. Son de poco uso.

En algunos buques se utiliza una boza que tiene un tensor en lugar de la pernada de cadena. Tales bozas son fáciles de usar y sirven para trincar el ancla cuando se navega.

2- Molinete: Es la máquina de levar que se emplea cada vez más para virar las cadenas de las anclas de leva y también para filarlas, está movido por una máquina de vapor o motor eléctrico y va colocado a proa sobre el castillo con su eje en la dirección de Br a Er.

Su construcción consta de los siguientes elementos:

Base

Bastidor en cuyas chumaseras gira el:

Eje

En cada extremo de eje hay 2 capirones: para virar y filar cabos y estachas

Rueda dentada: a la cual se acopla un piñón de ataque movido por el motor

Barbotín: corona de engrane dispuesta para el manejo de la cadena

Cadena sobre el barbotín

Palancas para la dirección y funcionamiento de la rueda dentada principal

Volante de freno de los barbotines

Frenos de fricción con volantes manuales

El uso correcto es el que diariamente observamos durante la maniobra de leva, fondeo, atraque y desatraque del buque.

3- Cabrestante: Es en su forma más sencilla un tambor giratorio alrededor de un eje vertical, la cual va empernada generalmente la corona de barbotín, cuyo objeto es facilitar el engrane de la cadena. Consta además del eje, tapa de capirón, base y brida con discos de fricción.

La superficie exterior del capirón tiene una serie de protuberancias verticales que sirven para que los cabos agarren cuando se da vueltas con ellos alrededor del capirón.

### Uso correcto

- Para fondear el barbotín se deja girar libremente. Cuando se prepara para el fondeo se gira la tapa hacia la derecha por medio de la palanca de maniobra. Junto con la tapa desciende el casquillo, que se asienta en el collarín, este hace descender la varilla, que empuja hacia abajo el platillo. Al descender el platillo los discos se separan sin producir fricción.

Bajo la acción del peso del ancla, cuando se quitan las bozas y estopones, el barbotín gira libremente.

- Para usar el capirón en las máquinas de cabo, el cabrestante debe encontrarse en estas condiciones para que pueda girar libremente bajo la acción del motor que mueve el eje.
- Para levar es necesario que el barbotín esté unido sólidamente al eje. Al hacer esto, es necesario girar la tapa a la izquierda hasta el máximo, esto hace que el barbotín se una al eje, bajo la acción de los discos de fricción. Al mover el motor eléctrico el barbotín girará junto con el eje.

### SECCION III. Seguridad para la navegación

1. Conocimiento sobre los medios de salvamento, su uso y medidas de seguridad
2. Supervivencia personal
3. Manual de formación
4. Zafarranchos
5. MERSAR

#### 1-Conocimientos sobre los medios de salvamento, su uso y medidas de seguridad

Medios individuales de salvamento

##### A- Aro Salvavidas

- a) Es imprescindibles que sean de color naranja
- b) Llevarán impreso nombre del buque y matrícula de puerto
- c) Llevarán cintas refractarias y guirnaldas alrededor
- d) Son resistentes a los efectos de los hidrocarburos
- e) Soportan una caída de 30m de altura
- f) Los provistos de rabizas, su longitud será de 28 m(2) ubicados a popa
- g) Flotabilidad durante 24 hrs. en agua dulce con un peso de 14.5 Kg
- h) La mitad de los aros a bordo llevarán artículos lumínicos y 2 con boyas fumígenas / lumínicas
- i) Diámetro interior 40 cm y exterior 80 cm

Los aros se distribuyen de acuerdo a la eslora del buque y no por cantidad de tripulantes (menos 100m- 8 A s/v; 100- 150m- 10 A s/v; 150- 200m- 12 A s/v y más 200m- 14 A s/v)

##### B- Chalecos Salvavidas

- a) IDEM
- b) IDEM
- c) IDEM
- d) IDEM
- e) Deben de ser de fácil manejo
- f) Deben estar provistos de una luz de encendido automático y un pito

- g) La persona debe ser capaz de colocárselo en un tiempo no mayor de 1 min.
- h) Deben existir a bordo 1x cada persona donde monte guardia
- i) El chaleco salvavidas mantiene a la persona a flote con la cabeza fuera del agua aún estando inconciente.

#### C- Traje de Inmersión

- a) Cubrirán todo el cuerpo menos la cara
- b) Son impermeables
- c) Permiten a la persona que lo lleve puesto, subir y bajar una escala y saltar al agua desde una altura de 4.5 m sin que se deteriore
- d) Si no flotara el traje permite colocar arriba o encima un chaleco salvavidas
- e) Está proyectado para que la persona se lo pueda poner en un tiempo no mayor de 2 min sin la ayuda de nadie
- f) Dura 24 hrs de flotabilidad
- g) Si fuera isotérmico, el traje da protección a la persona durante 6 hrs a temperaturas de agua de 0°C
- h) Cada bote salvavidas debe estar provisto de 3 trajes de inmersión

#### D- Traje de ayuda térmica

Es un saco o traje impermeable de muy baja termo conductivida puede servir para colocárselo a un herido y una vez lanzado al agua no derrame sangre, son herméticos. Pudiendo aguantar temperaturas de 30° bajo cero y +20°C. Las balsas salvavidas generalmente llevan 2 trajes.

## 2- Medios colectivos de salvamento

### Botes salvavidas

- a) Los buques de carga llevarán uno o varios botes salvavidas cuya capacidad conjunta a cada banda baste para dar cabida a la cantidad de personas a bordo
- b) Al menos un bote de rescate o un bote salvavidas será habilitado como rescate, cumpliendo con todas las condiciones exigidas a tal fin
- c) Los botes salvavidas deben arriarse por su propio peso con todo el personal a bordo
- d) Los botes de rescate que no sean botes salvavidas se pondrán a flote y maniobrarán en el agua con su tripulación todos los meses
- e) En las embarcaciones y en los mandos de puesta a flote se pondrán señales con el modo de accionamiento, con instrucciones y advertencias
- f) La orden de arriado la da el capitán y debe ser una vez cada 3 meses con todo el personal el arriado de los mismos para maniobrar en el agua
- g) Los cables de los pescantes de los botes salvavidas se invierten cada 30 meses (chicotiar) y se renovarán cuando su deterioro lo haga necesario, o a intervalos que no excedan de 5 años
- h) Deberán ser inspeccionados de forma ocular semanalmente. Arrancar el motor al menos 30 min.
- i) Realizar mensualmente un inventario de la parlamenta



- j) Los botes de rescate se arriarán con el personal asignado y maniobrarán en el agua mensualmente

### Balsas Salvavidas

- a) Los buques de carga llevarán una o más balsas salvavidas que puedan ponerse a flote por una y otra banda cuya capacidad conjunta de cabida a todo el personal
- b) Su peso total no debe exceder los 180 Kg
- c) Soporta una caída libre de 18 m de altura
- d) La ravisca de disparo es de 12m y siempre debe estar firme a alguna parte del buque (zafa hidrostática)
- e) La zafa hidrostática acciona automáticamente a los 3 m de profundidad
- f) Soporta durante 30 días a la intemperie en cualquier condición que se encuentre la mar
- g) Deben estar estibadas en cubierta, sin que nada impida su puesta a flote
- h) Las balsas y sus dispositivos hidrostáticos recibirán servicios que no excedan de los 12 meses

### Uso del ancla flotante o de capa

- a) La función principal del ancla flotante es evitar que las embarcaciones se alejen rápidamente, manteniéndolas estables con respecto al viento y la mar.
- b) En el bote salvavidas, el ancla flotante amarrada por la popa, mantiene al bote proa a la mar y disminuye el movimiento de cabezadas. Amarrada por la proa del bote salvavidas permite desembarcar en una costa en la que existe rompientes, evitando que el bote se atravesase a la mar.
- c) Consiste en un saco de lona fuerte de forma cónica que en 4 puntos de la abertura cogen con pies de gallo a los que se engrilleta al cabo
- d) En las balsas en el ancla flotante se utiliza para disminuir el movimiento de rotación y mantener la balsa estable, de la acción del viento y olas.

### Uso del aceite para calmar el mar

Se extiende una película muy fina de gran tenacidad que no puede ser desgarrada por vientos que cambian la ola rompiente en ondulación. En caso de mal tiempo, al ancla flotante se le amarran distribuidores de aceite.

### Maniobra de rescate utilizando aceite

- a) Mientras el buque en peligro, espera el buque salvador o de rescate, distribuirá aceite por la banda de barlovento y aleta de sotavento
- b) El buque que rescatará se coloca a barlovento del buque en peligro arria bote que dejándose caer por popa del buque en peligro, atracará por su sotavento
- c) El buque de rescate o salvador se coloca a sotavento del buque en peligro y distribuirá aceite por barlovento y aleta de sotavento
- d) Derivando ambos buques en zonas manejables para botes salvavidas

## 2- Supervivencia personal

## I- Factores que afectan al náufrago

- a) Situacional: Colisiones, varaduras, incendios, etc
- b) Fisiológicos: Hambre, sed, cansancio, etc
- c) Psicológicos: Miedo y pánico

## Medidas para evitar el pánico

- a) Conocer al hombre
- b) Aplicar técnicas sonoras(cantar himnos)
- c) No mentir al personal(fundamental )
- d) Hablarle a los más afectados
- e) Repartir pequeñas tareas para ocupar la mente

## 2- Principios básicos de la supervivencia

### a) Protegerse contra los peligros del medio ambiente:

- Frio
- Calor
- Lluvia
- Mareo
- Animales como tiburón
- Tratar de no introducirse en el agua
- Llevar la mayor ropa posible

### b) No alejarse del lugar del naufragio

Lo primero es alejarse rápidamente entre los 150- 200m par evitar la succión y la salida de objetos del naufragio que salen a una velocidad peligrosa para el náufrago pudiendo provocar la muerte.

Pero no debe alejarse a mayor distancia ya que el rescate empieza la búsqueda por la zona de naufragio.

### c) Las embarcaciones se mantendrán agrupadas

- Para facilitar un mayor blanco de localización, se hacen más visibles para el rescate. Además se facilita la ayuda mutuamente.

## Uso racional de los recursos de la supervivencia

El agua, los alimentos y la pirotecnia. Las primeras 24 hrs no debe darse a los náufragos ni agua, ni alimentos ya que se sobreentiende que en el momento del naufragio usted tiene una reserva interna.

La pirotecnia es más importante que los alimentos y hay que utilizarla de forma espaciada, cuando se sabe que en el área hay tráfico de buques.

