

Escuela de Ingenierías Marina, Náutica y Radioelectrónica

Grado en Náutica y Transporte Marítimo

Curso de Estiba

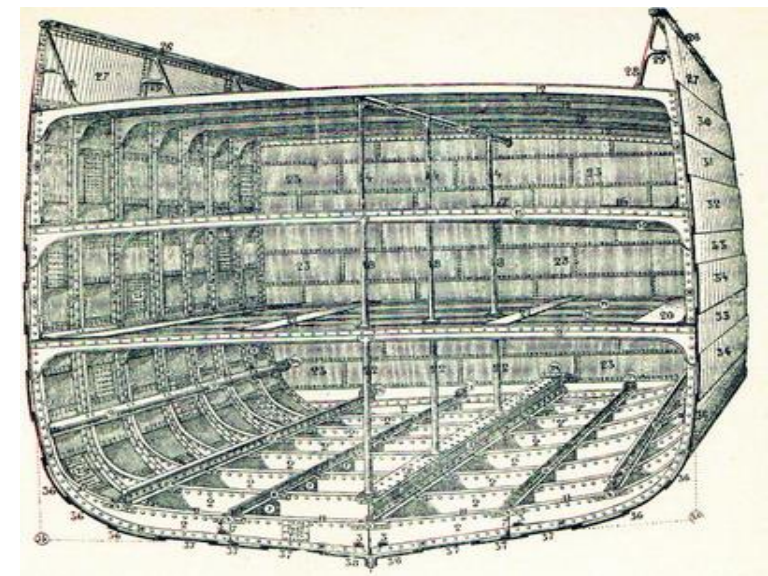
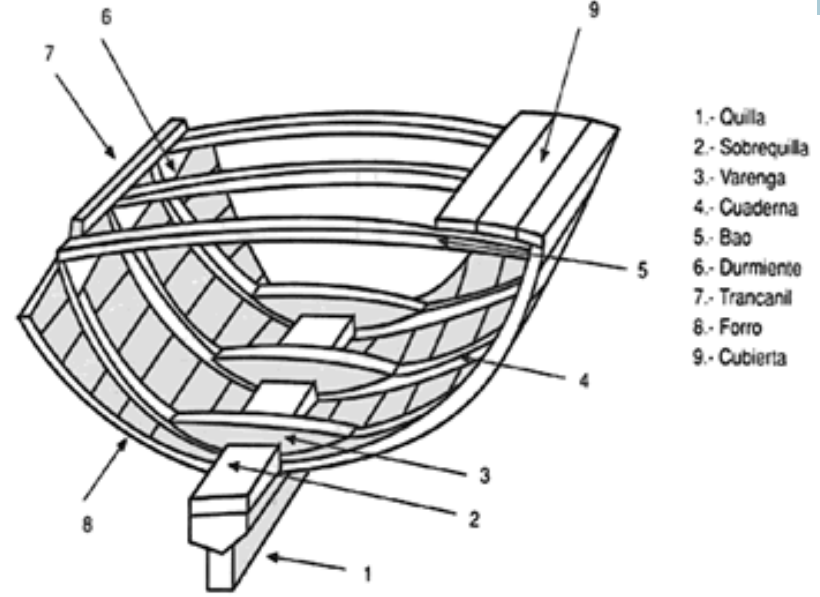
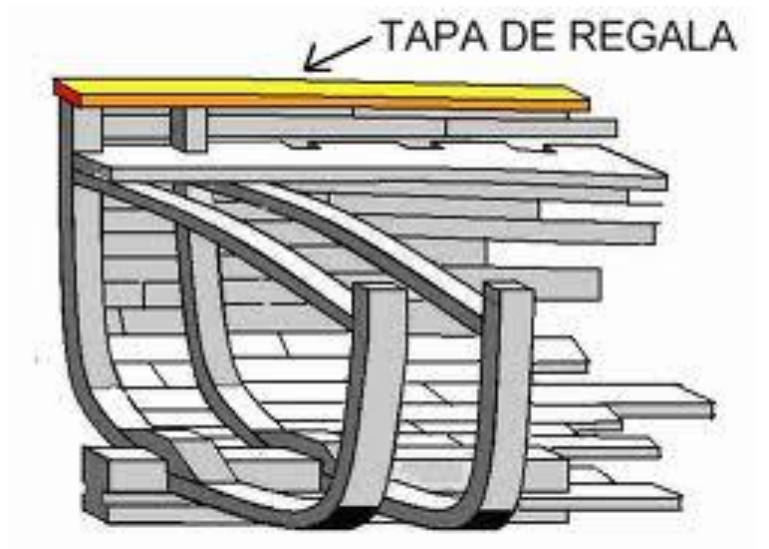
Unidad 2: Tecnología Naval



Estiba : Tecnología Naval



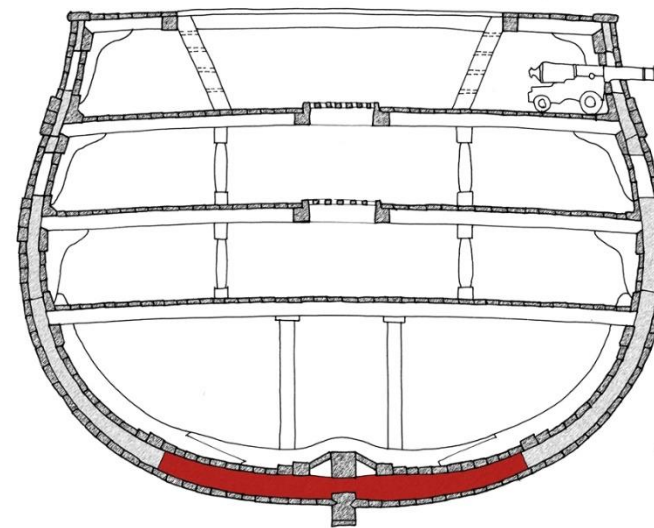
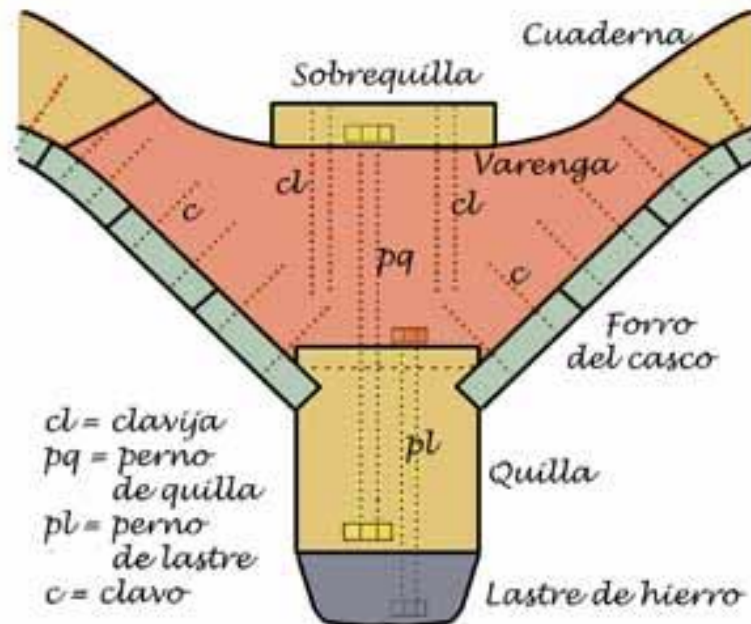
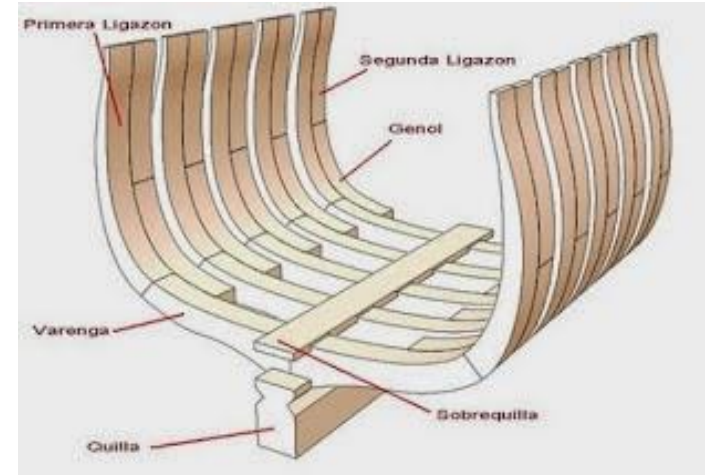
- Casco (Hull)
- Quilla (Keel)
- Sobrequilla
- Varenga
- Roda (forefoot)
- Codaste (stern frame, stern-post)
- Cuadernas
- Baos
- Borda
- Pantoque
- Mamparos



Estiba : Tecnología Naval



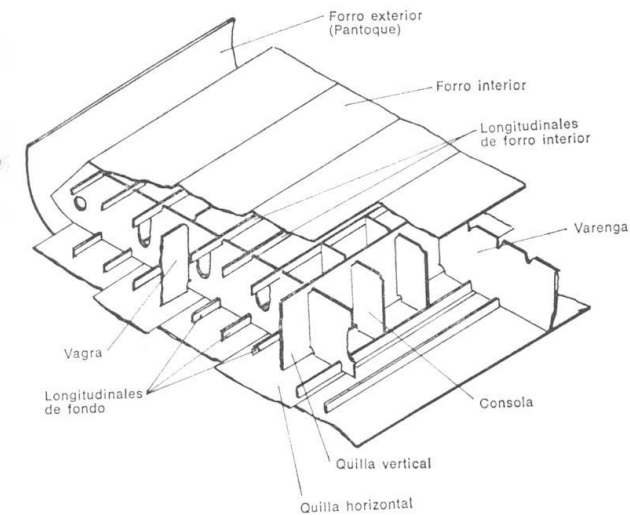
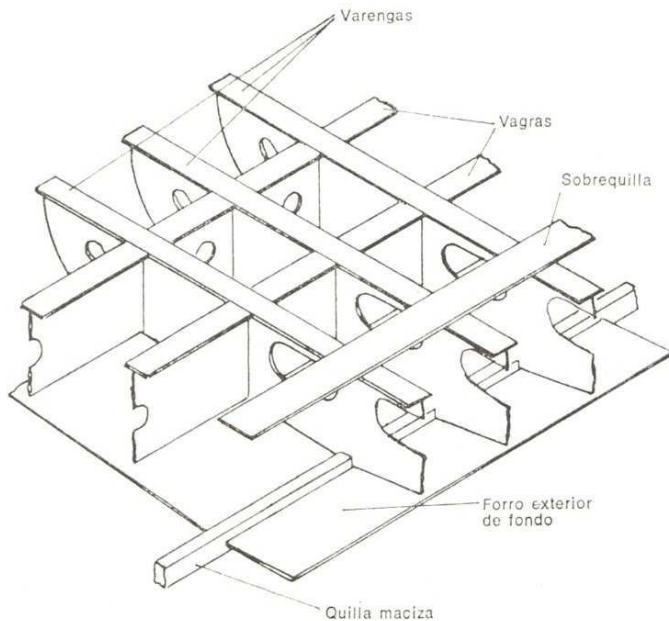
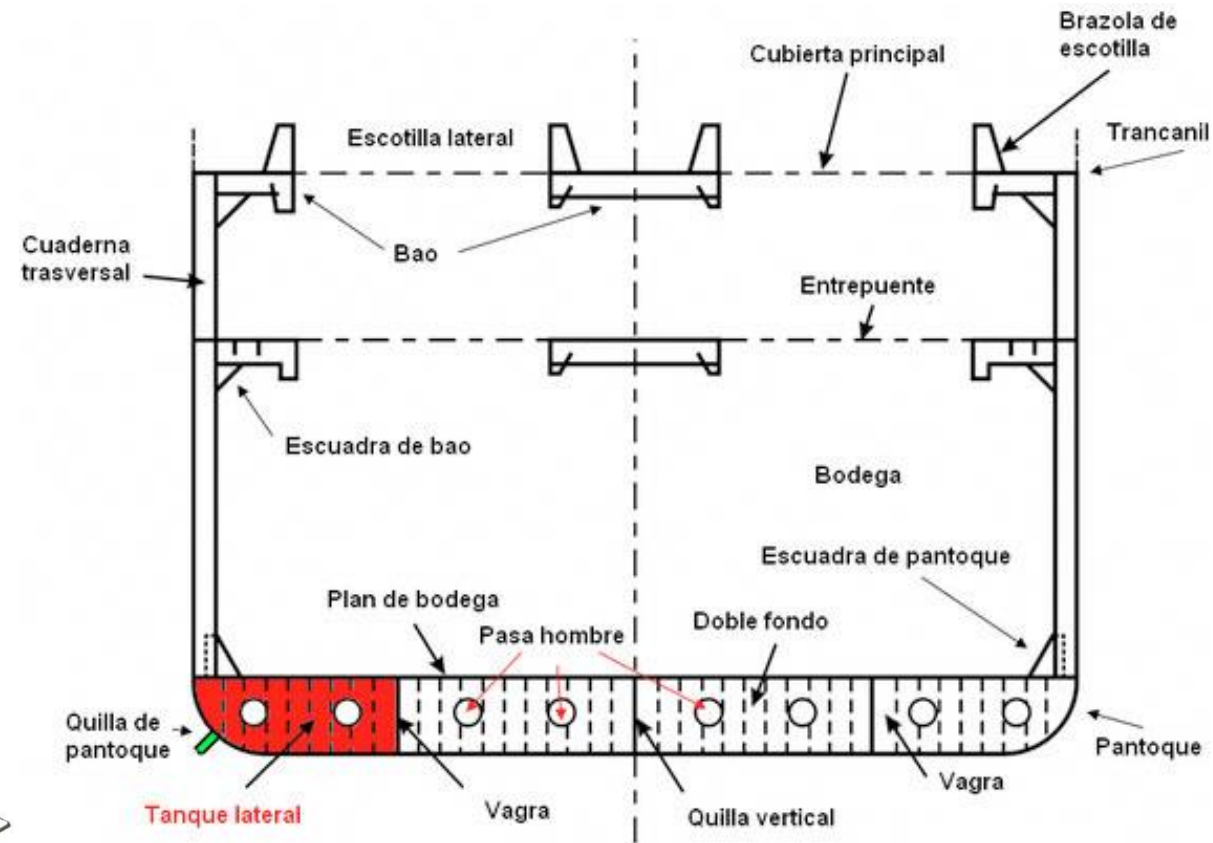
- Casco (Hull)
- Quilla (Keel)
- Roda (forefoot)
- Codaste (stern frame, stern-post)
- Cuadernas
- Baos
- Borda
- Pantoque Mamparos
- Varenga



Estiba : Tecnología Naval



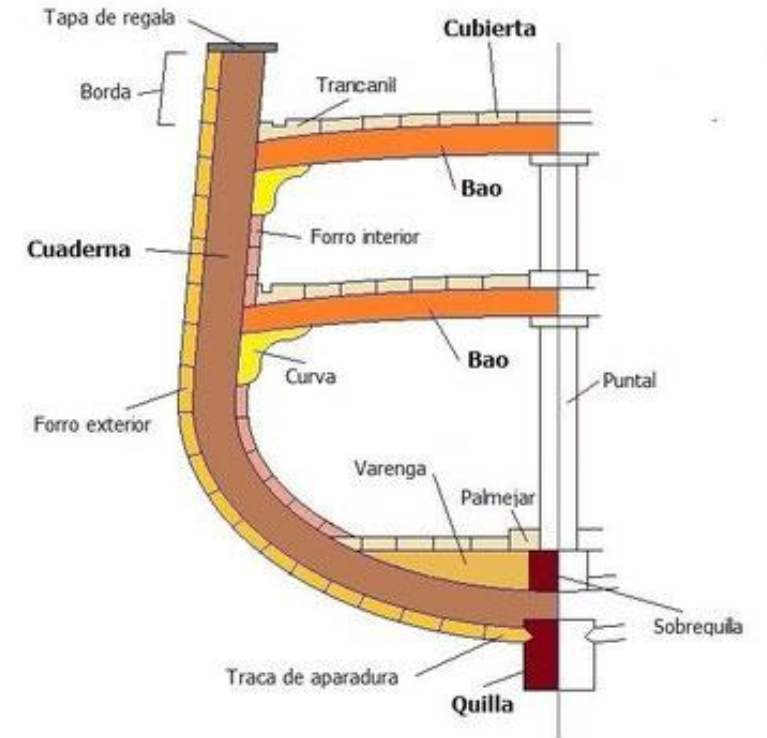
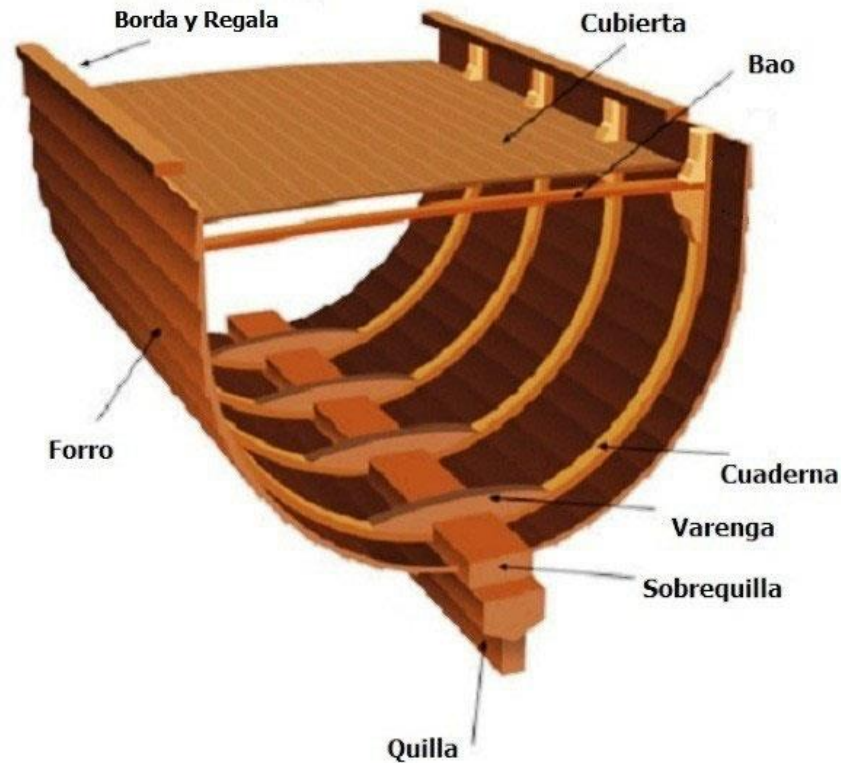
Casco (Hull)
Quilla (Keel)
Roda (forefoot)
Codaste (stern frame,
stern-post)
Cuadernas
Baos
Borda
Pantoque Mamparos
Varenga



Estiba : Tecnología Naval



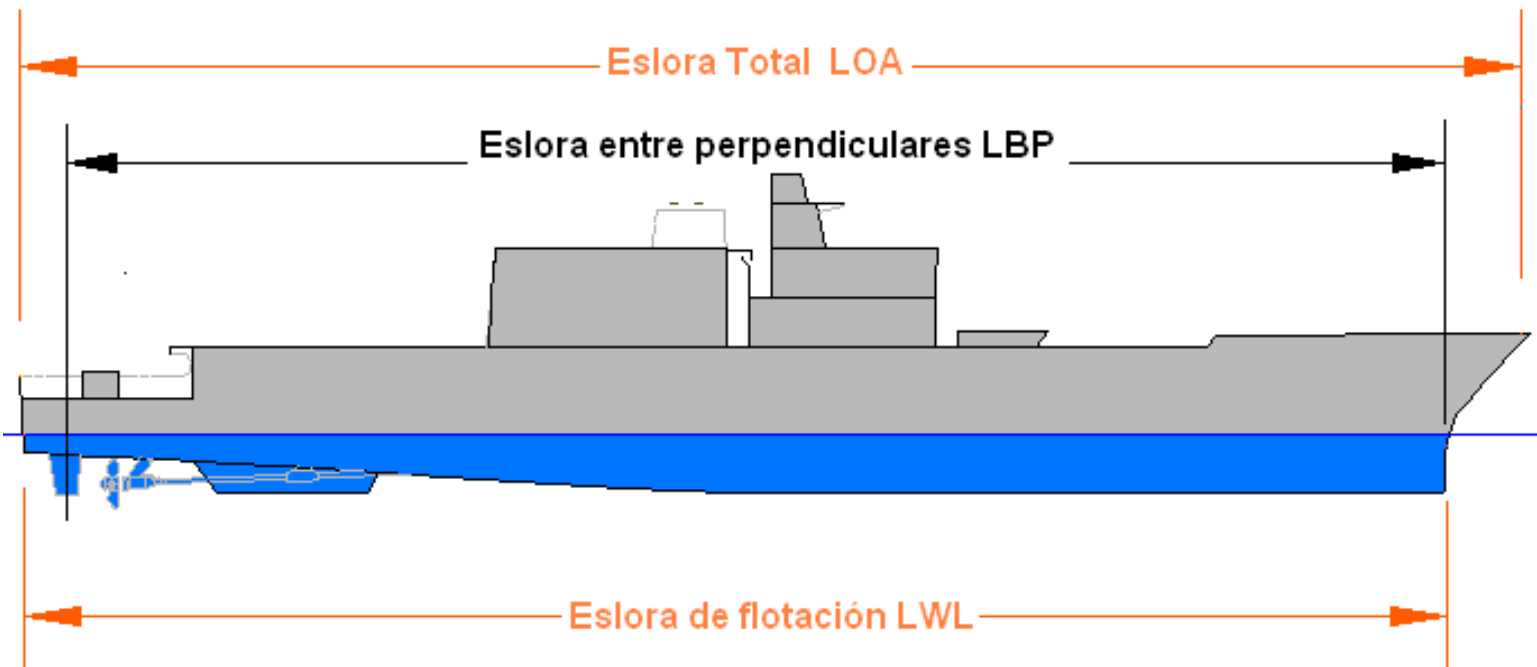
- Cubierta
- Tapa de regala
- Casco (Hull)
- Quilla (Keel)
- Sobrequilla
- Roda (forefoot)
- Codaste (stern frame, stern-post)
- Cuadernas
- Puntal
- Baos
- Borda
- Pantoque
- Mamparos
- Varenga
- Trancanil
- Cubierta



Estiba : Tecnología Naval



- **Eslora máxima.**- Es la medida de un buque tomada a su largo, desde la proa hasta la popa.
- **Eslora entre perpendiculares:** La distancia entre las perpendiculares trazadas tangenteando a proa y popa a la superficie de flotación de máxima carga.
- **Eslora de flotación:** Es la longitud correspondiente a una superficie de flotación determinada.



<http://sailandtrip.com/partes-del-barco-dimensiones/>

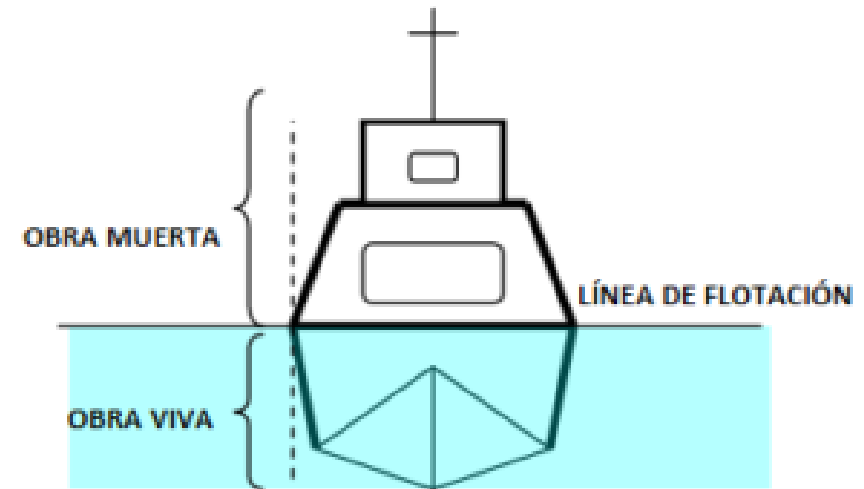
Estiba : Tecnología Naval



- **Obra viva:** Es a la superficie sumergida de un buque. Parte del casco que, de forma permanente y con la máxima carga admisible, está sumergida. Normalmente, se distingue con un color rojo u ocre.
- **Obra muerta:** La a la parte del casco que está fuera del agua, de forma permanente, cuando el barco está a plena carga. Se considera para esta distinción solamente el casco del buque, puesto que todo lo que se construye a partir de la cubierta principal se llama superestructura



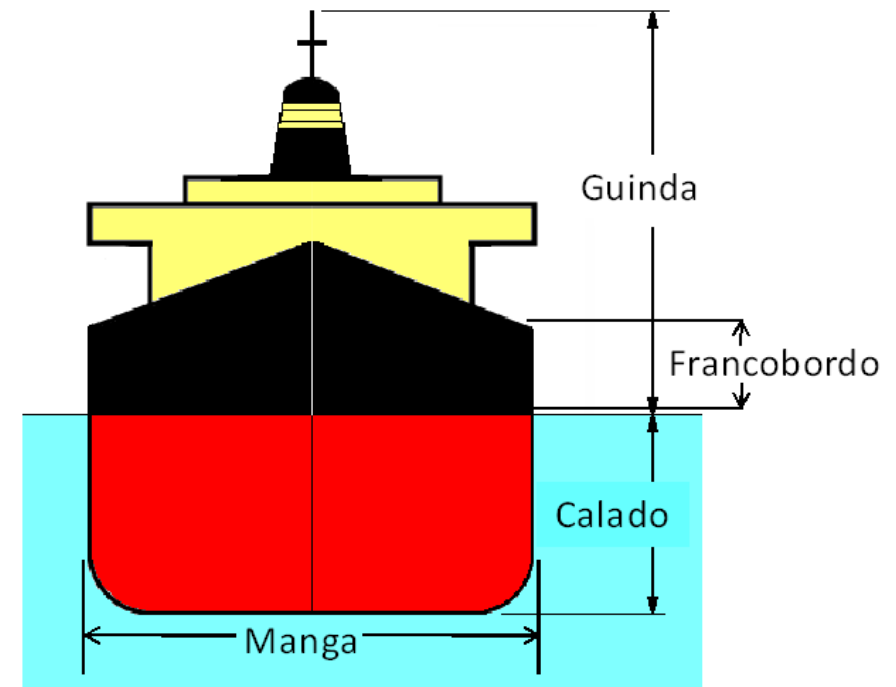
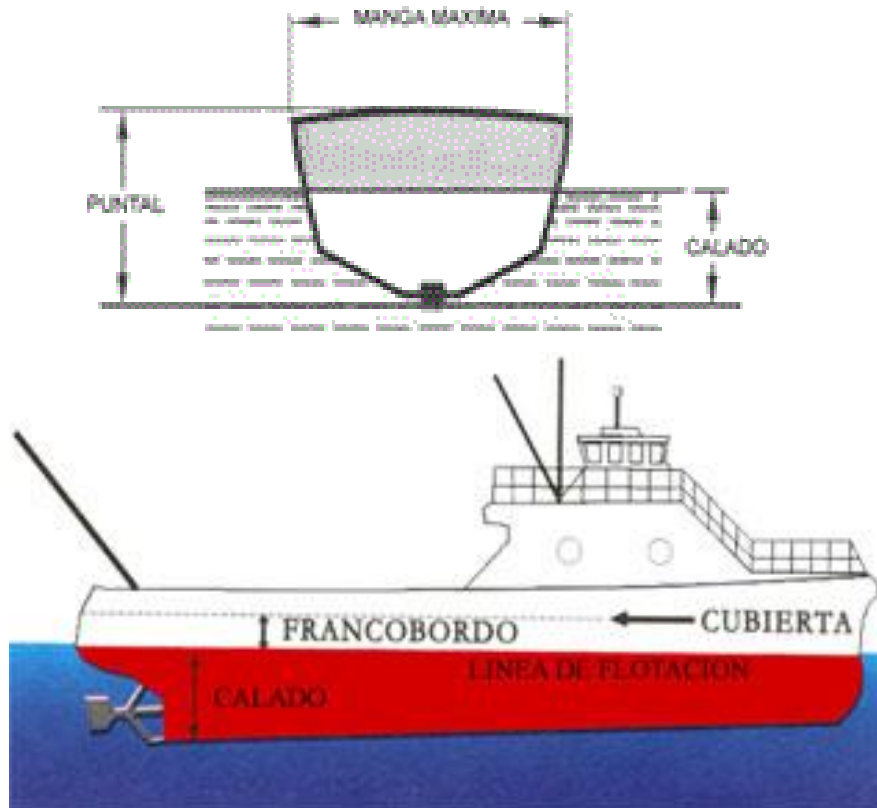
www.SailandTrip.com ©



Estiba : Tecnología Naval



- **Manga máxima.**- Es el ancho máximo de la embarcación medido desde la cara exterior de los forros.
- **Puntal.**- Es la máxima dimensión vertical medida a la mitad de la eslora desde la cara superior del trancanil o línea de cubierta hasta la cara inferior del casco en su intersección con la quilla.
- **Francobordo.**- Es la distancia vertical en el casco desde la cara superior del trancanil o línea de cubierta hasta la línea de agua en la condición de desplazamiento máximo.



Estiba : Tecnología Naval



CUBIERTA SUPERIOR: Superficie de cierre superior del casco.