Lo primero es disparar el cohete con paracaídas ya que este se puede observar a una distancia de 30

Km pudiendo utilizar de día o de noche.

Al observarse un buque, se dispara otro 2<sup>do</sup> cohete que son de color rojo brillante. Este se dispara para dar posición y posteriormente una bengala de noche o una bomba fumígena de día. La bengala de mano tiene un alcance visual de 15 Km. Hay que utilizarla siempre por sotavento, o sea, por donde sale el viento de la balsa o bote y si es posible envolverse la mano con un trapo mojado para evitar quemaduras que pueden abrir la mano y tirar la bengala.

En días despejados y con sol, la mejor manera de llamar la atención es por medio del espejo heliográfico, que en buenas condiciones se puede observar hasta unos 32 Km (18 millas) de distancia. En el estuche del heliógrafo vienen las instrucciones para su empleo.

Este se empleará solo cuando el sol esté de frente o sobre el usuario, no se empleará para emitir señales cuando el sol esté a sus espaldas.

### 3- Ejercicios periódicos

Todos los tripulantes deberán participar en un ejercicio de zafarrancho de lucha C/I y de abandono de buque todos los meses. Si más de 25% de los tripulantes han sido relevados, se deberá tocar un zafarrancho de lucha C/I y de abandono de buque dentro de las 24hrs siguientes a la salida del buque de puerto.

### 4- Formación a bordo

Todo nuevo tripulante se le dará formación a bordo lo antes posible y desde luego, no más de dos semanas después de su incorporación a bordo.

### 5- Formas de pérdidas de calor corporal

- a) Por conducción: Es la transmisión de calor en contacto directo con aguas frías( aguas tranquilas)
- b) Por convección: es la transmisión de calor por corrientes de aire o de agua( aguas móviles)
- c) Por radiación: Es la transmisión de calor por rayos de energía sin contacto directo con otras sustancias
- d) Por evaporación: Es la vaporización del líquido tal como el sudor o la humedad de las ropas mojadas

### Hipotermia

La pérdida del calor corporal es uno de los mayores riesgos para la supervivencia de una persona en el mar. El ritmo de esa pérdida depende de la temperatura del agua, de la indumentaria protectora que se lleve y del comportamiento del sujeto. Cuando la temperatura del cuerpo cae por debajo de 35°C estamos en presencia de la hipotermia, por debajo de 31°C pérdida de conocimiento, 30°C muerte aparente, 25°C infarto, difícil recuperación.

### 6- Tratamiento a un superviviente de una inmersión

- a) Al efectuar el salvamento, compruebe siempre la respiración del superviviente
- b) Si la víctima no respira, asegúrese de que la vía respiratoria esté despejada e inicie

inmediatamente la respiración artificial( boca – boca) o (nariz – boca)

- c) Los intentos de reanimación deberán proseguir 30 min. por lo menos, si no pudiera consultarse un médico
- d) Evite que siga perdiendo calor por evaporación y exposición al viento, envuélvalo con mantas y trasládalo bajo cubierta, con temperaturas de 15°- 20°C, se le tenderá horizontalmente boca abajo y con la cabeza hacia abajo
- e) El tratamiento interior lo dará solamente un médico

### 3- Manual de formación

El manual de formación se redactó para cumplir con lo dispuesto en la regla III/18.2 del SOLAS que prescribe “en cada corredor y local de recreo de la tripulación o en cada camarote de la tripulación habrá un manual de formación que cumpla con lo prescrito en la regla III/51.

El manual de formación será utilizado como instrumento de trabajo y fuente de información y consulta para todos aquellos cuyo deber es dar instrucciones a otros tripulantes y pasajeros en el uso de los medios de salvamento y en los métodos de supervivencia en el mar

En el manual de formación, que podrá comprender varios volúmenes, deberá figurar, expuestas en términos de fácil comprensión y con ilustraciones en todos los casos posibles, instrucciones e información relativa a los dispositivos de salvamento de que el buque vaya provisto y a los mejores métodos a fines de supervivencia. Hay explicaciones detalladas sobre los siguientes puntos:

- a) Como ponerse los chalecos salvavidas y trajes de inmersión
- b) Reunión en puertos asignados
- c) Como embarcar en los botes salvavidas o embarcaciones de supervivencia y en los botes de rescate, ponerlos a flote y abrirlos del costado del buque
- d) Puesta a flote desde el interior de la embarcación de supervivencia
- e) Método de protección y empleo de los dispositivos de protección en las zonas de puesta a flote
- f) Iluminación en las zonas de puesta a flote
- g) Empleo de todo el equipo de supervivencia
- h) Empleo de todo el equipo de detección
- i) Empleo de las anclas flotantes
- j) Peligro de exposición a la interferie
- k) Método de rescate
- l) Instrucciones para la reparación de los dispositivos de salvamento en caso de emergencia

### 4- Zafarrancho

- Deben de estar ubicados en los lugares más visibles del buque, incluyendo el puente y la sala de máquinas, los cuadros de zafarranchos
- Cada uno de los tripulantes participará al menos en un ejercicio de abandono del buque y uno de lucha contra incendio todos los meses. Los ejercicios de la tripulación se realizarán dentro de las 24hrs siguientes a la salida de un puerto, si más del 25% de la tripulación fue relevada.
- En un buque que realice un viaje internacional que no sea corto, las llamadas a los pasajeros se harán dentro de las 24hrs siguientes al embarco. Se darán instrucciones a los pasajeros a cerca

de la utilización de los chalecos salvavidas y como deben actuar en caso de emergencia. Si el viaje es corto, si al salir del puerto no se efectúa una llamada, se señalará a la atención de éstos, las instrucciones para casos de emergencia

- Cada ejercicio de abandono de buque comprenderá:
  1. La convocación de la tripulación a los puntos de reunión por medio del sistema de alarma y la comprobación
  2. La presentación en los puestos y la preparación para los cometidos indicados en el cuadro de obligaciones
  3. Comprobación de la indumentaria adecuada
  4. Comprobación de la correcta colocación de los chalecos salvavidas
  5. El arriado al menos de un bote para poner en marcha y hacer funcionar el motor del bote salvavidas
  6. Comprobación del accionamiento de los pescantes para la puesta a flote
    - Los ejercicios se realizarán en la medida de lo posible, lo más real que se pueda
    - Cada bote salvavidas, llevando a bordo la dotación asignada, se pondrá a flote y maniobrá en el agua, al menos 1 cada 3 meses
    - Los botes de rescate, que no sean botes salvavidas se pondrán a flote con el personal designado, todos los meses, maniobrando en el agua.

#### Acciones a realizar en caso de abandono de buque

1. Ponerse la mayor cantidad de ropa
2. Si se dispone de traje de inmersión, ponérselo sobre la ropa
3. Si el traje de inmersión no es flotante, ponerse un chaleco salvavidas
4. Toda persona propensa a marearse, tomar alguna tableta o medicamento
5. Evitar entrar al agua, utilizando las embarcaciones de supervivencia que se arrian con pescante, usar escalas o mangueras contra incendio
6. Si es inevitable saltar, se hará en lo posible por popa o proa. En los buques encayados o varados se saltará por sotavento
7. Al saltar, hacerlo con brazos cruzados sobre el pecho, con una mano sujetando el chaleco hacia abajo y con la otra tapándose la nariz y la boca, las piernas cruzadas y mirando hacia el frente
8. Una vez en el agua, aléjese del buque inmediatamente y espere a que vayan a recogerlo
9. Procure unirse a un grupo
10. Si ha de nadar, hágalo despacio y con calma, procure conservar energía y calor corporal
11. Mientras espera, mantenga la postura de conservación de calor corporal o posición fetal
12. Una vez a bordo de una balsa salvavidas, quítese el chaleco y las ropas húmedas, exprímalas y vuelva a ponerselas
13. Tienda a secar el chaleco salvavidas después de lavar las manchas de grasa o petróleo
14. Nunca pierda el optimismo y la voluntad de vivir, eso tenderá a prolongar el tiempo de supervivencia hasta que llegue el rescate

## MERSAR

El manual MERSAR( Manual de Búsqueda y Salvamento para Buques Mercantes) tiene como objeto proporcionar una guía a quienes en situación de emergencia en la mar, puedan necesitar auxilio de otros o estar en condiciones de prestarlo. Está destinado especialmente a ayudar al capitán de cualquier buque que pueda ser llamado a realizar en la mar operaciones de búsqueda y salvamento(SAR) de personas que se hallen en peligro.

El manual está basado en los convenios internacionales que establecen responsabilidades correspondientes a la prestación de auxilio en el mar. Se acepta como práctica normal de la gente de mar, que para los capitanes de buque constituye desde luego una obligación, la prestación de todo posible auxilio a la persona o las personas que se hallen en peligro en el mar.

### Sección IV: Construcción, Estabilidad, Carga y Estiba

1. Conocimiento de las partes estructurales del buque y su función
2. Concepto de desplazamiento, peso muerto
3. Conocimiento sobre curvas cruzadas de estabilidad
4. Curvas hidrostáticas
5. Ventilación de bodegas y manipulación de la carga
6. Conceptos de flotabilidad, francobordo, reserva de flotabilidad, etc
7. Factor de estiba

#### 1-Conocimiento de las partes estructurales del buque y su función

Definición de buque: Es toda construcción que pudiendo flotar en el agua (o entre dos aguas), posee determinadas condiciones que le permiten desplazarse con velocidad adecuada a través de los mares, transportando personal y efectos en la cuantía que convenga, con las debidas garantías de seguridad, tanto en lo referente a la estabilidad, como en lo tocante a la resistencia de su conjunto.

Los elementos estructurales de un buque se clasifican especialmente en los tres grupos siguientes:

Elementos estructurales de consolidación longitudinal

Elementos estructurales de consolidación transversal

Superestructuras

#### Elementos estructurales de consolidación longitudinal

a) La quilla: columna vertebral o espina dorsal del buque. Su eje de simetría pertenece al plano diametral del buque.

Debemos distinguir de la quilla tres partes esenciales:

La roda: Parte anterior de la quilla. A la roda se unen las planchas del buque de ambos costados de la proa y ella se une a su vez a la verdadera quilla en la parte de proa del fondo del buque.

La verdadera quilla: Corre a lo largo del buque por la parte central inferior del mismo.

El codaste: Cierra la estructura del buque por la parte anterior del mismo( popa)

b) Las vagras: Consolidaciones longitudinales que corren paralelamente a la quilla del buque por ambas bandas de este, uniendo las diversas cuadernas.

c) Palmejares: Angulares que cumplen la misma función que las vagras, solo que por encima del doble fondo del buque.

d) Esloras: Angulares que van ensamblando o uniendo entre si a los diversos baos del buque. Los baos y las esloras son en los buques las vigas longitudinales y transversales en las cuales se apoyan las cubiertas y los pisos.

e) Otros elementos

- Mamparos longitudinales
- Cubiertas
- Forro exterior
- Doble fondo

#### B) Elementos estructurales de consolidación transversal

a) Cuadernas: son las costillas del buque. Están constituidas por angulares que van desde la parte más alta del costado de Er hasta la parte más alta del costado de Br, pasando por la quilla, a la cual quedan ensambladas

- Cuadernas bolarcamas: Cuaderna más reforzada que se intercala entre tres o cuatro cuadernas

b) Las varengas: Plancha que une por su parte inferior las dos ramas de cada cuaderna.

c) Los baos: consolidaciones que unen las dos ramas de cada cuaderna por debajo de cada una de las diversas cubiertas. Son las vigas que soportan las diversas cubiertas de los buques.

d) Otros elementos de consolidación transversal

- mamparos transversales
- las cubiertas
- dobles fondos

#### C) Elementos estructurales de consolidación vertical

a) Los puntales: Elementos de la estructura del buque que van ensamblado y si a los diversos baos, a fin de darles a las cubiertas la solidez necesaria

b) Otros elementos:

- Mamparos longitudinales y transversales
- Los costados del buque
- Cuadernas

D) Forro exterior: Constituye una envoltura perfectamente estanca que garantiza la flotabilidad del buque, debe estar construida de tal manera que garantice considerablemente a la resistencia estructural del mismo, tanto longitudinal como transversalmente.

Principales puntos que debe precedir la construcción del forro exterior:

Impermeabilidad o estanqueidad perfecta

Resistencia estructural amplia

Su construcción: Están constituidos por hiladas longitudinales de planchas de acero, de forma rectangular, que reciben el nombre de tracas, las cuales van unidas convenientemente a las cuadernas, mamparos y cubiertas.

E) Forro interior: Se extiende por encima de la flotación, hasta la cubierta donde se considera debe ser terminado.

F) Cubiertas: Constituyen diversos pisos del buque, van apoyadas y afirmadas a las vigas constituidas por los baos (vigas transversales) y por las esloras (vigas longitudinales). Las cubiertas dividen al buque en espacios independientes y constituyen en general en los buques el segundo elemento resistente de los mismos, el primero lo constituye el forro exterior.

G) Amoradas: Es la prolongación del forro exterior del buque por encima de la cubierta alta, con el objetivo de crear un muro defensivo para el personal que transita por dicha cubierta. Van rigidamente consolidada mediante barraganetes. En la amorada también van instaladas las portas desagüe.

H) Mamparos: Son los elementos del buque que a la vez que contribuyen a su consolidación, realizan la subdivisión de los diferentes compartimientos y zonas de que el buque precisa, tanto en sentido transversal como longitudinales. Pueden ser de acero o de otro material. Las principales misiones de estos son:

- a) Elementos resistentes
- b) Elementos protectores de la flotabilidad del buque
- c) Elementos protectores en caso de incendio
- d) Elementos de subdivisiones.

## 2- Conceptos de desplazamiento. Peso muerto.

Desplazamiento del buque: Es el peso del agua desalojada o desplazada por el buque, el cual es igual en cada instante al peso total del buque considerado. El desplazamiento se mide en toneladas métricas. En todo buque debemos considerar, como mínimo, los tres desplazamientos siguientes:

Desplazamiento en rosca: Es el peso del buque completamente construido, es decir, dotado de su instalación propulsora y de todas las instalaciones fijas accesorias, necesarias para la realización de las misiones a realizar, es decir, sin combustible, agua, aceite, etc, o lo que es lo mismo, con todos sus elementos fijos, pero sin ningún elemento móvil. El objeto de este desplazamiento es el de contar con un elemento de partida para determinar el peso muerto del buque.

Desplazamiento en lastre: Es el desplazamiento que posee el buque cuando ya está listo para navegar, pero sin tener a bordo ningún motivo de comercio, es decir, que el desplazamiento en lastre comprende el peso del buque con su maquinaria y todos los aparatos fijos (desplazamiento en rosca), sumado con el peso de todos los elementos necesarios para la navegación, constituidos por la dotación y sus pertrechos propios, así como el combustible, agua, aceite y demás efectos necesarios para la navegación.

Es conveniente tener en cuenta que es práctica frecuente cuando el buque navega sin carga, llenar con agua salada los llamados tanques de lastre, afin de hacer descender el centro de gravedad y



darle una mayor estabilidad al buque. Esta manera de “navegar en lastre” no se corresponde con el desplazamiento en lastre que acabamos de ver.

Desplazamiento en carga: Peso del buque cuando realiza plenamente su motivo de comercio, es decir, cuando transporta su máxima carga, o lo que es lo mismo, teniendo el buque el disco de máxima carga al nivel del mar. Se le llama también por ello desplazamiento total del buque.

- Existen también el desplazamiento a media carga, a un tercio de carga, etc.

b) Peso muerto: Es la diferencia existente entre el desplazamiento total y el desplazamiento en rosca.

- El peso muerto comprende pues:

Todos los pesos que contribuyen a facilitar la navegación del buque:

En este grupo está incluido el peso de la dotación del buque con sus pertrechos correspondientes( víveres de la dotación inclusive) y todos los efectos necesarios para el funcionamiento de su maquinaria propulsora, tales como la carga completa de combustible, aceite, agua, etc. La fracción de peso muerto correspondiente a este apartado es, por ello, la diferencia existente entre  $D_L$  y  $D_R$ .

Todo cuanto constituye el sistema de comercio del buque en cuestión;

Va incluido, no solo el peso de la carga máxima que el buque haya de transportar, sino también el de los pasajeros con sus equipajes y víveres necesarios para los mismos, e incluso cuanto haya necesidad de introducir en el buque para facilitar la vida de los pasajeros a bordo. La fracción del peso muerto representa la diferencia existente entre el  $D_T$  y  $D_L$ .

- El peso muerto (PM) mide la importancia efectiva de los buques, ya que suma su importancia comercial( carga), con la importancia de su autonomía, la cual será tanto mayor cuanto mayor sea la cantidad de efectos de consumo que posea para su maquinaria. Se le representa en la práctica por PM. Por ello, cuando se dice que un buque tiene 6,750 Tm de PM se indica con ello que el máximo de comercio del buque en carga máxima, sumando con el peso de los efectos de consumo de su máquina, es de 6.750 TM. Si agregamos además, que el  $D_T$  de dicho buque era de 10.000 Tm, podríamos asegurar que el  $D_R$  de este buque era de  $10.000 - 6.750 = 3.250$  Tm.

Designando pues, por  $D_T$  al desplazamiento total del buque; por PM a su peso muerto y por  $D_R$  a su desplazamiento en rosca, tendremos:

$$PM = D_T - D_R$$

c) Porte: El porte de un buque es la carga útil que el buque transporta, es decir, el PM disminuido en el peso de los elementos (dotación con sus pertenencias), de los efectos necesarios para la navegación del buque. Resulta por ello que el porte es la diferencia existente entre el  $D_T$  y su  $D_L$ , suponiendo que en este  $D_L$  el buque navega con su carga completa de combustible, aceite, agua, etc, así como con la carga completa de víveres para la dotación. Se ve pues, que el porte de un buque es el elemento del mismo que mide su valor comercial, ya que de él depende el importe de los fletes a cobrar. Se expresa generalmente en TM y se suele representar por P.

$$P = D_T - D_L$$

Exponente de carga: Relación existente entre el porte de un buque y el desplazamiento en máxima carga del mismo. Por lo tanto, tendremos:

$$E_X = \frac{\text{Porte}}{\text{Despl. Total}} = P$$

El  $E_X$  no debe bajar de 0.68. Generalmente oscila entre 0.68 y 0.75

Despl. Total	$D_L$	$D_R$	P.M.	Porte	$E_X$
$D_T = D_L + P$	$D_L = D_T - P$	$D_R = D_T - PM$	$PM = D_T - D_R$	$P = D_T - D_L$	$E_X = P / D_T$
$D_T = D_R + P.M.$	$D_L = D_R + PM - P$	$D_L = D_R + P - PM$	$PM = P / E_X - D_R$	$P = D_R + PM - D_L$	$E_X = D_T - D_L / D_T$
$D_T = P / E_X$	$D_L = D_T (1 - E_X)$	$D_R = P / E_X - PM$	$PM = D_L + P - D_R$	$P = D_T \times E_X$	$E_X = 1 - D_L / D_T$

### 3- Conocimiento sobre curvas cruzadas de estabilidad

- Breve explicación de la estabilidad transversal inicial de los buques

Estabilidad transversal: Es la propiedad que debe tener todo buque de reaccionar contra las inclinaciones transversales, creando un par mecánico de fuerza de reacción, llamado par de estabilidad transversal, que trata de llevar de nuevo al buque a la posición de adrizamiento.

A consecuencia de una acción externa, el buque se escora u el centro de carena se ha movido trasladándose al centro de gravedad del nuevo volumen sumergido  $C_2$ .

El empuje de Arquímedes  $E$  de valor igual al desplazamiento del buque actúa en el centro de carena  $C_2$  perpendicular a la nueva flotación y hacia arriba.

El peso del buque actúa en todo momento en el centro de gravedad  $G$  del mismo, el cual suponemos inmóvil a pesar de los movimientos del buque, lo representamos en  $GD$  y con dirección perpendicular al plano horizontal ( $Z_3Z_4$ )

Por consiguiente están actuando dos fuerzas, ambas paralelas y de la misma intensidad, pero sentido opuesto que son:

$D$  (desplazamiento)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Par mecánico de fuerzas} \\ \text{Par de estabilidad transversal} \end{array} \right.$   
 $E$  (empuje arg.)

- El brazo de palanca de este par es  $GB$  perpendicular trazada por el centro de gravedad a la dirección del empuje de Arquímedes  $E$ , designando pues  $M_T$  al momento de este par.

$$M_T = D \times GB$$

- Resulta pues que:

$h = r - a$  donde:  $h$ - Altura metacéntrica

$r$ - Radio metacéntrico

$a$ - Altura inicial del centro de gravedad sobre el de carena

- Considerando ahora que en el triángulo  $MGB$  el ángulo en  $M$  es precisamente el ángulo de escora transversal del buque, tendremos:

$$GB = MG \sin \alpha = h \sin \alpha = (r - a) \sin \alpha$$

Sustituyendo el valor de GB obtenemos:

$$M_T = D \times h \sin \alpha = d(r - a) \sin \alpha$$

Y así obtenemos:

$$M_T = D \times r \sin \alpha \text{ ----- } D \times a \sin \alpha$$

Par de estab. de formas                      Par de estab. de pesos

La fórmula que acabamos de obtener nos indica que:

El par de estabilidad de forma: actúa (+) respecto al valor del momento  $M_T$  del par de estabilidad transversal inicial.