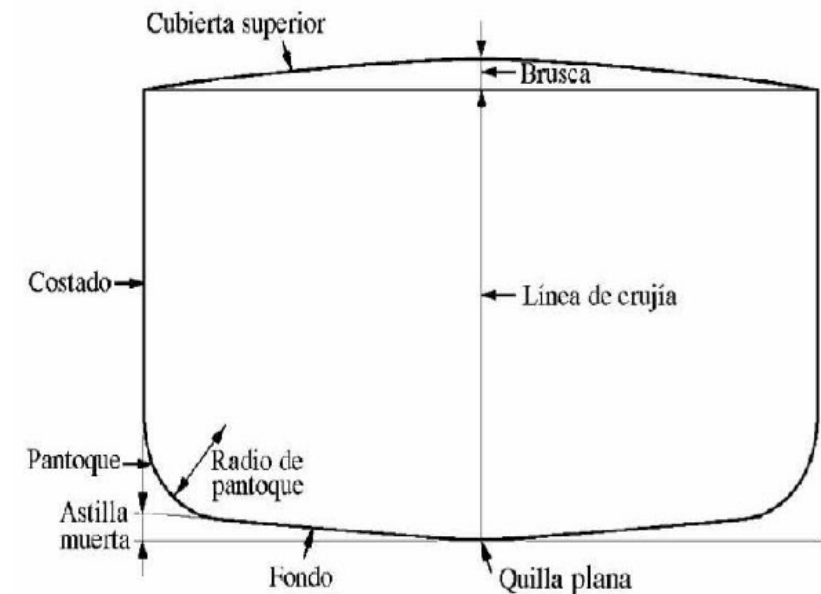
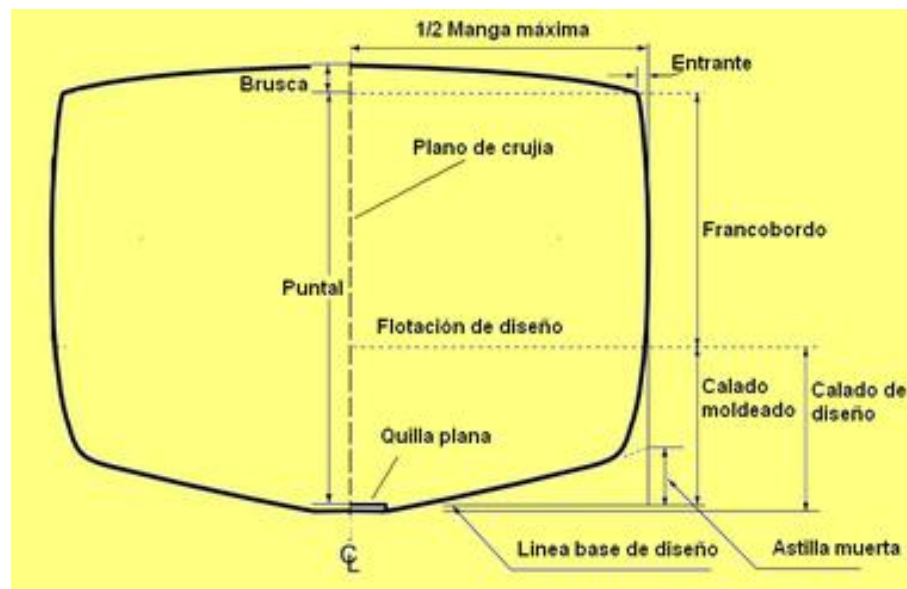
FORRO: Superficie que forma el cierre exterior del casco.

QUILLA PLANA: Zona inferior y en crujía del forro del casco.

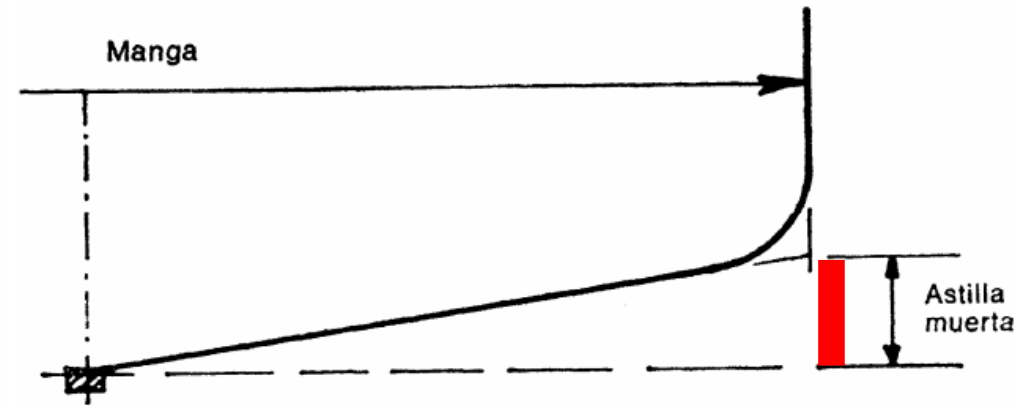
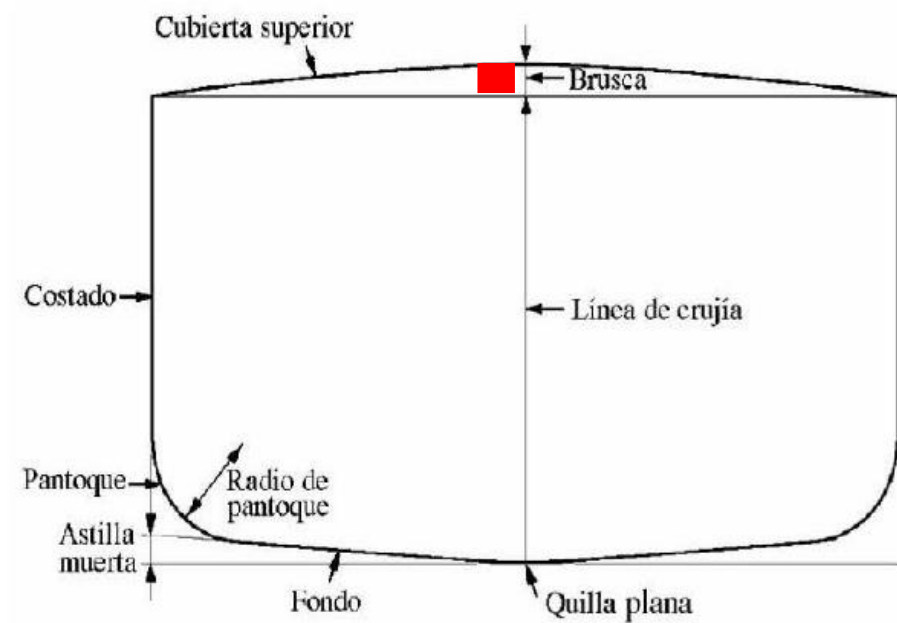
FONDO: Parte inferior del casco, junto a la quilla.

PANTOQUE: Zona curva de unión entre el fondo y el costado del barco.

COSTADO: Cada uno de los laterales del casco, entre el pantoque y la cubierta superior.



Estiba : Tecnología Naval



BRUSCA: Es la curvatura transversal de la cubierta medida por la altura de la cuerda en crujía, desde la cara inferior de la cubierta hasta el punto más alto del costado.

ASTILLA MUERTA: Elevación de la cuaderna sobre el plano base, medida en la mitad de la manga. Es la altura en el costado del buque que hay desde un plano paralelo a la flotación que pasa por la quilla (Plano Base o Línea Base, en proyección) y el plano tangente al fondo o a la quilla.

Estiba : Tecnología Naval



Tonelada métrica (Ton) → PESO

Tonelada Moorson (TM) → VOLUMEN

Tonelada inglesa = Long Ton (LT) → PESO (DESUSO)

Longitud:

1 pulgada= 1" = 2,54 cm

1 pie= 1' = 12 pulgadas = 0,3048 m

1 metro=3,2808 pies=39,37 pulgadas

1 braza= 6 pies= 1,8288 m

1 Milla Náutica (Mn) =1852 metros = 1,852 kilómetros

1 Milla Náutica = 1 minuto de arco de meridiano en el Ecuador (1')

1 Mn = 10 cables

Velocidad

Nudos (Knots) → 1 Ns = 1 Mn/hora

Convertir Unidades

www.convertworld.com/es/velocidad/nudo.html

Peso:

1 tonelada inglesa=1 Long Ton=1,016 kilos=1,016 Tm

1 tonelada métrica=0,984 Long Ton=2,205 libras

1 kilogramo= 2,2046 libras

Tonelada Métrica (Tn) → 1 Tn = 1000 kg

Tonelada Larga o Tonelada Inglesa (LTn):

LTn = 1016 kg

Volumen:

1 pie³=28,316 dm³

1 m³=35,315 pies³

100 pies³=1 TM = 2,83 m³

1 galón inglés= 4,546 litros

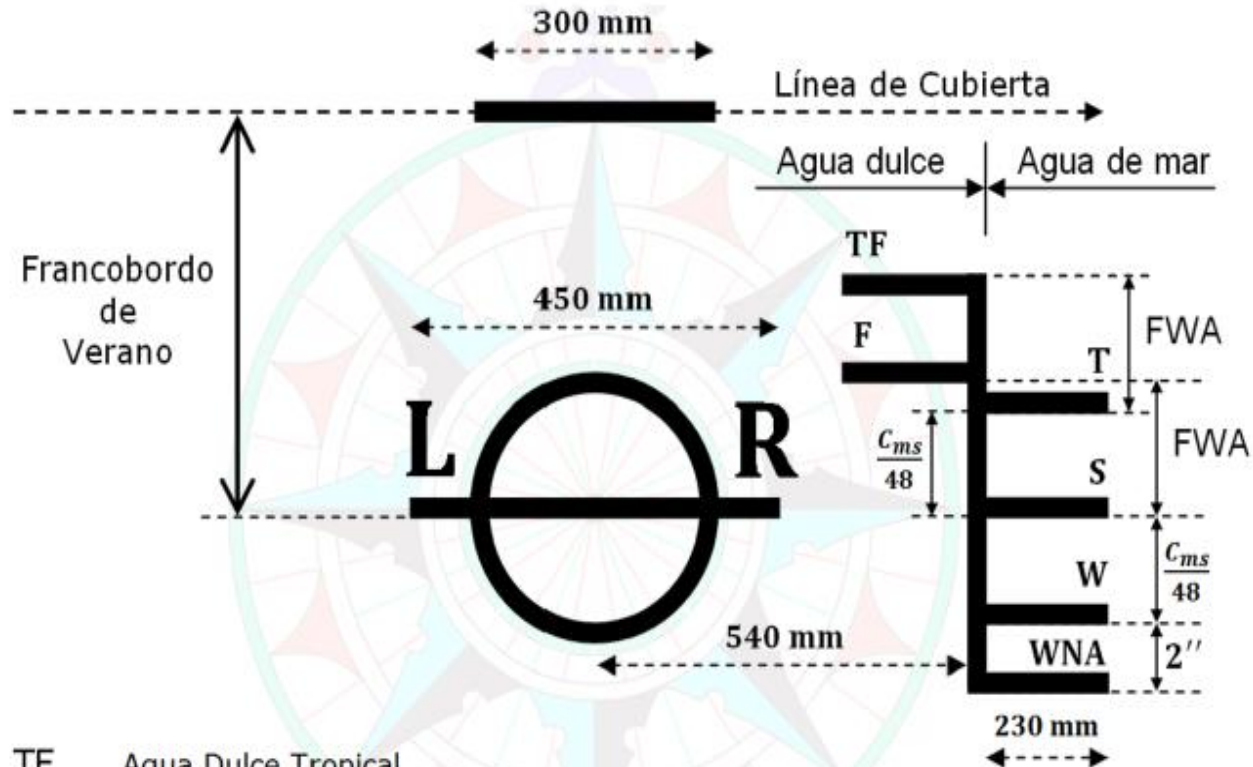
Tonelada Moorson (TM):

Medida de volumen para Arqueo o Registro de Buques

1 TM = 100 p³ = 2,83 m³

Estiba : Tecnología Naval

Disco de Plimsoll

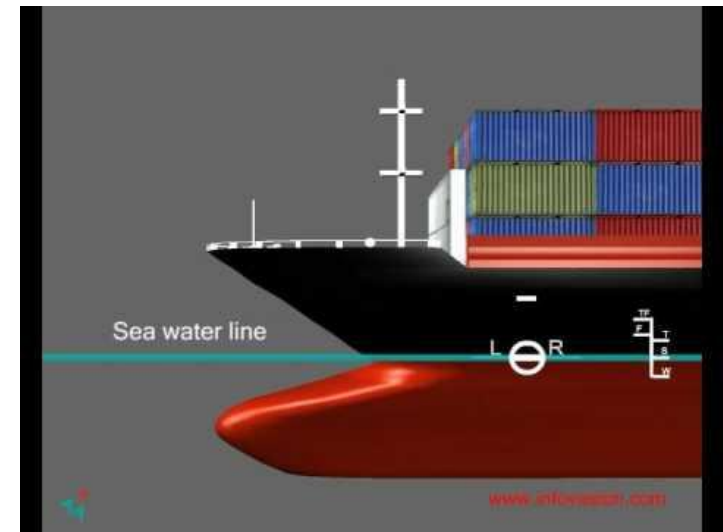


TF Agua Dulce Tropical
 F Agua Dulce
 T Agua de mar Tropical
 S Verano agua de mar
 W Invierno agua de mar
 WNA Invierno Atlántico Norte
 para barcos < 100 m de eslora

LR Letras indicando la autoridad de registro (en este ejemplo, el Registro Lloyd's)