El par de estabilidad de pesos: actúa(-), intereiza por tanto disminuir el último par:

Disminuyendo el valor de a, haciendo descender el G, lo cual se consigue haciendo descender los pesos o cargas en el interior del buque

No conviene tampoco que el M par de estabilidad transversal sea excesivamente grande, porque los balances son muy enérgicos.

### Curva de estabilidad estática

Conforme hemos visto anteriormente, tan pronto un buque se escora hacia una banda bajo la acción de un par escorante, aparece enseguida un par de estabilidad (D, E), de momento  $M_T = D(r - a) \sin \alpha$  que trate de oponerse a la escora y que al crecer con el valor de la variable  $\sin \alpha$ , llega a adquirir un valor superior al del momento del par escorante, originando el giro en sentido opuesto, llevando al buque a la posición de adrizamiento y ocasionando el balance transversal.

Vamos a representar las diferentes fases por las cuales va pasando en el momento del par de estabilidad a medida que aumenta el ángulo de escora y a representar todas esas fases sobre una curva que debe existir en todos los buques para cada uno de sus desplazamientos más corrientes.

Posición de adrizamiento: Angulo de escora es nulo,  $\sin=0$  y  $M=D(r - a) \sin \alpha=0$  Se tratan 2 ejes coordenados ON y OS, el 1<sup>er</sup> en  $T_m$  y el 2<sup>do</sup> en grados o ángulos de escoras.

Primera fase: La escora del buque pasa de 0° a 15°. La escora de 15° a banda y banda corresponde al periodo de estabilidad inicial. La  $h=(r - a)=cte$ ,  $D=cte$ , solo es variable  $\sin \alpha$ . Por tanto M es directamente proporcional a los valores que va tomando el ángulo de escora, por lo que la curva es casi recta OA.      $IA= D(r - a) \sin 15^\circ$

Segunda fase: Escora entre 15°- 27°. Cuando la escora rebaza el valor de 15° el metacentro transversal comienza a subir y ? r aumenta y v- a. Como las variables independientes son dos r- a y  $\sin \alpha$  hace que el crecimiento del  $M_T$  sea rápido AB

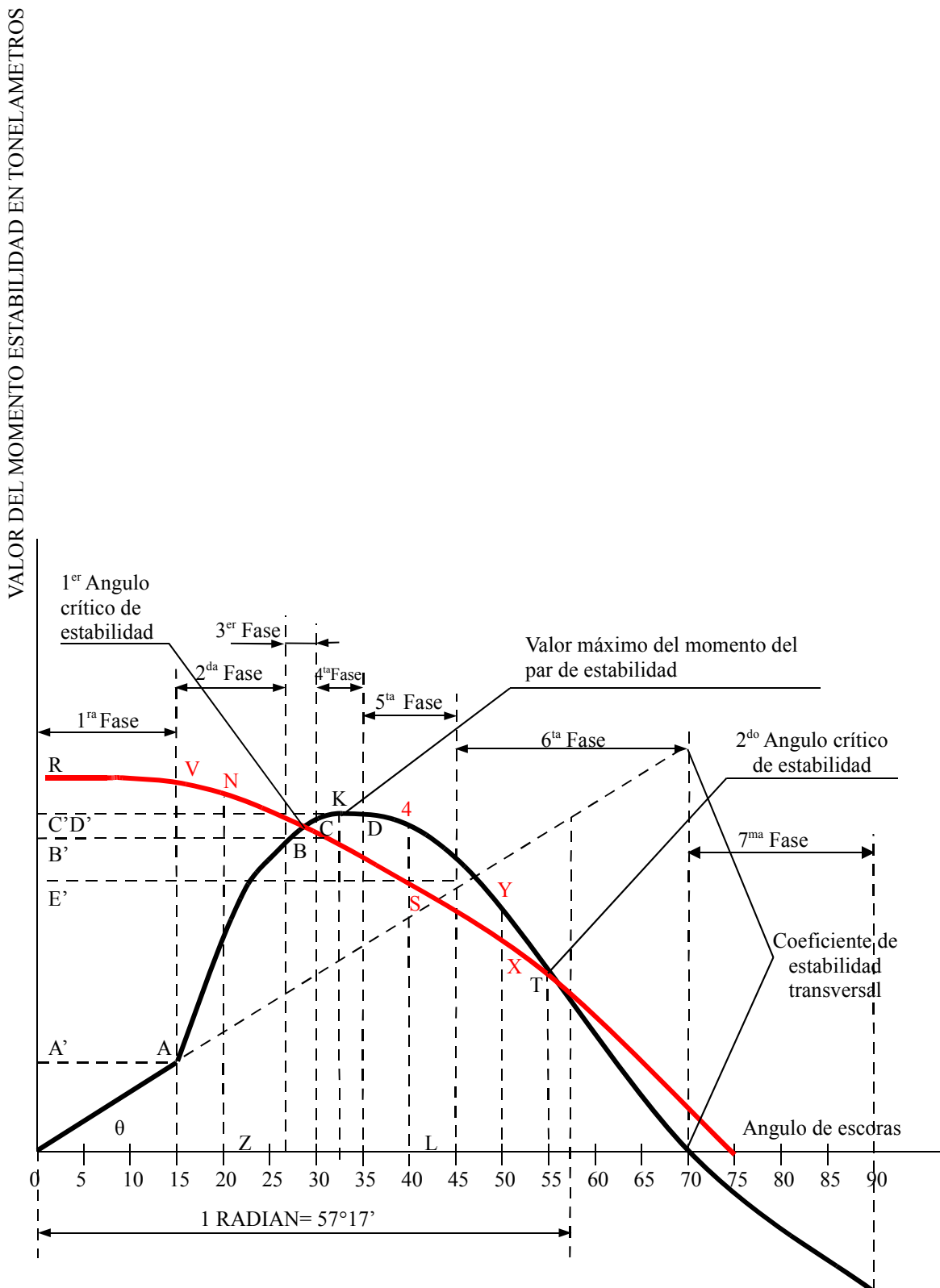
Tercera fase: Escora entre los 27° y 30°. Durante esta fase la evoluta metacéntrica alcanza su altura máxima y va a comenzar a descender el valor  $(r - a)$  permanece constante con tendencia a disminuir. Pero como esta disminución es menor que el aumento del  $\sin \alpha$  si valor de M continua aumentando como en BC.

Cuarta fase: Escora entre los 30° y 35°. El metacentro comienza a disminuir y por ello r- a. Esta disminución queda compensada con el aumento de  $\sin \alpha$  y ? en esta fase el M permanece constante CD.

Quinta fase: Angulo de escora entre los 35° y 45°. La disminución de r- a es mayor que el incremento  $\sin \alpha$ , por eso M disminuye también DE

Sexta fase: La escora del buque rebaza los 45°. El M entra en franco derrotismo. En la mayor parte

de los casos, el buque ha metido la borda en el agua y la disminución de  $r$  a es mayor que el incremento sufrido por el  $\text{sen } \alpha$ . La curva desciende rápidamente según EH, hasta que M queda reducido a 0, para los  $70^\circ$ .



### Comparación entre los momentos de los pares escorantes y de estabilidad

No basta el conocimiento de la curva de estabilidad de un buque para deducir las condiciones de estabilidad en un momento dado. Es preciso compararla en cada caso con la del momento del par escorante a que el buque se encuentre sometido.

Supongamos que el buque es sometido a la acción de un par escorante cuyo momento inicialmente es de OR tonelámetros. Bajo la acción de este par escorante, el buque se inclina hacia una banda. Dando origen al surgimiento de un par de estabilidad, el cual crece al mismo tiempo que el par escorante disminuye al resbalar más fácilmente el viento sobre la superficie cada vez más inclinada del costado del buque.

1) A los 20° de escora

- el momento par escorante es ZN

el par estabilidad solo mide ZI

Continúa aumentando la inclinación bajo la acción de este exceso IN del par escorante sobre el de estabilidad.

2) Punto B: La curva del par escorante corta a la de estabilidad en los 27° de escora. Se produce el 1<sup>er</sup> ángulo crítico de estabilidad, o sea, el buque permanecería indefinidamente con esa inclinación, pero a consecuencia de la inercia continúa aumentando la escora apareciendo entonces la reserva de estabilidad. A partir de esta inclinación el momento del par estabilidad es mayor que el momento del par escorante.

3) Así resulta que para 40° el momento par de estabilidad vale L- 4 y el momento par de escora solo 3- 4

4) A los 50° el momento par de estabilidad UY tonelámetros y el momento par de escora solo UX. Existiendo por tanto una reserva de estabilidad XY.

5) A los 55° se produce el 2<sup>do</sup> ángulo de estabilidad crítico correspondiente al punto T. Ambos momentos en este punto vuelven a ser iguales siendo por tanto nula la reserva de flotabilidad.

6) A partir de esta escora, o sea, para inclinaciones mayores de 55° la reserva de estabilidad es negativa. El par escorante se anula a los 75°.

En esta curva que acabamos de estudiar no es la misma cuando el calado del buque varía. Por tanto para tener una idea clara del comportamiento de la estabilidad del buque en que navegamos, es necesario que a bordo se disponga de una curva de estabilidad estática para cada uno de los calados medios que sean frecuentes durante la navegación, cuando menos una para el desplazamiento en rosca, otra para el desplazamiento en lastre, una tercera para la navegación con el buque a media carga, otra para máxima carga. Todas estas curvas se cortan en el mismo origen, es decir para escora 0. Todas parten desde un mismo punto constituyendo un haz de curvas de este tipo.

4- Curvas Hidrostáticas: Son todas las curvas correspondientes a los elementos principales de la carena recta del buque considerado. El conjunto de estas curvas, obtenido por el personal técnico de la empresa constructora entrega a la casa armadora al mismo tiempo que el buque, acompañando a los planos y demás datos del historial respectivo.

A través de estas podemos determinar sabiendo el calado:

a) El desplazamiento y viceversa

b) La sección maestra

c) Toneladas por cm de inmersión

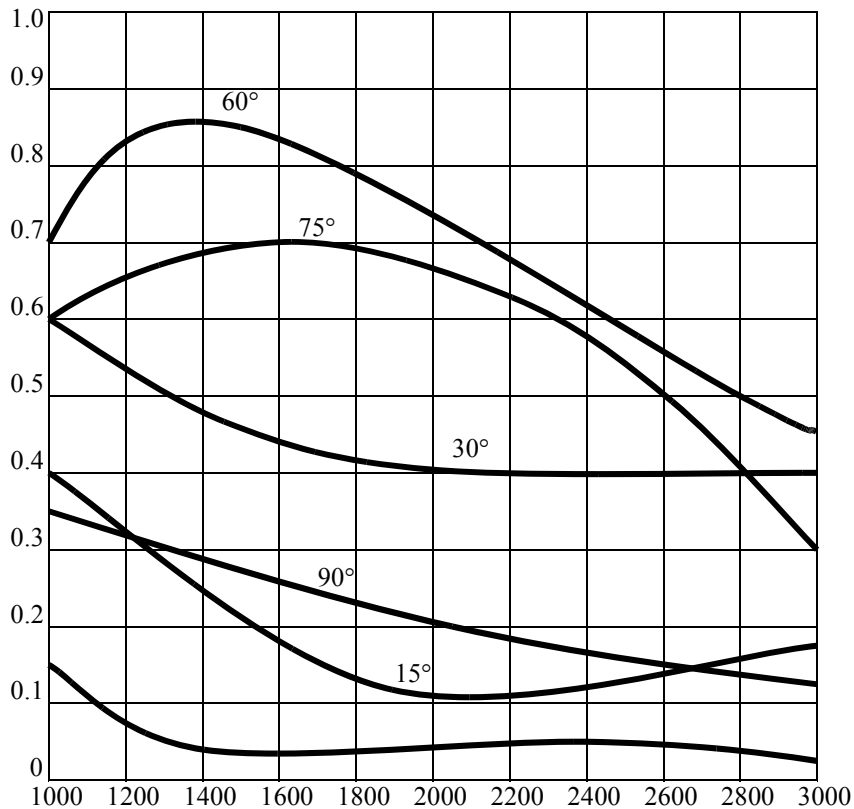
d) El coeficiente de bloque

e) Valor entre el canto bajo de la quilla y el metacentro transversal (QM)

f) QM longitudinal

## Curvas cruzadas de estabilidad

Estas curvas vienen presentadas en papel milimetrado, en un sistema de ejes de coordenadas de brazos de adrizamiento contra desplazamiento.



Por las dificultades existentes para la determinación de los valores del brazo del par de estabilidad estática para grandes inclinaciones, esto no vienen expresados en fórmulas matemáticas, sino en forma de curvas cruzadas de estabilidad.

La construcción de estas curvas se realiza de la manera siguiente, por ejemplo, vamos a referirnos al desarrollo de unas de las curvas que puede ser para 15° de escora.

Al haberse fijado el ángulo de escora, se calcula por la expresión ( $b_{\theta} = ?$ ) los brazos que resultan para un ángulo de escora de 15° de acuerdo con los diversos desplazamientos que puede adoptar el buque, se toman solamente algunos de ellos con la finalidad de poder trazar la curva.

Si repetimos el mismo procedimiento a intervalos regulares de ángulos de escora por ejemplo cada 15° como es el caso de la figura, obtendremos un juego de curvas de brazos de adrizamientos cuyos nombres ya se conocen.

Debemos tener en cuenta que estas curvas vienen calculadas para una posición obtenida del centro de gravedad, pues es imposible considerar las infinitas posiciones que este puede adoptar para un mismo desplazamiento, ya que al cambiar los estados de carga, varían las coordenadas del centro de gravedad del buque, tomándose un valor de  $Z_G$  asumido único para todos los casos.

Al confeccionar las curvas cruzadas de estabilidad estática, hemos planteado que se toma una posición adoptada del centro de gravedad del buque y que luego al trabajar con estas, es necesario hacerles una corrección a los brazos, cuyo valor depende de la posición real que ocupa G en nuestro buque.

Al considerar que a medida que sube el centro de gravedad disminuye la altura metacéntrica y por tanto el valor del brazo, esta corrección será sustractiva para todas las posiciones reales de G por encima del centro de gravedad tomado y será aditiva para todas las posiciones reales de G por debajo del centro de gravedad que se tomó.

En la práctica siempre se toma una posición de G lo suficientemente baja, a fin de que las posiciones reales de G estén siempre por encima del centro de gravedad tomado.

La corrección tomará la siguiente expresión

$b' = b_{\theta} - \Delta b_{\theta}$  donde  $\Delta b_{\theta}$  = corrección que hay que hacerle al valor del brazo ( $b_{\theta}$ ) obtenido de las curvas cruzadas

### Ejemplo:

Calcule el brazo corregido del par de estabilidad transversal para un ángulo de inclinación de  $45^{\circ}$ , si el desplazamiento del buque es de 2000 t;  $Z_{GR} = 5,2$  m;  $Z_{GA} = 5.0$ m. Utilice las curvas cruzadas.

### Solución

De las curvas cruzadas obtenemos  $b_{\theta} = 0.66$  m,

pero esta es un brazo tomado o calculado para una posición tomada del centro de gravedad cuyo  $Z_{GA} = 5.0$  m, por tanto es necesario corregir este brazo de acuerdo con la posición real que tiene G, por tanto:

$$b'_{\theta} = b_{\theta} + \Delta b_{\theta}$$

donde  $\Delta b_{\theta} = GG' \times \text{sen}\theta$

$$GG' = Z_{GA} - Z_{GR}$$

$$GG' = 5.0\text{m} - 5.2\text{m}$$

$$GG' = -0.2 \text{ m}$$

Al sustituir  $\text{sen}\theta$  y  $GG'$  se tiene que:

$$\Delta b_{\theta} = -0.2 \times 0.71 = -0.142\text{m}$$

Al sustituir  $b_{\theta}$  y  $\Delta b_{\theta}$  tenemos:

$$b'_{\theta} = 0.66\text{m} + (-0.142) = 0.518\text{m}$$

SECCION IV A: Estabilidad. Estudio de las condiciones de estabilidad, asiento y calados en los buques.

La estabilidad del buque es la capacidad que tiene el mismo de retornar a su posición de equilibrio estable después de haber salido de ella debido a la acción de alguna fuerza externa como pueden ser la del mar, el viento, etc.

La medida de la estabilidad transversal es la altura metacéntrica (GM), o sea, esta no es más que la distancia vertical trazada desde el metacentro transversal (M) hasta el centro de gravedad (G).

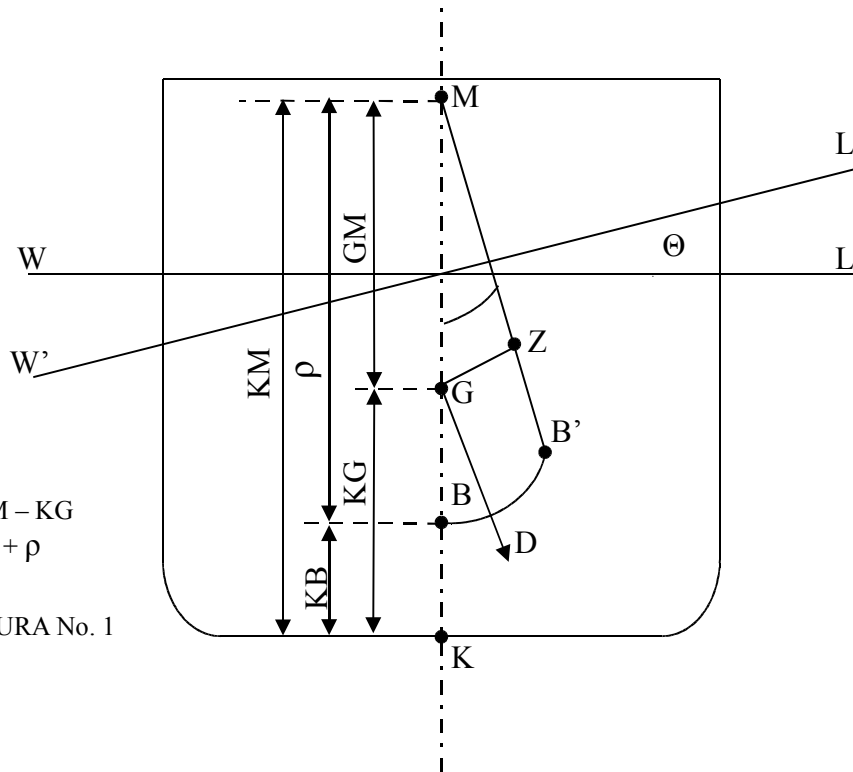


FIGURA No. 1

Como se ve en la figura No.1 la altura metacéntrica GM se determina restando de la altura del metacentro sobre la quilla KM el valor KG de la altura del centro de gravedad sobre la quilla. El valor normal de la altura metacéntrica para distintos tipos de buques oscila entre 0.30 y 0.90 m.

Cuando el valor de GM es menor que el límite inferior, el buque tendrá una estabilidad pobre, insuficiente y al dar este un bandazo por efecto de las olas tardará mucho en retornar a la posición de equilibrio y en condiciones desfavorables el buque puede zozobrar. Para un valor de GM inferior a 0.30 m se debe considerar como peligroso pues el buque se torna “dormido” o “tumbón” y debe de tratar de aumentarse lo antes posible. Un valor negativo para GM es inadmisibles.

Por el contrario, cuando el valor de la altura metacéntrica es excesivo (mayor de 0.90 m) , el buque toma una estabilidad muy “dura” o “rígida” y los movimientos transversales son muy rápidos, lo cual influye negativamente en la maniobrabilidad del buque, produce daños a la carga, produce sobretensiones estructurales y aumenta bruscamente la fatiga de la tripulación.