FWA Fresh Water Allowance o Permiso de Agua Dulce

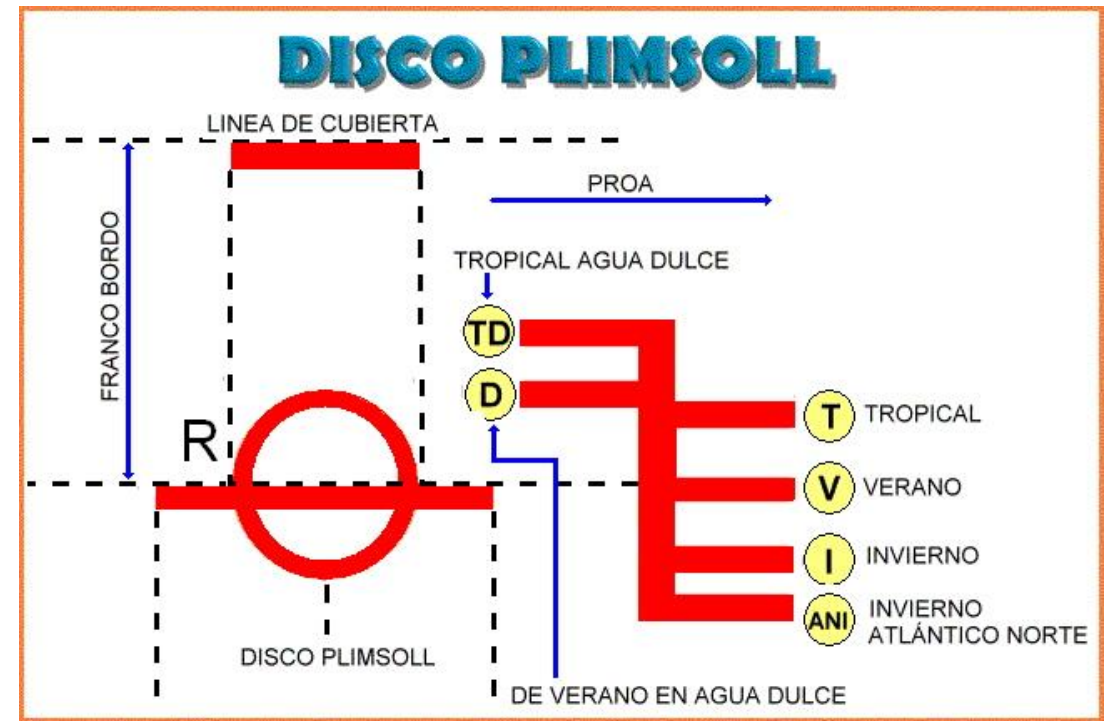
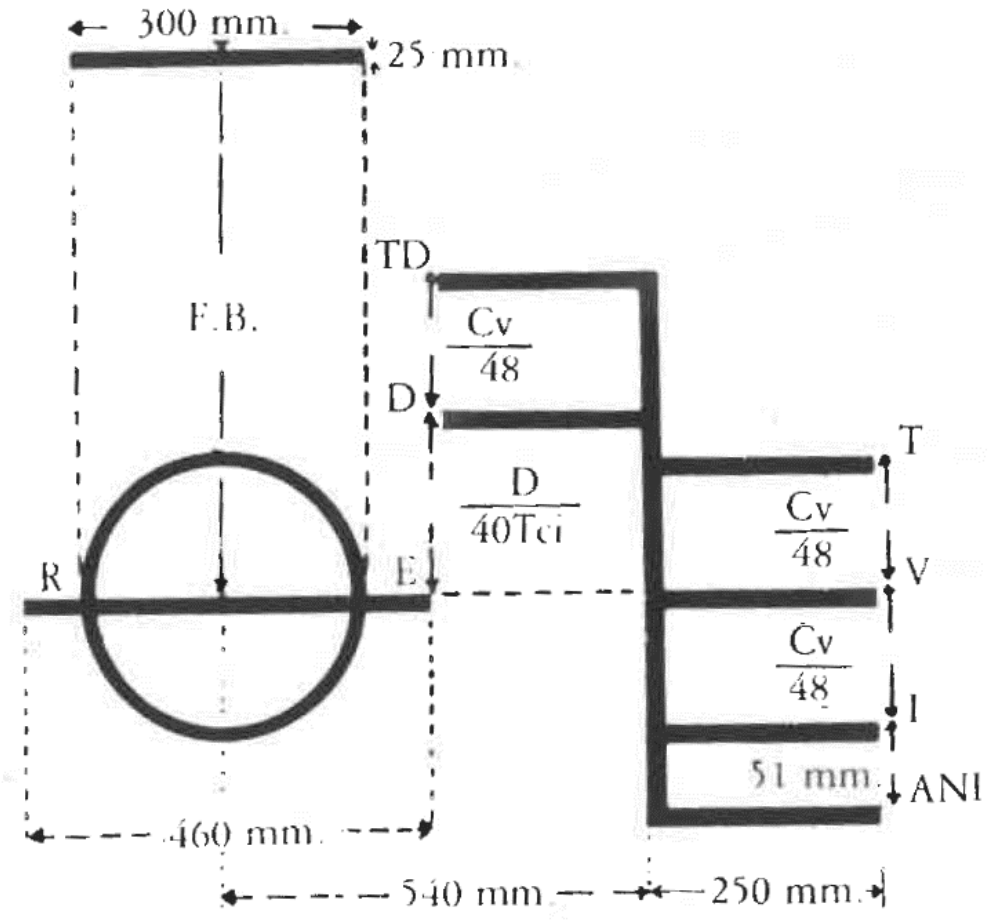
C_{ms} Calado medio de verano en carga máxima



Estiba : Tecnología Naval



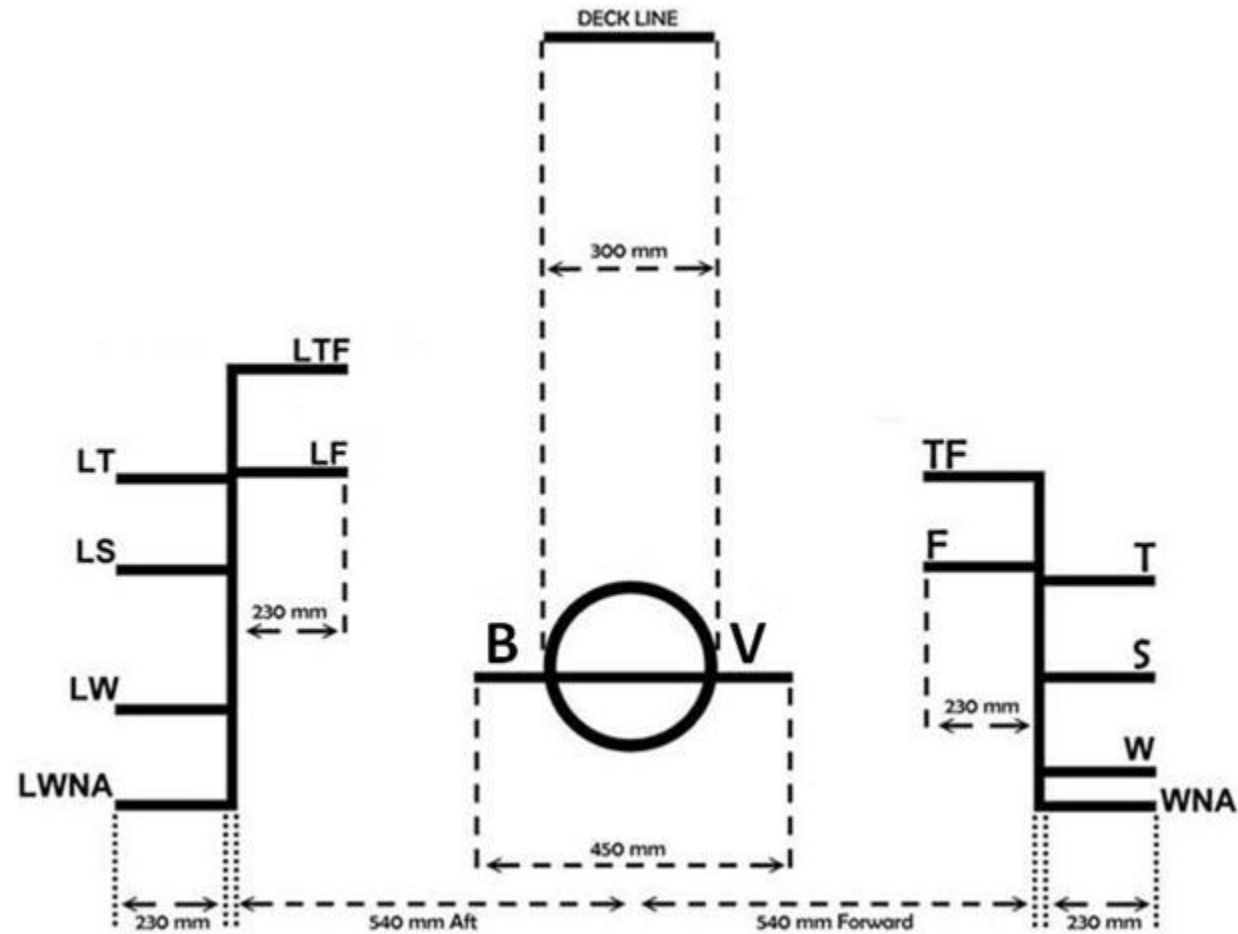
Disco de Plimsoll



Estiba : Tecnología Naval



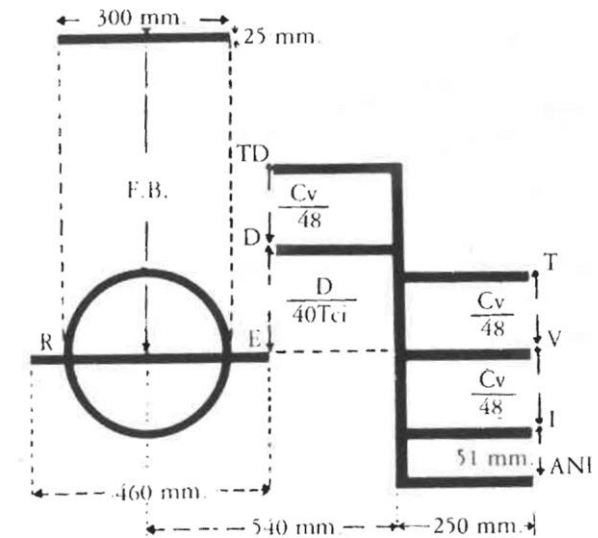
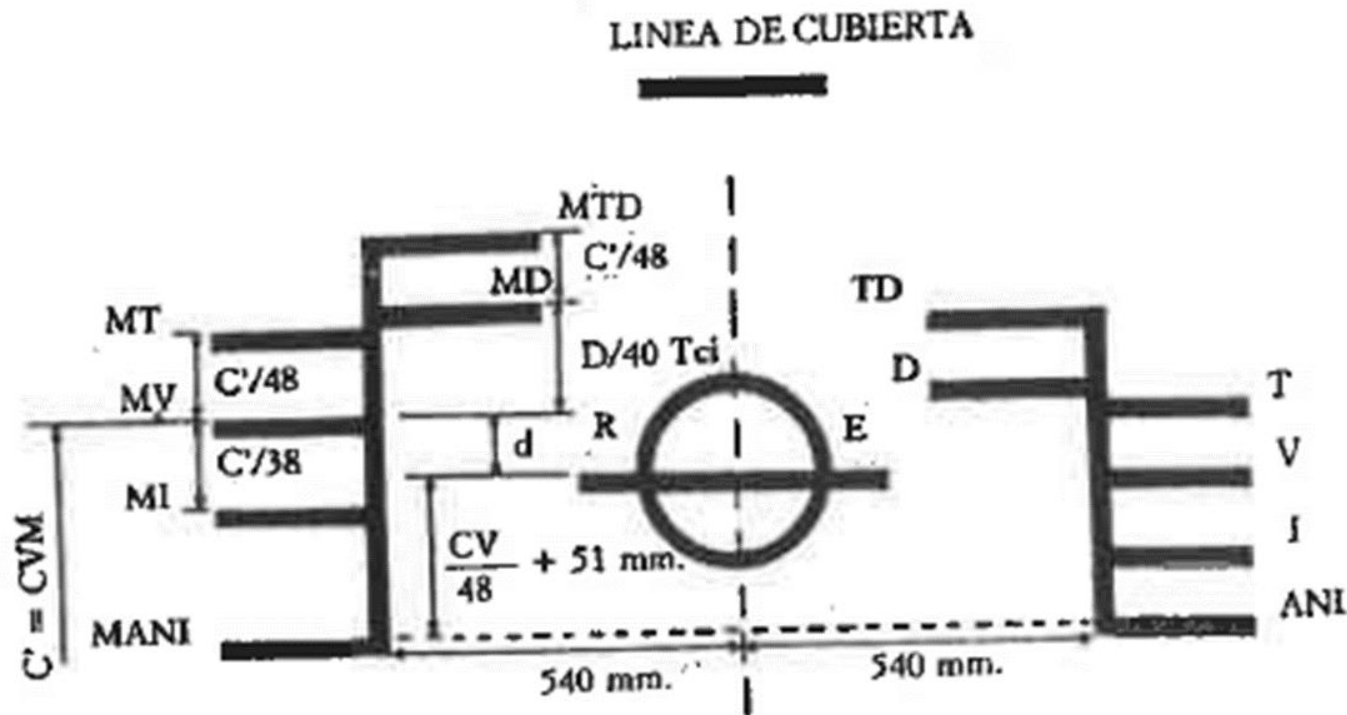
Disco de Plimsoll



Estiba : Tecnología Naval



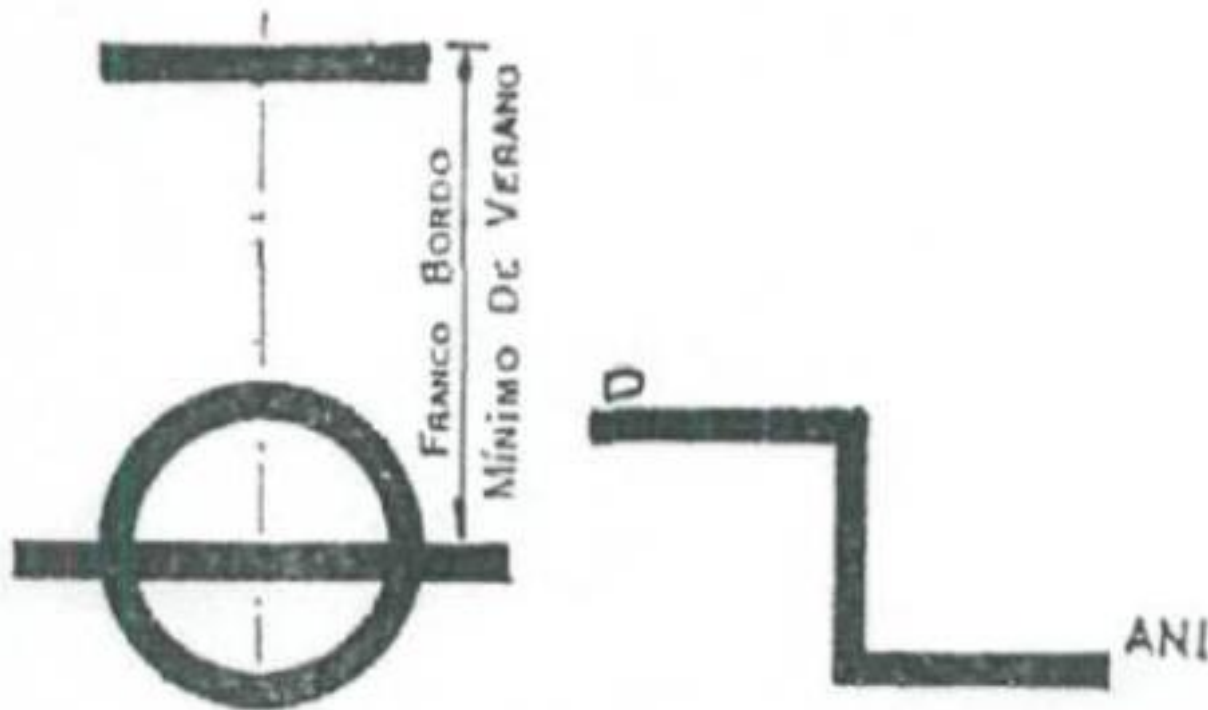
Disco de Plimsoll



Estiba : Tecnología Naval



Disco de Plimsoll



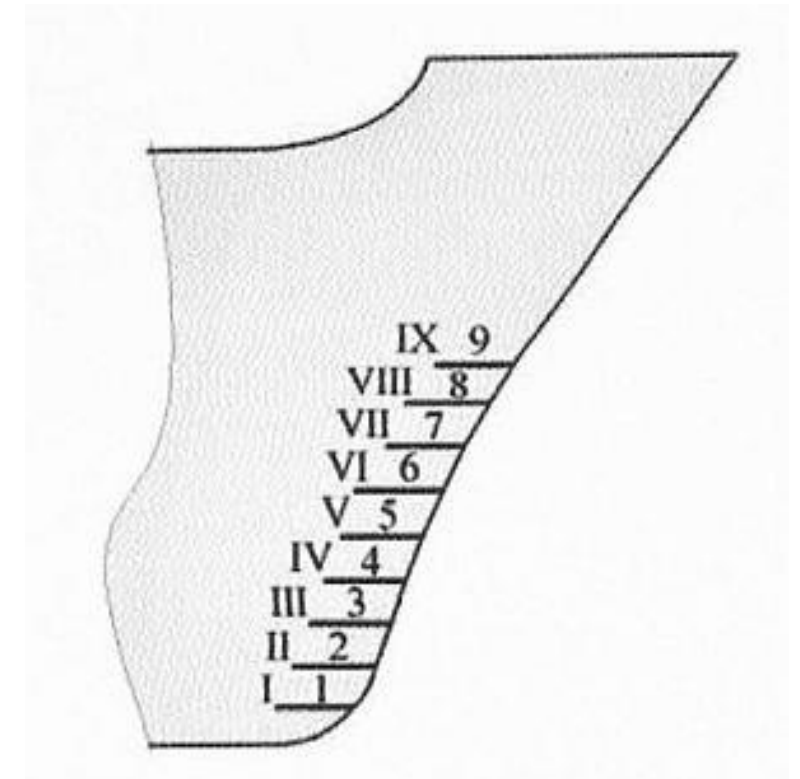
En los barcos de vela solo será necesario marcar las líneas de carga de agua dulce (D) y de Invierno en el Atlántico Norte (ANI)

Cuando una línea de carga de Invierno en el Atlántico Norte (ANI), sea idéntica a la línea de carga de Invierno (I) que corresponde a la misma línea vertical, esta línea de carga se marcará (I).