La posición del metacentro sobre la quilla (el valor de KM), la del centro de carena KB (o centro de gravedad del volumen sumergido), así como la magnitud del radio metacéntrico transversal ρ se determinan por medio de las curvas hidrostáticas entrando con el desplazamiento Δ o el calado medio dm como argumentos. En algunos casos que no se disponga de las curvas, las magnitudes KB y ρ pueden ser calculadas aproximadamente por las siguientes fórmulas prácticas:

$$\rho = \frac{877 \times B \times TPC^2}{LBP \times \Delta}$$



$$(3) \quad \rho = \frac{0.08 \times B^2}{TPC} \quad , \text{ (mts)}$$

$$(4) \quad \rho = \frac{0.08 \times B^2}{TPC} \quad , \text{ (mts)}$$

$$(5) \quad KB = 0.83 \times dm - 3.43 \times 10^{-3} \times \frac{\Delta}{TPC} \quad , \text{ (mts)}$$

La altura del centro de gravedad del buque sobre la quilla (KG) se determina por la fórmula siguiente:

$$(6) \quad KG = \frac{\Delta_D \times VCG_0 + \sum Q_i \times VCG_i}{\Delta = \Delta_0 + Q_i}$$

Donde;

$\Delta_D \times VCG_0$  – es el momento vertical respecto a la quilla del buque en rosca (el mismo tiene un valor constante)

$\sum Q_i \times VCG_i$  - es el momento vertical respecto a la quilla de los pesos variables del buque (combustible, luboil, agua, pertrechos, carga, etc. el valor de este momento es variable)

Con la existencia a bordo de tanques “flojos” o parcialmente llenos (agua, diesel, luboil, lastre, etc) hay que tener presente existirá una disminución virtual metacéntrica transversal (GM) debido a la aparición de “superficies libres”

Esta reducción virtual de la altura metacéntrica se denominará por ( $\Delta\rho$ ) y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$(7) \quad \Delta\rho = \frac{\sum i_x \times \gamma \text{ líquido}}{\Delta}$$

Donde:

$i_x$ - es el momento de inercia de la superficie libre del líquido dentro del tanque flojo respecto al eje longitudinal XX que pasa a través de su centro de gravedad.

La magnitud de  $i_x$  se expresa en  $m^4$  y depende directamente de las dimensiones del tanque, es decir, su eslora  $l$  y manga  $b$ .  $i_x$  se calcula por la fórmula siguiente:

$$(8) \quad i_x = \frac{l \times b^3 \times \alpha}{12}$$

Coeficiente de afinamiento en la superficie de flotación

Entonces tomando en consideración la existencia de tanques “flojos” y por consiguiente de superficies libres en tanques la altura metacéntrica transversal corregida por tal efecto se calcula de la siguiente forma:

$$(9) \quad GM_p = KM - KG - \sum \Delta\rho$$

Si sustituimos en la fórmula anterior el valor KG tomado de la fórmula (G), obtenemos después de las transformaciones la magnitud del momento vertical de los pesos variables (del peso muerto o deadweight) respecto a la quilla ( $M_z = \sum Q_i \times VCG_i$ ) que asegura la altura metacéntrica dada.

Momento vertical respecto a la quilla del buque en rosca

$$(10) \quad M_Z = \Delta ( KM - GM_{\text{optima}} - \Delta\rho - \Delta_0 \times VCG_0)$$

Llamemos a la magnitud  $M_Z$  “Momento Vertical de la Estabilidad Optima”, y la relación entre el momento vertical real de la carga variable ( $M_h = Q_i \times VCG_i$ ) y el óptimo, es el “Criterio de la Altura Metacéntrica” o “Criterio de Estabilidad”

$$(11) \quad K_Z = \frac{M_h}{M_Z} \quad \begin{array}{l} \longleftarrow \text{Momento real} \\ \longleftarrow \text{Momento óptimo} \end{array}$$

Teóricamente, lo ideal sería que  $K_Z = 1.0$ , es decir,  $M_h = M_Z$ , ello significa que el momento vertical respecto a la quilla de los pesos variables es igual al óptimo para esa condición del buque, por tanto cumplirá satisfactoriamente las condiciones de estabilidad óptima para el buque.

La altura metacéntrica transversal óptima ( $G_{\text{mopt}}$ ) se escoge de acuerdo al tipo de buque, sus cualidades de navegación, el estado del tiempo y las características de explotación.

Los valores aproximados de las alturas metacéntricas para varios tipos de buque se indican a continuación.

Tipo de buques:      Altura Metacéntrica(m):

- 1) Cargueros y Pasajeros (medios)    0.5- 0.8
- 2) Cargueros de gran tonelaje    0.3- 1.5
- 3) Cargueros de tonelaje medio    0.3- 1.0
- 4) Madereros    0.1- 0.3
- 5) Petroleros grandes    0.8- 1.5

Como en la práctica es difícil determinar el valor de la altura metacéntrica óptima, esta se sustituye por la magnitud máxima admisible.

Los valores máximos del Momento Vertical del buque tomando en consideración el Momento Vertical del buque en rosca ( $M_Z + \Delta_0 \times VCG_0$ ) calculados con respecto a la quilla pueden tomarse del diagrama de los momentos admisibles de peso adjunto a las “ Informaciones de Estabilidad del Capitán”.

Es razonable determinar el valor mínimo del Momento  $M_Z$  min, tomando como base las condiciones que eviten el excesivo cabeceo y balanceo del buque.

Se considera que el periodo de balance libre ( $t$ ) para el buque no debe ser inferior de 10 segundos. Tomando dicha magnitud como la máxima obtenemos mediante la fórmula de  $t$

$$(12) \quad t = \frac{0.78 \times B}{(6 \text{ m})^{1/2}}$$

La magnitud máxima admisible de la altura metacéntrica transversal

$$(13) \quad GM_{\text{max}} = 6.1 \times 10^{-3} \times B^2$$

El valor mínimo del momento vertical  $M_Z$  min se determina por medio de la fórmula (10)

$$Mz = \Delta (KM - Gm_{opt} - \Delta \rho) - \Delta_0 \times VCG_0$$

### Asiento y Trimado del buque

El asiento del buque es la diferencia de calados existentes entre la proa y la popa

$$\pm T = d_{aft} + d_{fore}$$

Convencionalmente se asume que el asiento positivo es a popa, es decir,  $d_{aft} > d_{fore}$  y negativo en caso contrario.

Del asiento del buque dependen sus más importantes cualidades marineras, tales como una buena velocidad, maniobrabilidad, estabilidad de rumbo y la ascensión de la ola.

Cuando el buque no posee asiento, es decir,  $d_{aft} = d_{fore}$   $T=0$ , entonces a esta condición se le denomina “Even Keel” (“Aguas iguales” o “quilla plana”)

Por lo general, las mejores cualidades marineras de la mayoría de los buques se obtienen con el asiento positivo o a popa. La magnitud de este asiento depende tanto de las características del diseño de cada buque como de su desplazamiento. El valor óptimo del asiento del buque está directamente relacionado con su desplazamiento y el mismo se determina durante las “Pruebas de Mar” realizada por los constructores y se precisa durante el transcurso del servicio.

El carácter aproximado de la variación del asiento óptimo ( $T_{opt}$ ) en dependencia del desplazamiento del buque  $\Delta$ , se ilustra en la figura No. 2

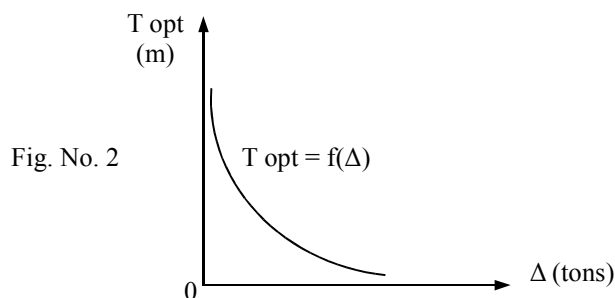


Gráfico de relación entre el Asiento y Desplazamiento del buque

Se debe analizar de que depende el Asiento y también la relación que existe entre el Asiento y la distribución longitudinal de pesos en el buque.

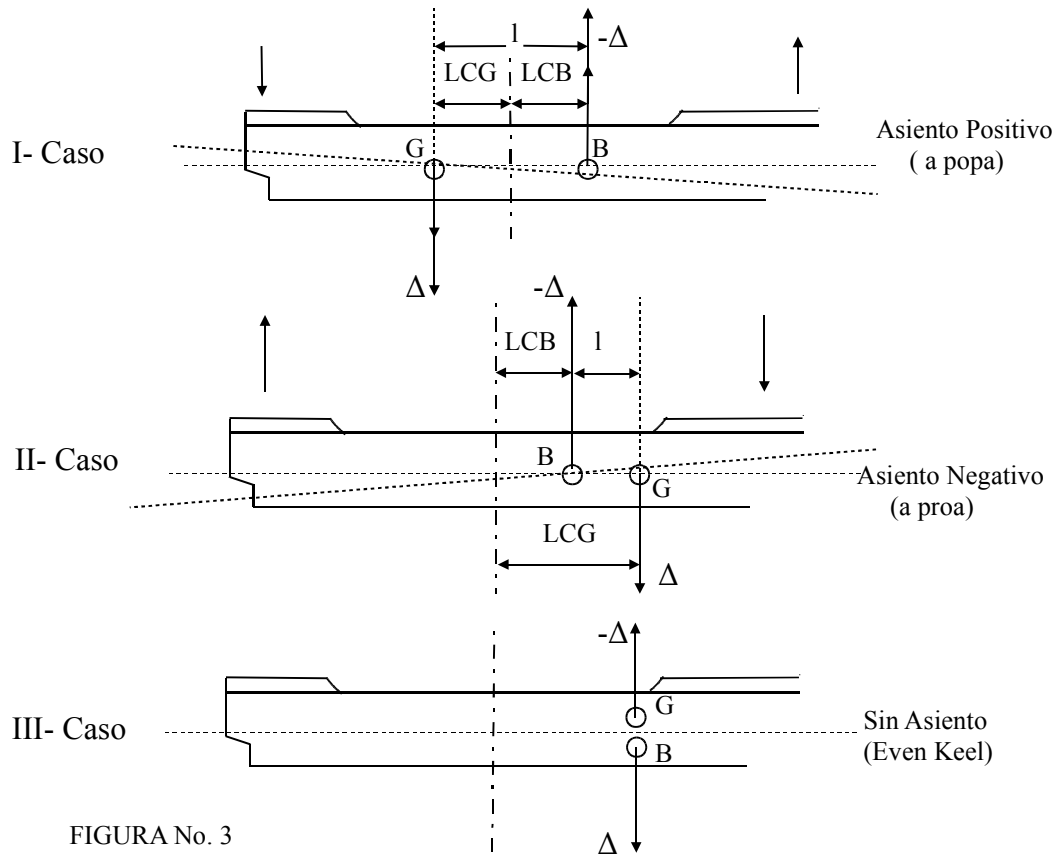


FIGURA No. 3

El buque está sometido a la acción de dos sistemas de fuerzas: el peso total del buque o desplazamiento y el de la fuerza de empuje del agua. Según la forma de la carena y el desplazamiento del buque se determina el punto de aplicación de la resultante de las fuerzas de empuje del agua B, conocido como Centro de Carena o Centro de Gravedad del volumen sumergido.

El punto de aplicación de la resultante de las fuerzas del peso del buque (el centro de gravedad, G) se determina de acuerdo con la distribución de los pesos en el buque.

En la práctica pueden existir tres casos que muestren la disposición de las resultantes de las fuerzas del Peso y del Empuje.

El asiento del buque aparece cuando el CDG (G) y el CDC(B) no se encuentran situados en la misma vertical (ver la figura No. 3). Cuando G se encuentra más cerca de la popa con respecto a B (I- caso), entonces tenemos el asiento a popa positivo. Cuando G está más cerca de la proa que B (II- caso), entonces aparece el asiento a proa negativo. En ambos casos el par de fuerzas de Empuje y de Peso, crea un momento de asiento diferencial que actuará hasta que el CdC desplazándose hacia la parte que aumenta el volumen sumergido del buque, se halle en la misma vertical con la resultante de las fuerzas de peso aplicada en el Centro de Gravedad del buque, alcanzando la posición de equilibrio (III- caso)

Con ello, el buque obtiene un asiento o diferencia de calados determinado. Para determinar el asiento es necesario conocer el Momento por centímetro de inmersión (Mcm), es decir, el momento que con el desplazamiento del buque dado provoca una diferencia de calados igual a 1 cm. La relación entre el Mcm y el calado medio (dm) viene dado en el diagrama de las Curvas Hidrostáticas o en Escala de Carga del buque. Si no se disponen de estos gráficos, el valor de Mcm puede ser determinado aproximadamente con las siguientes fórmulas:

$$Mcm = 7.14 \times \frac{TPC^2}{B}$$

$$M_{cm} = K \times B \left( \frac{LBP}{100} \right)^2$$

Donde:

TPC- es el número de toneladas por cm de inmersión en ton x cm

B- manga del buque en m

LBP- eslora entre perpendiculares en m

K- coeficiente proporcional, para buque de gran tonelaje se toma K= 5.3 y para los de tonelaje medio K= 5.4

El momento diferencial del asiento Mdif se determina por la fórmula:

$$M_{dif} = \Delta (LCG - LCB) \text{ en ton x cm}$$

La distancia del CGD desde la Cuaderna Maestra o Sección Media ( ) se determina por la fórmula:

$$LCG = \frac{\Delta_p \times LCG_0 + \sum Q_i \times LCG_i}{\Delta}$$

Donde:

Mi= Qi x LCGi es la sumatoria de los momentos longitudinales de todo los pesos variables (peso muerto) con respecto a la Cuaderna Maestra.

El asiento o diferencia de calados del buque en cm se determina por la fórmula siguiente:

$$T = \frac{M_{dif}}{M_{cm}} = \frac{\Delta_p \times LCG_0 - \Delta \times LCB + \sum Q_i \times LCG_i}{M_{cm}}$$

Cuando se da la magnitud del asiento, entonces de la fórmula anterior puede encontrarse el valor del momento longitudinal del peso variable (ML) con respecto a la Cuaderna Maestra, con el que buque tendrá el asiento dado. Este momento se denomina “Momento de Asiento Optimo” (ML opt) en ton / m

$$M_{lopt} = \Delta \times LCB - \Delta_0 \times LCG_0 + A_{opt} \times M_{cm}$$

La relación entre el momento real de la carga variable ML=  $\sum Q_i \times LCG_i$  y el óptimo es el criterio de la carga óptima del buque desde el punto de vista del asiento.

Dicho criterio tiene que aproximarse a uno

$$K_{AS} = \frac{M_L}{M_{Lopt}}$$

La magnitud del asiento óptimo que asegura buenas condiciones marineras al buque (velocidad, maniobrabilidad, etc) de acuerdo con su desplazamiento, se determina de forma experimental durante las pruebas de velocidad y se precisa durante el servicio del buque. En la práctica, para un buque cargado completamente como primera aproximación puede considerarse óptimo un asiento a popa igual a 0.5- 1.0 m.

Cuando el buque navega en lastre o el buque no está completamente cargado, la diferencia de

calados o Asiento debe ser tal que la hélice quede sumergida en el agua por lo menos en  $\frac{3}{4}$  de su diámetro. Cuando se navega por los lugares con poca profundidad es usual poner al buque con iguales calados, es decir,  $d_{aft} = d_{fore}$  A=0 (“Even Keel”)

Es razonable tener a bordo del buque los valores de los Momentos de Asiento óptimos y el máximo calculados de antemano correspondientes a las principales condiciones de desplazamiento del buque.

Cálculo práctico de los Calados y Asientos del buque

Hydrostatics Curves		Data	Trim				
Displacement, $\Delta =$		tons	Lever $L = LCB - LCG, \quad L =$ m				
Medium Draught, $d_m =$		m	Total Trim				
Moment to change Trim by 1 cm, $M_{cm} =$			Between perpend. $T = \frac{L \times \Delta}{M_{cm}}$ m				
LCF from A.P., $LCF =$		m	LCF from A.P., $F1 =$				
LCB from A.P., $LCB =$		m	LCB from F.P., $F2 =$				
<b>Transversal Stability</b>		Trim by Stern $AFT = \frac{F1 \times T}{LBP}$					
		$FWD = \frac{F2 \times T}{LBP}$					
Metacentro Above Keel, $KM_t =$		m	Trim by head				
Vertical center of Gravity ab. Keel $KG =$		m					
Metacentric height Uncorrected, $GM =$		m	<b>Draught's</b>				
Free surface Correction, $\Delta\rho =$		m	d fwd = $d_m \pm FWD$				
Metacentric height Corrected, $GM\rho =$		m	D aft = $d_m \pm AFT$				
<b>Statically Stability Data</b>							
KN at $\Delta =$	$\Theta$	$\sin \Theta$	$KG\rho \times \sin \Theta$	$KN - KG\rho \times \sin \Theta$	SIMPSO M MULTIP		Products
	5°	0.0872			4	-	-
	10°	0.1737			2	-	-
	15°	0.2588			4	-	-

	20°	0.3420			2	-		-
	25°	0.4226			4	-		-
	30°	0.5000			1	-		-
	35°	0.5736			-	1	-	
	40°	0.6428			-	4	-	
	50°	0.7660			-	1	-	
	60°	0.8660					-	
	75°	0.9659					-	
					SUM		(1)	((2))

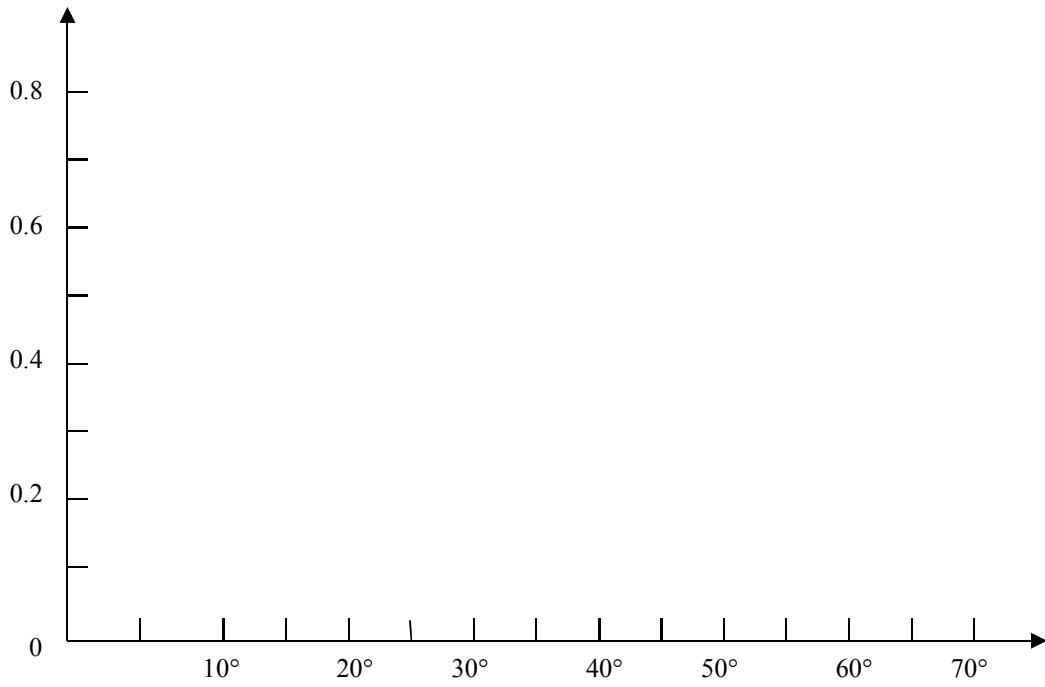
Area under GZ curve up to 30°		$0.0291 \times \underline{\hspace{2cm}}$	=	$\underline{\hspace{2cm}}$	m x rad
		(1)			
Area between 30° and 40°		$0.0291 \times \underline{\hspace{2cm}}$	=	$\underline{\hspace{2cm}}$	m x rad
		(2)			
Maximum righting lever GZ = $\underline{\hspace{2cm}}$ at $\underline{\hspace{2cm}}$ degrees					

KG<sub>p</sub> = KG corrected by free surface

<b>Dynamical Stability</b>					
Θ°	GZ (m)	Semisumas GZ (area de los trapecios) $S = (GZ_0 + GZ_{10}) / 2 \text{ rad}$	Dinamica Parcial, S (m x rad)	Dinamica Total, Σ S (m x rad)	CriteriosDinam. (Min de Rahola) (m)
0°-10°					
10°-20°					
20°-30°					
30°-40°					
40°-50°					
50°-60°					
60°-70°					

1 radian =  $1 / 57.3 = 0.017452$  (10° = 0.17452 radianes)

RIGHTING LEVER, GZ IN m



Trim and Draught		Stability	
Even keel Draught		KM	
Displacements, $\Delta$		KG	
LCB from A.P.		GM	
Lever, L		Free Surface corr.	
Trimming Moment, $M_T$		Corrected GM $\rho$	
Total Trim AFT, $T_{AFT}$		Corrected KG $\rho$	
LCF from A.P.			



Immersion at F.P.			
Immersion at A.P.			
Draught at F.P.			
Draught at A.P.			

Corrección del Asiento hasta la magnitud indicada

Durante el embarque inicial de las mercancías entre los compartimientos de carga, difícilmente se logra poner el buque en el asiento indicado.