Estiba : Tecnología Naval



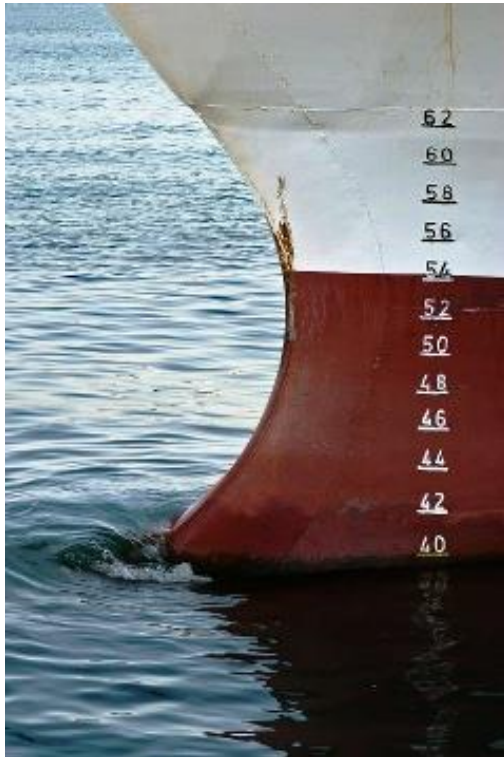
- Todo buque lleva a proa y popa -a veces también en el centro- las escalas de calado (grabadas, impresas o soldadas), expresadas en pies o en metros (o decímetros), a ambas bandas.
- **Calado.-** Es la distancia vertical medida entre el canto inferior de la quilla y la línea de flotación , es decir, la altura de la obra viva y se mide en pies o en decímetros.



Estiba : Tecnología Naval

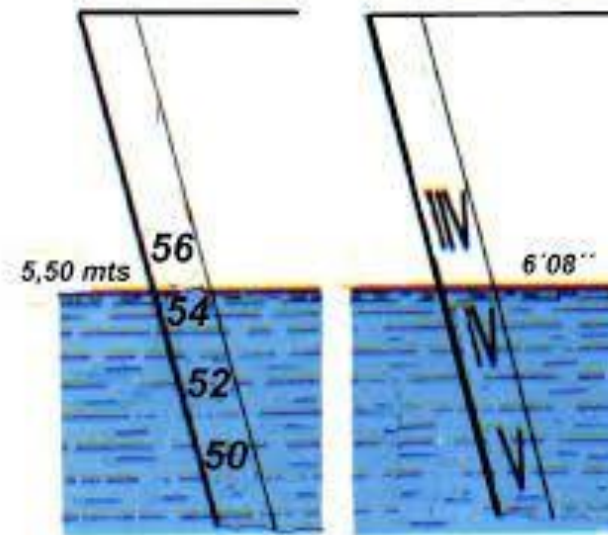
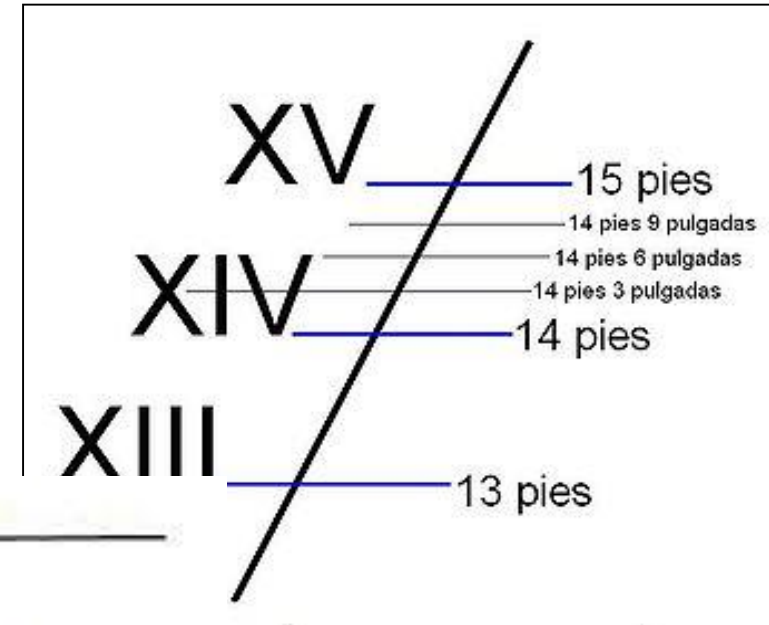
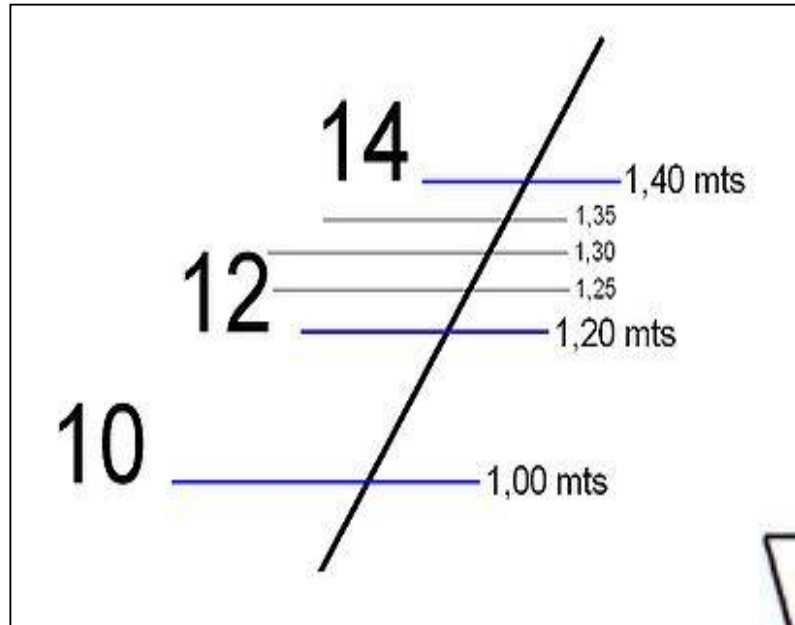


- Todo buque lleva a proa y popa -a veces también en el centro- las escalas de calado (grabadas, impresas o soldadas), expresadas en pies o en metros (o decímetros), a ambas bandas.
- **Calado.-** Es la distancia vertical medida entre el canto inferior de la quilla y la línea de flotación ,es decir, la altura de la obra viva y se mide en pies o en decímetros.

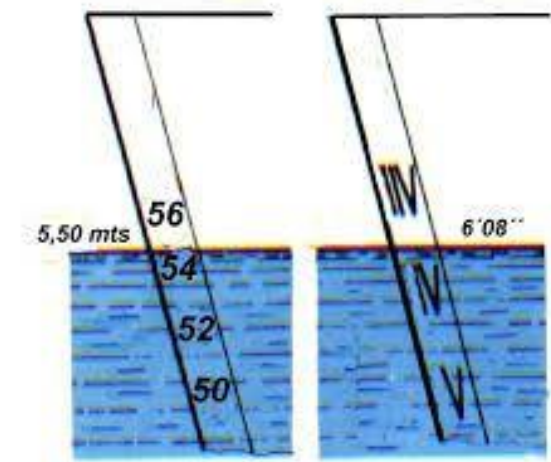
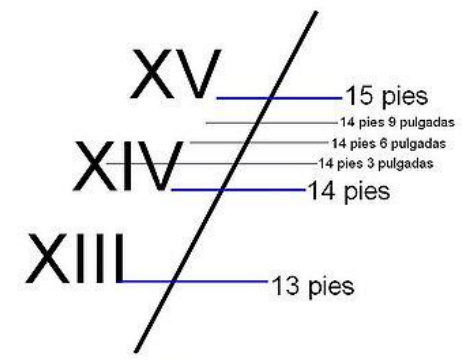
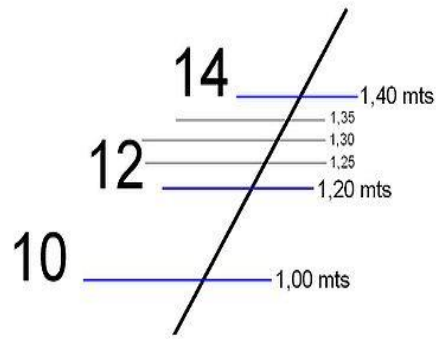


1' = 1 pie = 12" = 12 pulgadas
 1 pulgada = 2,54 cm

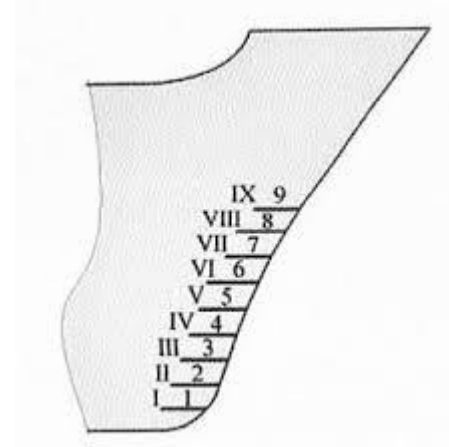
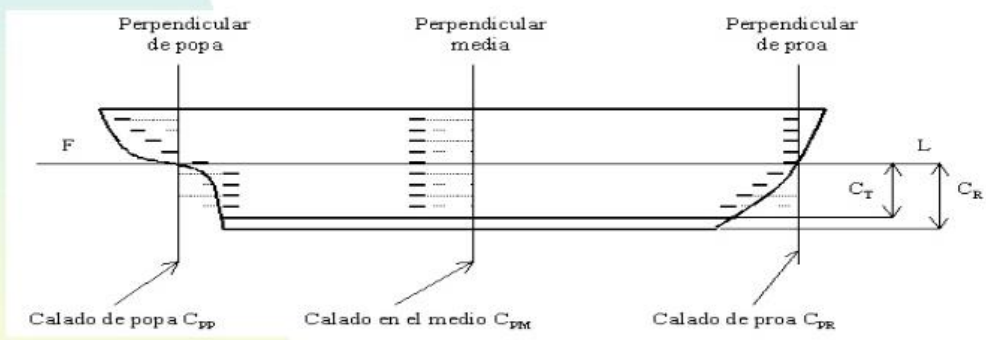
Estiba : Tecnología Naval



Estiba : Tecnología Naval



MARCA DE CALADOS A PROA, SECCION MEDIA Y POPA



Estiba : Tecnología Naval



- **Calado.-** Es la distancia vertical medida entre el canto inferior de la quilla y la línea de flotación ,es decir, la altura de la obra viva y se mide en pies o en decímetros.

El calado varía según el punto donde se mida:

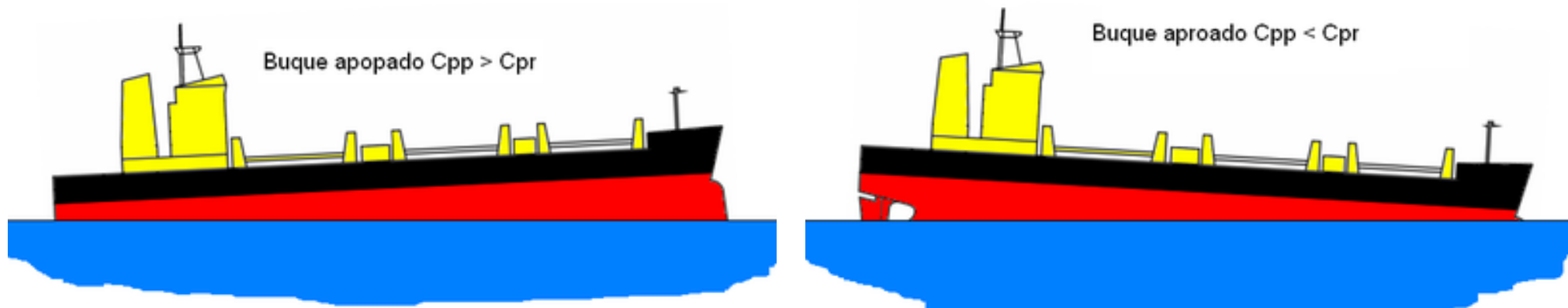
En proa: **Calado de proa (Cpr)**

En popa: **Calado de popa (Cpp)**

Calado en el medio (Cem) , que no se debe confundir con el calado medio (Cm)

Calado medio (Cm): es la semisuma de los dos calados, proa y popa.

$$Cm = \frac{Cpr + Cpp}{2}$$



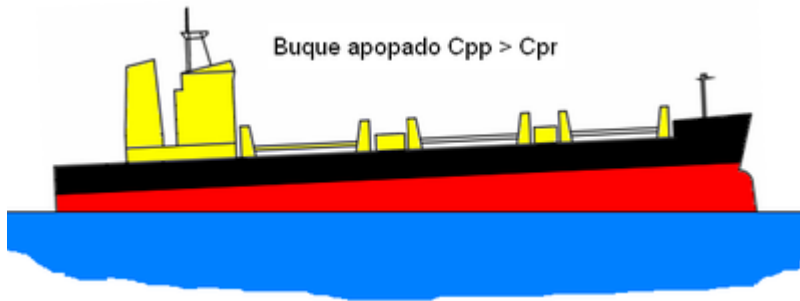
Estiba : Tecnología Naval

- ASIENTO (Trim): Es la diferencia entre el calado de popa y el calado de proa.
- $A = C_{pp} - C_{pr}$

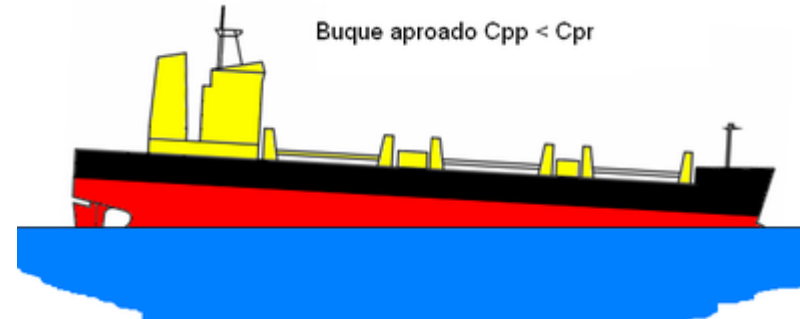
Asiento Apopante (+) : Cuando el barco tiene más calado a popa que a proa se dice que tiene un asiento apopante (asiento positivo)

Asiento Aproante (-) : cuando el buque cala más de proa que de popa, tiene **asiento aproante** (asiento negativo).