El asiento T obtenido como resultado de los cálculos, frecuentemente se desvía del valor del asiento indicado  $T_i$ . Esta desviación se denomina  $\Delta T$  y es igual a:

$$\Delta T = T_i - T$$

Para corregir el asiento en una magnitud  $\Delta T$ , es necesario crear un momento de asiento adicional igual a:

$$\Delta M_T = \Delta T \times M_{cm}$$

Donde  $M_{cm}$  es el momento necesario para cambiar el asiento en 1 cm para el desplazamiento que tiene en ese momento el buque.

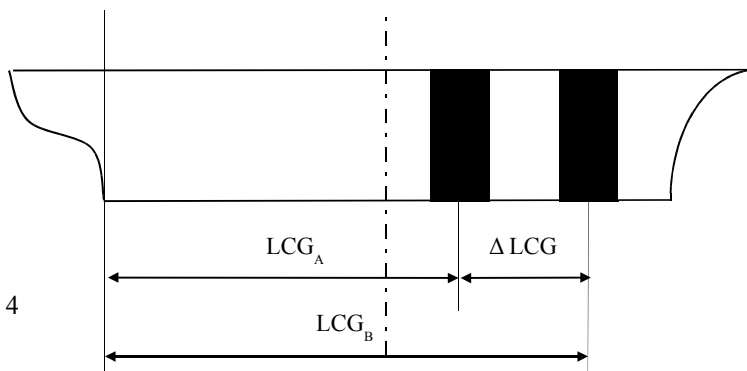
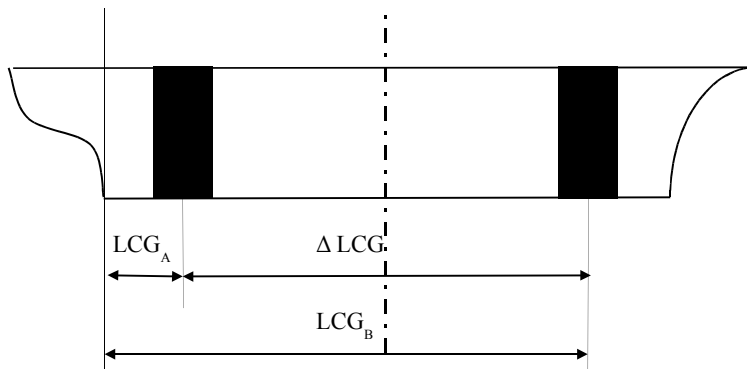


FIGURA No. 4

Esquema para determinar el brazo o distancia de traslado

Este momento adicional se logra mediante el traslado de pesos( agua, lastre, combustible, etc) a lo largo de la eslora del buque en la dirección hacia donde se requiere provocar el cambio de asiento. Es decir, si es necesario aumentar el calado a popa entonces el peso debe ser trasladado en ese sentido y viceversa.

El producto del peso trasladado  $\Delta Q$  por la distancia de traslado  $\Delta LCG$  debe ser igual a la variación requerida del Momento de asiento  $\Delta M_T$

$$\Delta Q \times \Delta LCG = \Delta M_T$$

LA expresión así obtenida permite determinar el peso a trasladar  $\Delta Q$  por la distancia indicada  $\Delta LCG$  o la distancia requerida de traslado por el peso indicado.

En la práctica, tenemos en la documentación y planos del buque las distancias entre los compartimientos principales usados a estos fines. La distancia de traslado se obtiene por la siguiente fórmula:

$$\Delta LCG = LCG_B - LCG_A$$

Entonces el peso a trasladar se determina así:

$$\Delta Q = \frac{\Delta M_T}{\Delta LCG} = \frac{\Delta T \times M_{cm}}{\Delta LCG}$$

### Cálculo de la variación del asiento debido al consumo de las existencias de combustible, agua ,etc de a bordo

Durante el viaje el buque consume parte de sus existencias de combustible, agua, etc, lo que influye directamente sobre el asiento.

La alteración del asiento a medida que se consumen las reservas se determinan en el orden siguiente:

Se determina el nuevo desplazamiento del buque:

$$\Delta_N = \Delta - \sum \text{reservas}$$

Donde:  $\Delta$ , es el desplazamiento del buque al comenzar el viaje

$\sum$  reservas, es el peso total de las reservas de consumo

Por medio de las Curvas Hidrostáticas se determina el nuevo centro de carena  $LCB_N$  y el valor del momento por cm de inmersión  $M_{cm_N}$  para el desplazamiento  $\Delta_N$  obtenido

Se determina el nuevo CDG del buque:

$$LCG_N = \frac{LCG_o \times \Delta_o + \sum Q_i \times LCG_i + \Delta M_T - (\sum \Delta Q \times \Delta LCG)}{\Delta_N}$$

Donde:

$(\Delta Q \times \Delta LCG)$ - es el momento del peso de las reservas antes de su consumo

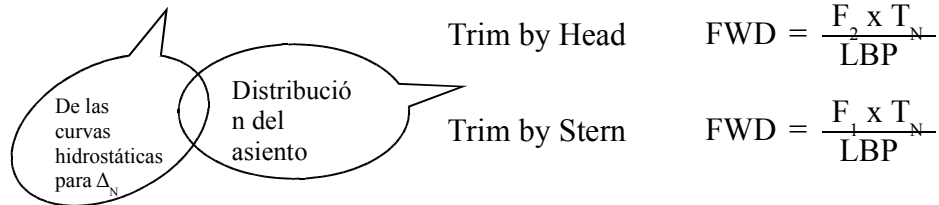
$\Delta M_T$ - es el momento de asiento adicional producido para corregir el asiento hasta la magnitud indicada.

Se calcula el asiento  $T_N$  durante el consumo de las reservas:

$$T_N = \frac{L_N \times \Delta_N}{M_{cm_N}} \qquad L_N = LCB_N - LCG_N$$

Se calculan los nuevos calados:

$d_{m_N}$ , LCF from A. P.  $F_1$ , LCF from F.P.  $F_2$



$$d_{FWD} = d_{m_N} \pm FWD$$

$$d_{AFT} = d_{m_N} \pm AFT$$

### Modificación del valor de la altura metacéntrica

Si al comprobar la Estabilidad, resulta que la altura metacéntrica no corresponde al valor normal requerido, entonces por medio del cambio de la posición vertical de los pesos hay que asegurar la Estabilidad necesaria.

Con poca altura metacéntrica es necesario bajar el CDG del buque cargado, es decir hacer descender las mercancías más pesadas hacia el plan. Si la altura metacéntrica tuviera un valor excesivo, entonces conviene mover las cargas pesadas hacia arriba.

En ambos casos hay que modificar el momento de estabilidad  $\Delta M_v$  en el valor:

$$\pm \Delta M_v = \Delta GM \times \Delta, \text{ donde:}$$

$\Delta GM$ - es el cambio requerido de la altura metacéntrica

$\Delta$ - es el desplazamiento del buque

A su vez,  $\Delta GM$  es igual a la diferencia del valor indicado de la altura metacéntrica  $G_{mi}$  y la altura metacéntrica obtenida como resultado del cálculo:

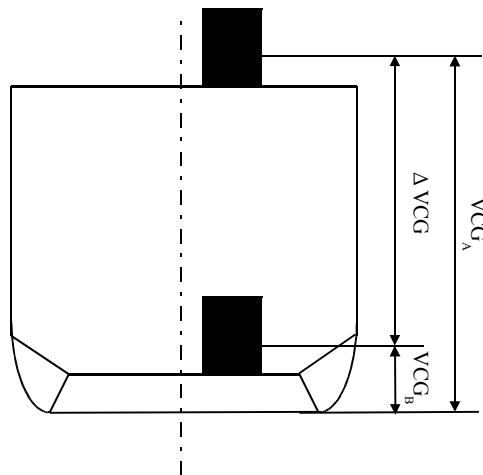
$$\Delta GM = G_{mi} - GM$$

El producto del peso trasladado verticalmente  $\Delta Q_i$  por la distancia de traslado  $\Delta VCG$  es igual al cambio necesario del momento vertical de estabilidad  $\Delta M_v$

$$\Delta Q_i \times \Delta VCG = \Delta M_v$$

Aquí al igual que durante la modificación del asiento, se indica de donde (punto A) y a donde (punto B) se traslada el peso Q y la distancia de este traslado  $\Delta VCG$ . (ver figura No. 5)

FIGURA No. 5



Esquema para determinar la distancia de traslación del peso de acuerdo a la altura

La magnitud  $\Delta VCG$  será igual a la diferencia de las respectivas distancias verticales entre los puntos A y B respecto a la quilla:

$$\Delta VCG = VCG_A - VCG_B$$

El peso a trasladar  $\Delta Q$  se determina por la siguiente fórmula:

$$\Delta Q = \frac{\Delta M_v}{\Delta VCG} = \frac{\Delta GM \times \Delta}{\Delta VCG}$$

### Influencia sobre la Estabilidad del consumo de las reservas de viaje

En ocasiones puede resultar que el buque al salir de puerto tiene un valor normal para su altura metacéntrica, mientras que a la llegada al puerto de destino, debido al gran consumo de las reservas del viaje, dicha altura puede alterarse, perdiendo el buque la estabilidad necesaria.

Por eso, la estabilidad del buque debe ser comprobada tanto en la salida del buque como cuando el buque llegue al puerto de destino, es decir, al tener consumidas las reservas del viaje.

El cálculo del consumo de las reservas de viaje se realiza en el siguiente orden:

Se determina el desplazamiento del buque después de haber consumido las reservas de viaje:

$$\Delta_N = D - \Sigma \text{reservas}$$

Se determina el momento vertical total de las reservas consumidas con relación a la quilla antes de su consumo ( $\Sigma \text{res} \times VCG \text{ res}$ )

Se calcula el exceso en la posición de centro de gravedad del buque sobre la quilla, al consumir las reservas del viaje:

$$VCG_N = \frac{VCG_0 \times \Delta_0 + \Sigma Q_i \times VCG_i + \Delta M_v - (\Sigma \text{res} \times VCG_{\text{res}})}{\Delta_N}$$

Donde  $\Delta M_v$  es la variación del momento vertical de estabilidad producida al modificar el valor de la altura metacéntrica.

De acuerdo con las Curvas Hidrostáticas y con el nuevo desplazamiento  $\Delta_N$  encontramos los nuevos elementos en las Hidrostáticas,  $dm$ ,  $KM$ ,  $LCB$ ,  $M_{cm}$

Para los “tanques flojos” de combustibles, aceite, agua, etc, se calcula la influencia de las superficies libres del líquido  $\Delta \rho_N$

Se determina la altura metacéntrica después del consumo de las reservas del viaje:

$$GM_{N\rho} = KM - KG_N - \Delta\rho_N$$