Asiento Apopante (+)



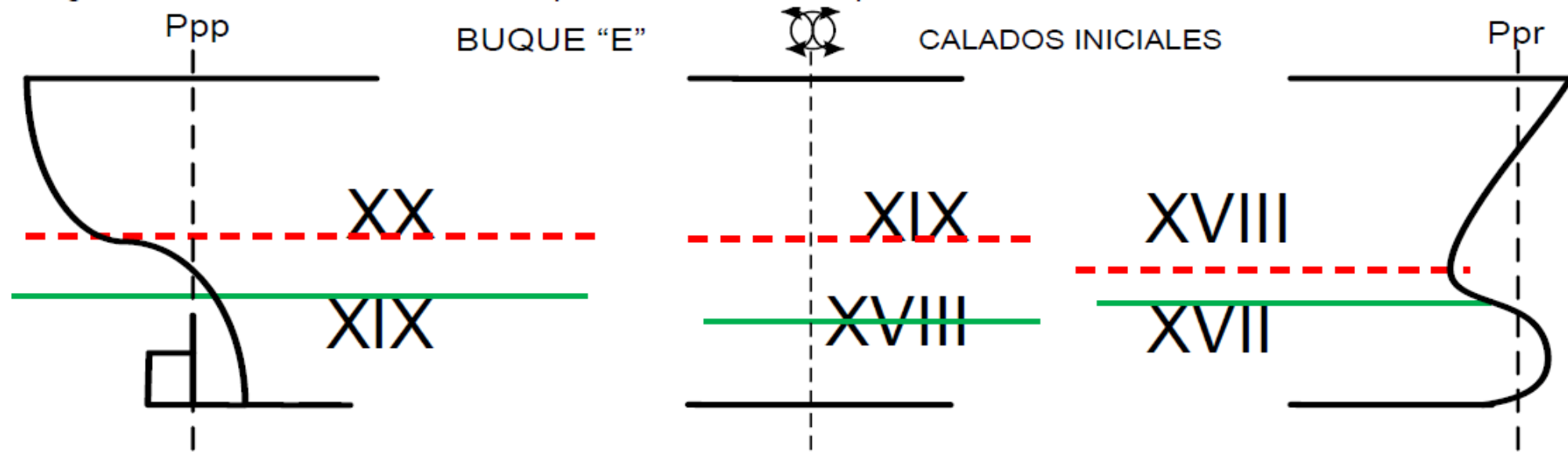
Asiento Aproante (-)



ALTERACION (a) : Variación del asiento por movimientos de carga o carga/descarga.
Es la diferencia entre el asiento final (A_f) menos el asiento inicial (A_i)

$$a = A_f - A_i$$

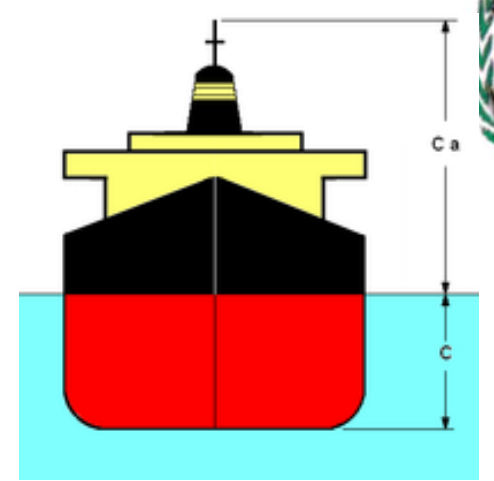
Estiba : Tecnología Naval



Eslora= 110 m. Manga= 17,30 m. Calado Verano= 5,80 m. Desplazamiento Verano= 8.200 t. Peso Rosca= 3.050 t

Lineas contínuas: Calados a Estribor. Lineas de puntos: Calados a babor

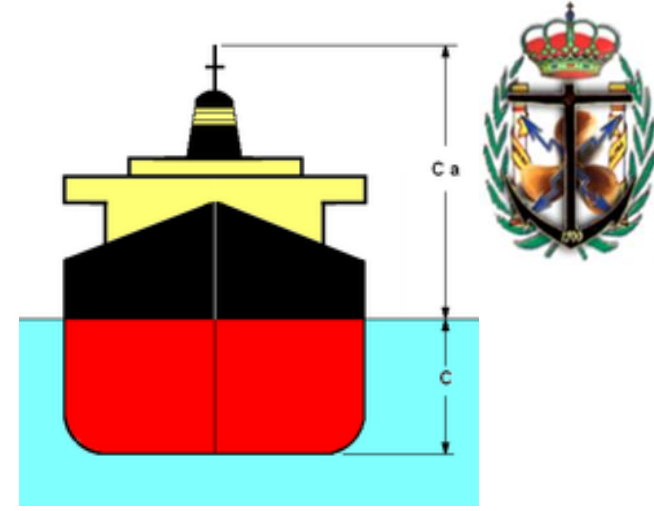
Estiba : Tecnología Naval



- **Calado aéreo:** Distancia vertical entre el punto más alto de una embarcación y la línea de flotación.
- Está muy relacionado con la “Guinda” del buque
- Un buque mercante puede tener distintos estados de carga, se definen dos calados aéreos extremos a fin de contemplar los límites entre los que varía.
- **Calado aéreo en lastre:** Es el mayor de ambos y es el que adopta el buque estando vacío.
- **Calado aéreo para la máxima carga:** Es el menor de ambos y se observa con el buque en su mayor estado de carga.
- Es un parámetro a considerar cuando se navega por debajo de puentes o líneas de alta tensión en acceso a puertos o ríos.
- Toda vez que deba franquearse un obstáculo de esta naturaleza, deberá tenerse en cuenta, así como la altura de mareas y la guinda del buque o de la plataforma.

Estiba : Tecnología Naval

- **Calado aéreo:** Distancia vertical entre el punto más alto de una embarcación y la línea de flotación.
- Está muy relacionado con la “**Guinda**” del buque



Puente Carranza: $CA = 17,90$ m
sobre cero hidrográfico



Puente La Constitución $CA = 64,00$ m
sobre cero hidrográfico

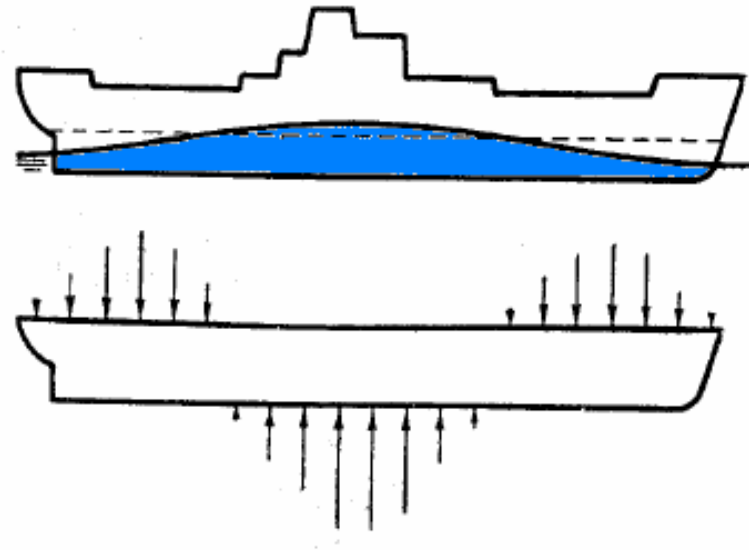
Estiba : Tecnología Naval



QUEBRANTO: Es la deformación elástica o permanente que toma un buque en el plano vertical por caída de sus extremos respecto al centro.

Esfuerzo que se da en el momento en que el centro esta en la parte más alta de una ola y las cabezas de proa y popa en las partes más bajas contiguas.

$C_{em} < C_m \rightarrow$ Quebranto



Esfuerzo de Quebranto

Cálculo de Arrufo /Quebranto

$$A / Q = C_{em} - C_m$$

$C_{em} < C_m \rightarrow$ **Quebranto**

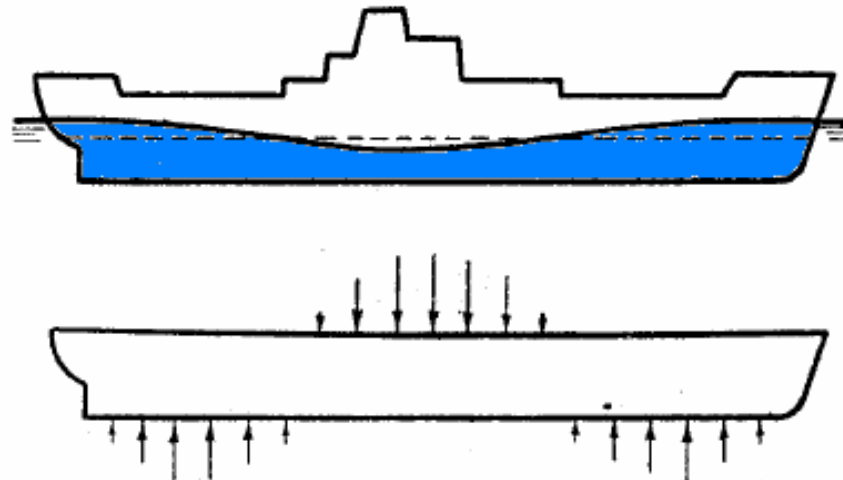
$C_{em} > C_m \rightarrow$ **Arrufo**

Estiba : Tecnología Naval

ARRUFO: Es la deformación elástica o permanente que toma un buque con su concavidad hacia arriba, de modo que quedan más altas la proa y la popa que el centro.

Esfuerzo producido cuando el buque navega con sus cabezas en las crestas de dos olas y su centro en el seno.

Cem > Cm → Arrufo



Cálculo de Arrufo /Quebranto

$$A / Q = C_{em} - C_m$$

$C_{em} < C_m \rightarrow$ Quebranto

$C_{em} > C_m \rightarrow$ Arrufo

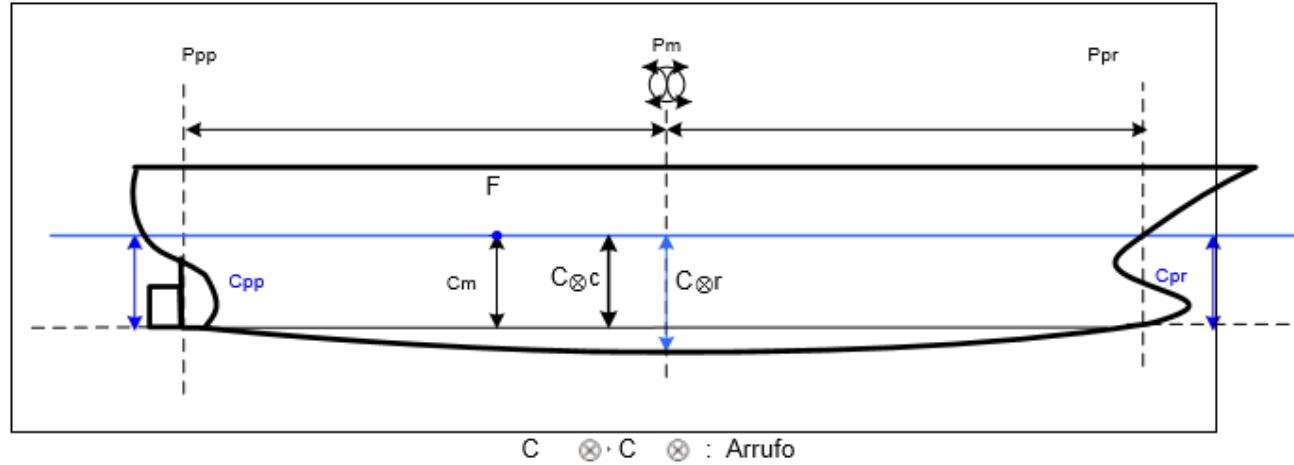
Esfuerzo de Arrufo

Estos esfuerzos pueden darse:

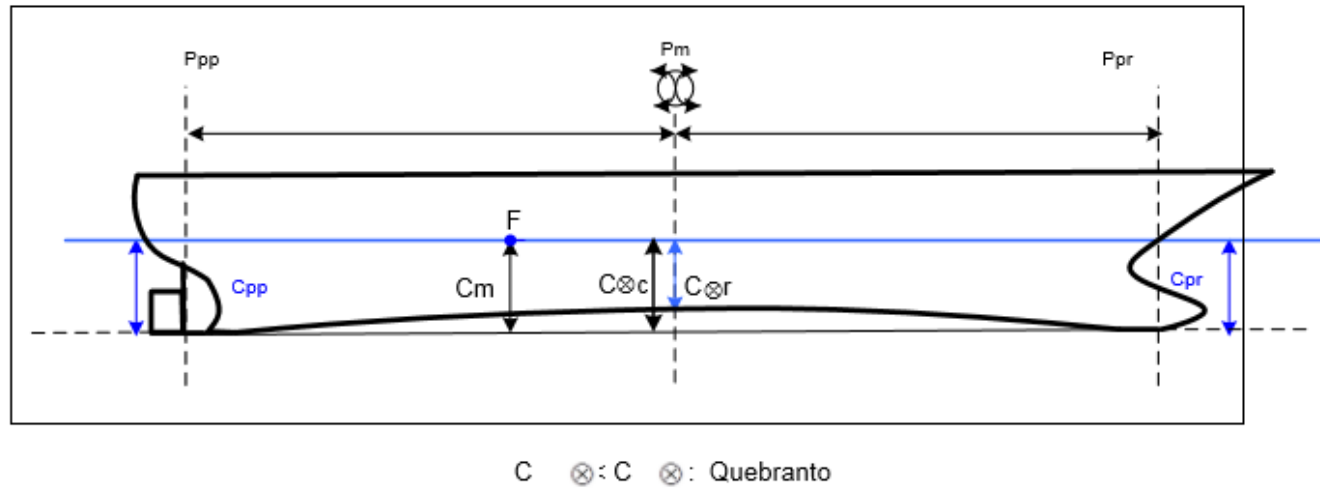
- en aguas tranquilas si la distribución de carga en el buque no es la adecuada.
- en una situación de varada según se apoye en su proa y en su popa, o en su parte central.

El diseño en construcción naval tiene en cuenta estos esfuerzos, eligiendo los materiales y el tipo de construcción más adecuados para tipo de embarcación.

Estiba : Tecnología Naval

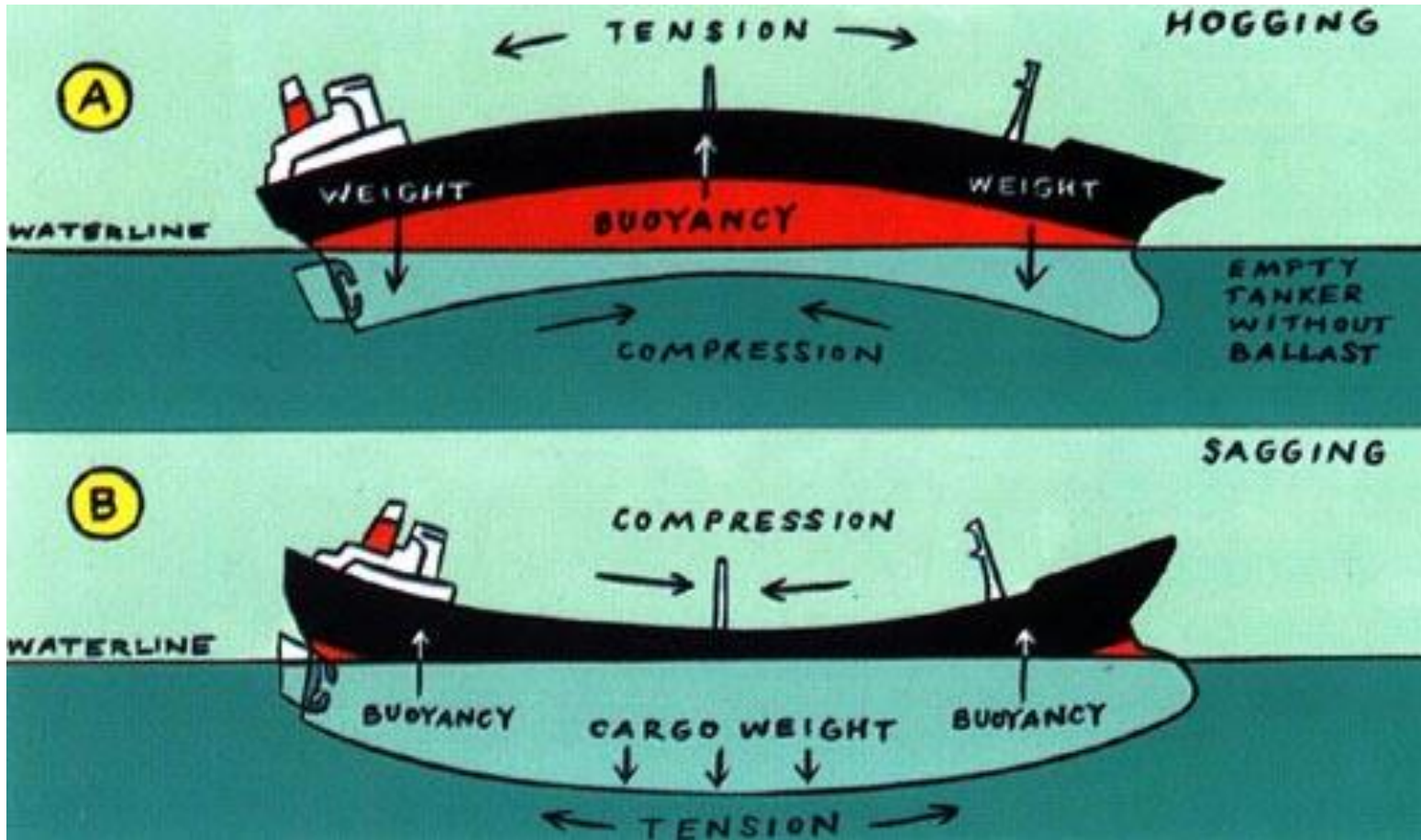


$C_{em} > C_m \rightarrow$ Arrufo



$C_{em} < C_m \rightarrow$ Quebranto

Estiba : Tecnología Naval



$C_{em} < C_m \rightarrow$ Quebranto

$C_{em} > C_m \rightarrow$ Arrufo

Estiba : Tecnología Naval



Desplazamiento.- es el peso del volumen de agua que desaloja el buque.

Es el peso del buque, que es igual al peso del volumen del líquido que desaloja, y varía según sea su estado de carga. Se mide en Toneladas Métricas (1.000 kg.) y puede ser:



- **En rosca (Δr):** (lightweight displacement): Peso del buque a la entrega en astillero, al ser botado al agua con sus máquinas. Sin combustible, pertrechos, víveres , ni tripulantes.
- **En lastre (Δl) :** es el correspondiente al buque listo para navegar; es decir, con el combustible, agua potable, provisiones y pertrechos, pero sin carga.
- Es el Desplazamiento en Rosca (Δr) aumentado por el peso de los fluidos en circulación (agua de las calderas, aceites de lubricación, etc), el peso del agua de lastre preciso para navegar en buenas condiciones, los efectos de consumo (combustible, agua, aceite, tripulantes, provisiones) y todo aquel material necesario para que el buque se encuentre listo para dar avance. En resumen es el peso del buque sin ninguna carga por la que se cobre flete.
- **Máximo o total (Δm) :** Peso que alcanza sumergido hasta la línea de máxima carga (agua de mar en verano de la marca de Plimsoll). Desplazamiento de un buque, si no se especifica, se refiere al Δ_{max} .
- Desplazamiento en carga es el correspondiente al buque, más el cargamento, combustible, agua y provisiones (es decir, la cifra mayor de toneladas métricas.)
- **En carga (Δc) :** Peso del buque para un estado cualquiera con carga a bordo, sin llegar al máximo.

Estiba : Tecnología Naval



PESO MUERTO: (Deadweight Tonnage, DWT / TPM)

Peso de la carga, incluyendo pasajeros y tripulación, y el de los consumibles (combustible, víveres, agua potable...)

Total de los pesos que puede transportar el buque, expresado en toneladas métricas, es decir el peso del cargamento, más el combustible, más el agua y provisiones en general. Se conoce como T.P.M. (Toneladas de Peso Muerto).

De otra manera, es la diferencia entre el peso del buque completamente vacío y completamente cargado y aprovisionado al máximo.

$$\text{TPM} = \Delta_{\text{max}} - \Delta_{\text{rosca}}$$

PORTE NETO es la carga útil que puede transportar el buque expresada en toneladas métricas, o sea el peso del cargamento por el cual el buque cobra un flete.

EXPONENTE DE CARGA: Relación entre el Porte y el Desplazamiento en Carga

$$\text{Exponente de carga} = \text{Porte} / \Delta_{\text{carga}}$$

Estiba : Tecnología Naval

DEFINICIONES Y DIMENSIONES DEL BUQUE

DESPLAZAMIENTO (Δ)

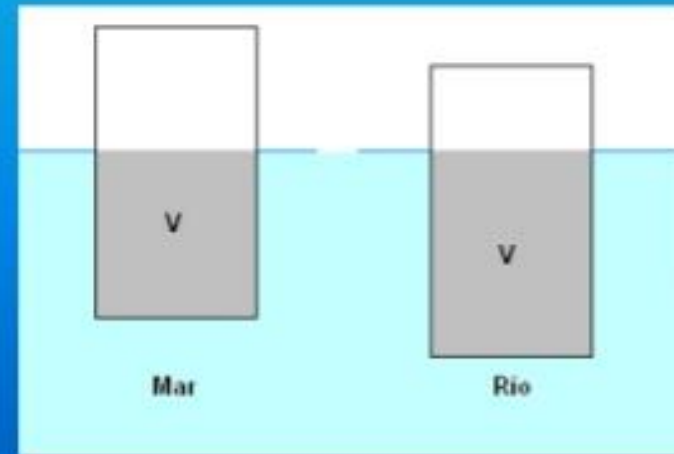
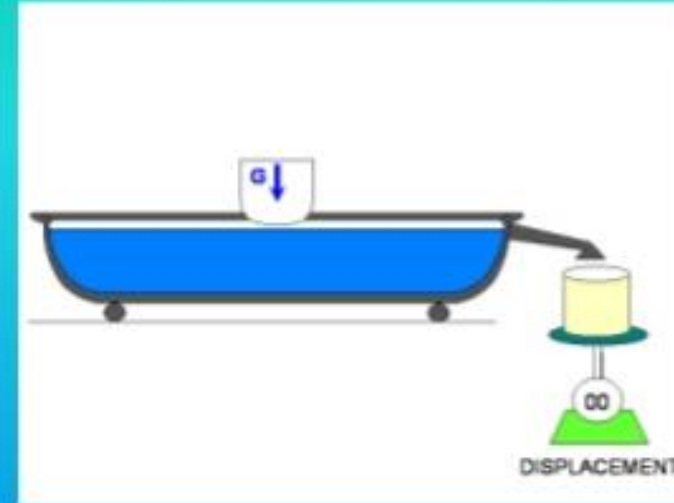
"Peso del buque, equivale al peso del volumen de agua que desaloja la carena."

Distinguimos tres tipos:

- **Desplazamiento en Rosca.** Peso del buque completada su construcción. Incluyendo la maquinaria e instalaciones. Sin carga, lastre o consumibles.
- **Desplazamiento en Lastre.** Peso del buque sin carga arranchado a son de mar.
- **Desplazamiento en Máxima carga.** Peso buque cargado hasta la máxima flotación permitida.

Otros conceptos:

- **Peso Muerto.** Peso máximo que puede transportar un buque cargado hasta la máxima flotación permitida.
- **Porte.** Capacidad de carga útil. Limitación por peso o por volumen.



A. Diez.

Estiba : Tecnología Naval



Distancia medida en el costado del buque, comprendida entre la superficie o línea de flotación y la cubierta corrida completa más alta con medios permanentes de cierre.

Cumple cuatro funciones:

1. Fija las condiciones marineras y de estanqueidad del buque.
2. Proporciona al buque la flotabilidad apropiada y su reserva de flotabilidad.
3. Referencia para definir las líneas de máxima carga y la estabilidad exigida por la Administración.
4. Los esfuerzos longitudinales del buque en su máxima carga y bien repartida, no deforma el casco

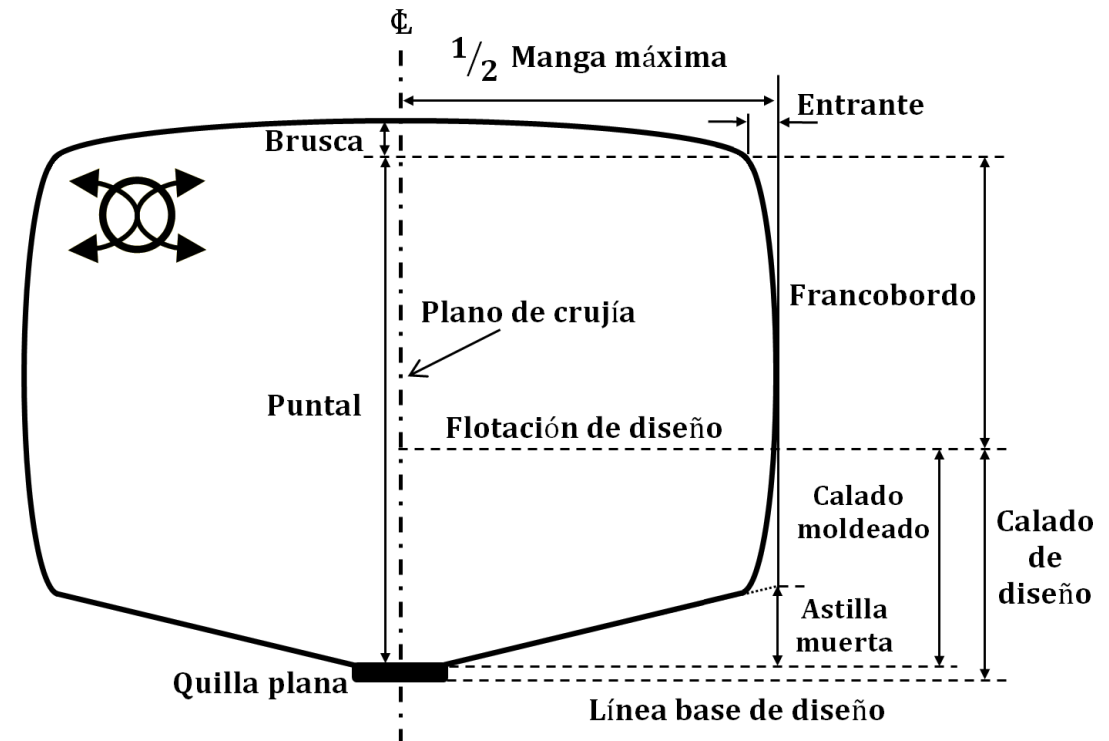
CUBIERTA DE FRANCOBORDO.

FRANCOBORDO ASIGNADO.

LINEA DE CUBIERTA.

MARCA DE FRANCOBORDO O DISCO DE PLIMSOLL.

LINEAS DE MAXIMA CARGA.



Estiba : Tecnología Naval



CUBIERTA DE FRANCOBORDO:

Es la cubierta completa más expuesta a la intemperie y a la mar.
Dotada de medios de cierre en todas las aberturas (cierre estanco)

FRANCOBORDO ASIGNADO:

Distancia medida verticalmente hacia abajo, en el centro del buque, desde el canto de la línea de cubierta hasta el canto alto de la línea de carga correspondiente.

LÍNEA DE CUBIERTA:

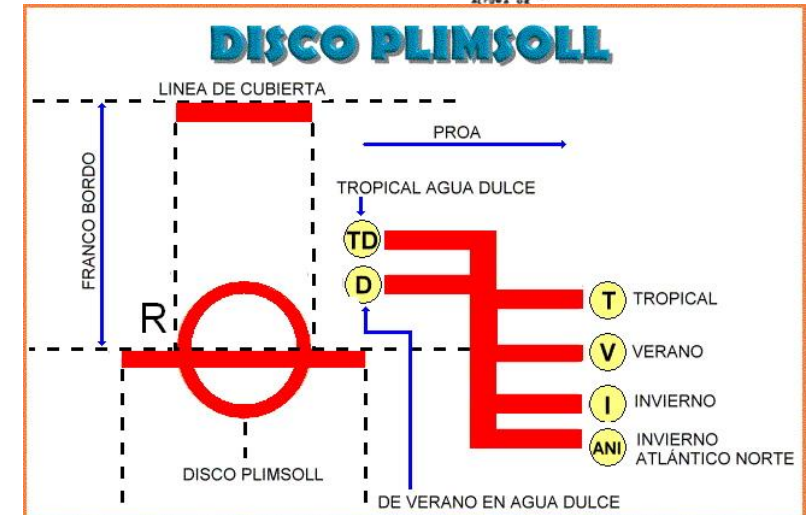
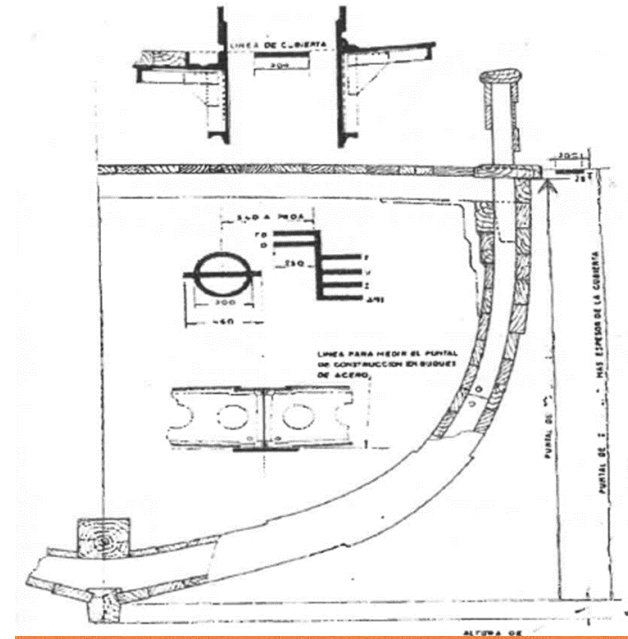
Línea horizontal de 300 mm de longitud y 25 mm de anchura que se marca en el centro del buque y a ambos costados.

Su borde superior coincide con la línea de intersección de la superficie alta de la cubierta de francobordo hasta la superficie externa del costado.

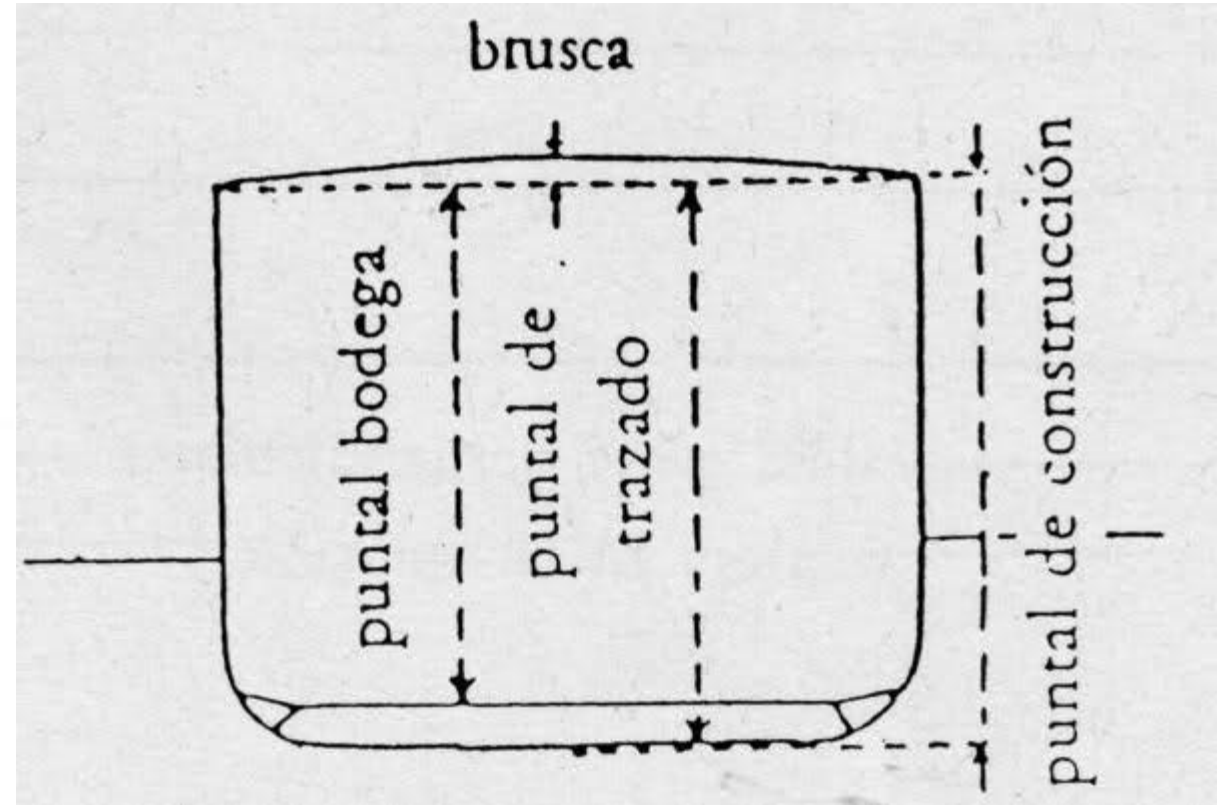
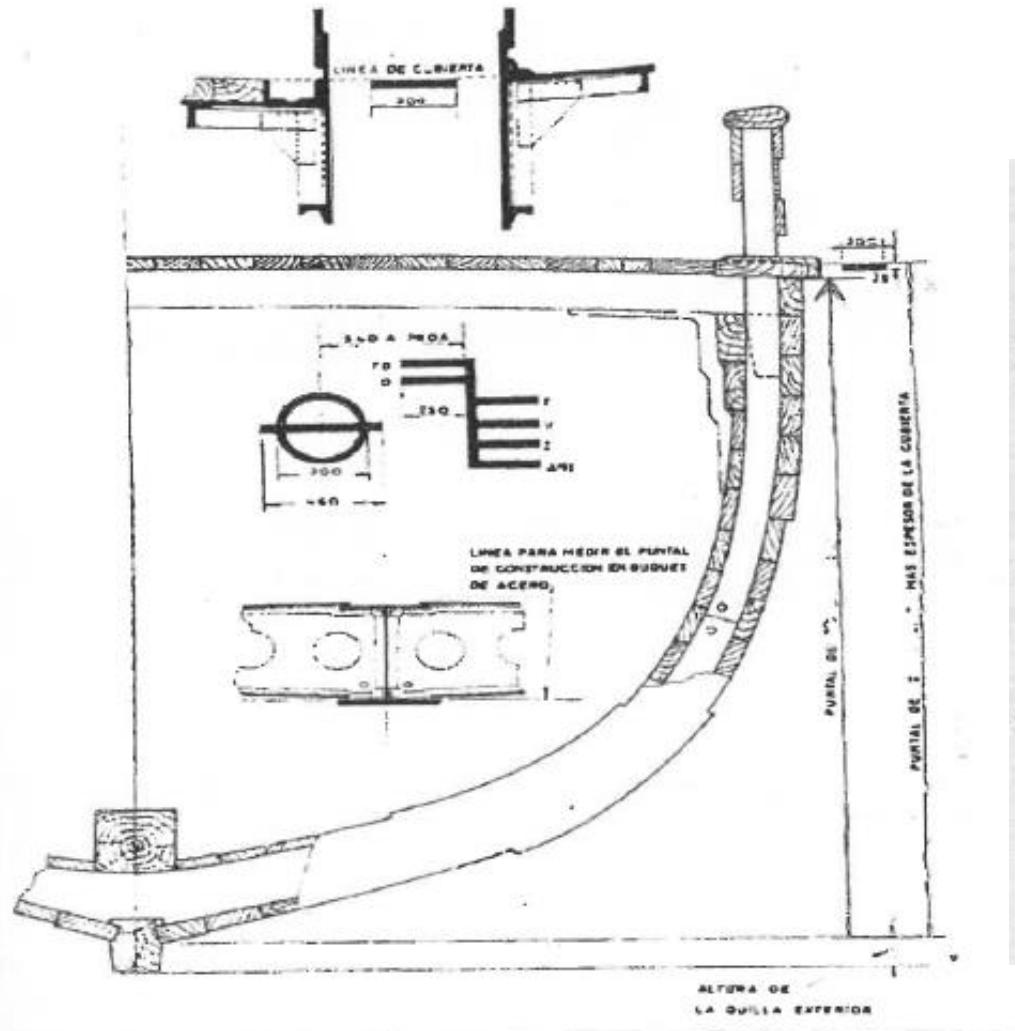
MARCA DE FRANCOBORDO O DISCO DE PLIMSOLL:

Es un anillo de 300 mm de diámetro exterior y 25 mm de grueso, atravesado por una línea horizontal de 460 mm y 25 mm de grueso, cuyo borde superior pasa por el centro del disco. El centro de disco Plimsoll coincide con el centro del buque, a una distancia de la Línea de cubierta igual al Francobordo mínimo de verano. Este francobordo depende de la eslora del buque.

LINEAS DE MAXIMA CARGA.



Estiba : Tecnología Naval



Estiba : Tecnología Naval



Arqueo.- Es sinónimo de tonelaje de registro y expresa el volumen interior del casco y superestructuras. Se mide en toneladas Moorson, siendo:

1 tonelada Moorson = 2,83 m³ = 100 pies³

El arqueo es un número que expresa la capacidad o volumen interior del casco y superestructuras del buque y sirve para determinar los derechos reglamentarios que debe cumplir. Exceptuando cocinas, aseos y puente de gobierno situados encima de la cubierta superior.

CALCULO DEL ARQUEO.- Es el conjunto de operaciones que se efectúan para determinar su volumen interior o capacidad, expresado en **toneladas Moorson** o **toneladas de Registro**.

$$\text{ARQUEO (A)} = \frac{\text{E. M. P. Ca}}{2,83 \text{ ó } 100} = \text{Tn. Moorson}$$

A = ARQUEO en Tn de Registro o en Tn Moorson

P = PUNTAL en metros o pies

E = ESLORA en metros o pies

Ca = Coeficiente de afinamiento

M = MANGA en metros o pies

Estiba : Tecnología Naval



- **ARQUEO BRUTO O TONELAJE DE REGISTRO BRUTO (Gross Tonnage)**

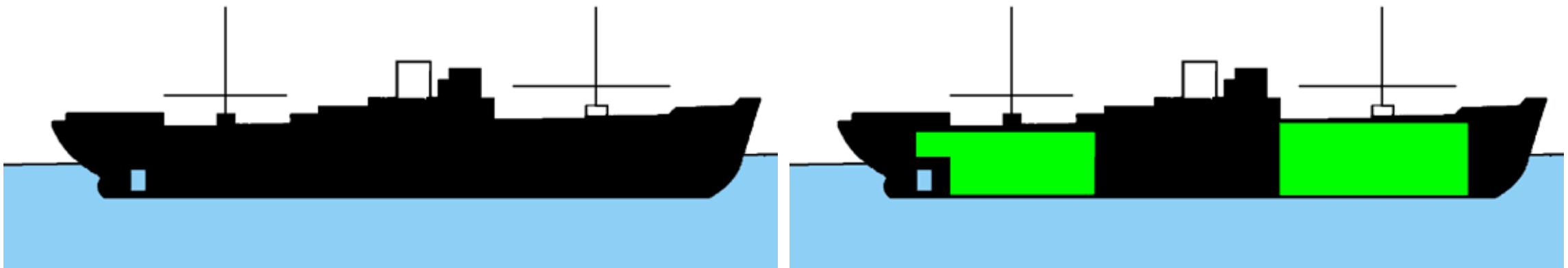
Volumen de todos los espacios interiores del buque, incluso camarotes, alojamientos, etcétera. Sobre este tonelaje de registro bruto se calcula el precio de los buques y las tarifas para el pago de muelles, diques secos y flotantes, etc. Es lo conocido como GT (Gross Tonnage).

En el cálculo se incluyen los espacios cerrados tanto sobre cubierta como bajo ella, exceptuando los tanques de combustible y lastre.

- **ARQUEO NETO O TONELAJE DE REGISTRO NETO:**

Volumen en toneladas de arqueo (2,83 m³) de los espacios destinados al cargamento. Equivale en buques tanque aproximadamente del 7/10 al 8/10 del registro bruto.

Es el volumen de todos los espacios aprovechados comercialmente. Se obtiene restándole del bruto, los espacios de máquinas, calderas, camarotes, pañoles, etc. Es decir el volúmen de las bodegas de carga.



Estiba : Tecnología Naval



ARQUEO O TONELAJE DE REGISTRO

utiliza en las estadísticas de movimiento de buques, tarifas portuarias, etcétera difiere fundamentalmente de los tonelajes métricos o reales del buque.

La razón → tonelada de arqueo o de registro es una medida de volumen
Tonelada Moorson = $2,83 \text{ m}^3 = 100 \text{ ft}^3$

De aquí que los tonelajes de arqueo o de registro y los de peso sean diferentes.

ARQUEO BRUTO O TONELAJE DE REGISTRO BRUTO

Volumen de todos los espacios interiores del buque, incluso camarotes, alojamientos, etcétera.

Sobre este tonelaje de registro bruto se calcula el precio de los buques y las tarifas para el pago de muelles, diques secos y flotantes, etc.
Es lo conocido como GT (Gross Ton).

ARQUEO NETO O TONELAJE DE REGISTRO NETO

Volumen en toneladas de arqueo ($2,83 \text{ m}^3$) de los espacios destinados al cargamento.
En buques tanque equivale aproximadamente al 7/10 al 8/10 del registro bruto.

EJEMPLO PRACTICO: Un buque que tenga de registro neto 90.000 Toneladas,
Toneladas de Registro = Toneladas Moorson (TM) → $90.000 \text{ TM} * 2,83 \text{ m}^3 = 254700 \text{ m}^3$
Capacidad de carga = 254700 m^3
Si la carga es petróleo crudo, con una densidad = 960 Kg/m^3 → Porte neto.

$254700 \text{ m}^3 * 960 \text{ Kg/m}^3 = 244 512 000 \text{ Kg} = 244 512 \text{ Tons (Toneladas métricas)}$

Esta es la cifra que interesa saber, es decir, la carga que puede transportar el buque.

Estiba : Tecnología Naval



Reglamento de Francobordo (1966) – Criterio uniforme para la carga de los buques.

Señala las zonas en que están divididos los océanos, así como los límites de las fechas de verano e invierno.

Criterios para definición de zonas y regiones

Verano: 10% como máximo de los vientos de fuerza 8 (Beaufort) = 34 nudos o mayor

Tropical: 1% como máximo de los vientos de fuerza 8 (Beaufort) = 34 nudos o mayor. No más de una tormenta tropical cada 10 años en una superficie cuadrada de 5° de lado

ZONAS:

Zona Tropical: Aprox 10° N a 10°S. Los buques pueden cargar todo el año hasta la LC Tropical (T).

Zonas periódicas tropicales: Una en el hemisferio Norte y otra en el Sur, en las cuales según la época del año es zona tropical o de verano.

Zonas de verano: En aquellas en las que siempre se considera verano.

Zonas periódicas de invierno: Desde los 34°N y 35°S hasta los polos. Será invierno/verano según la época del año.

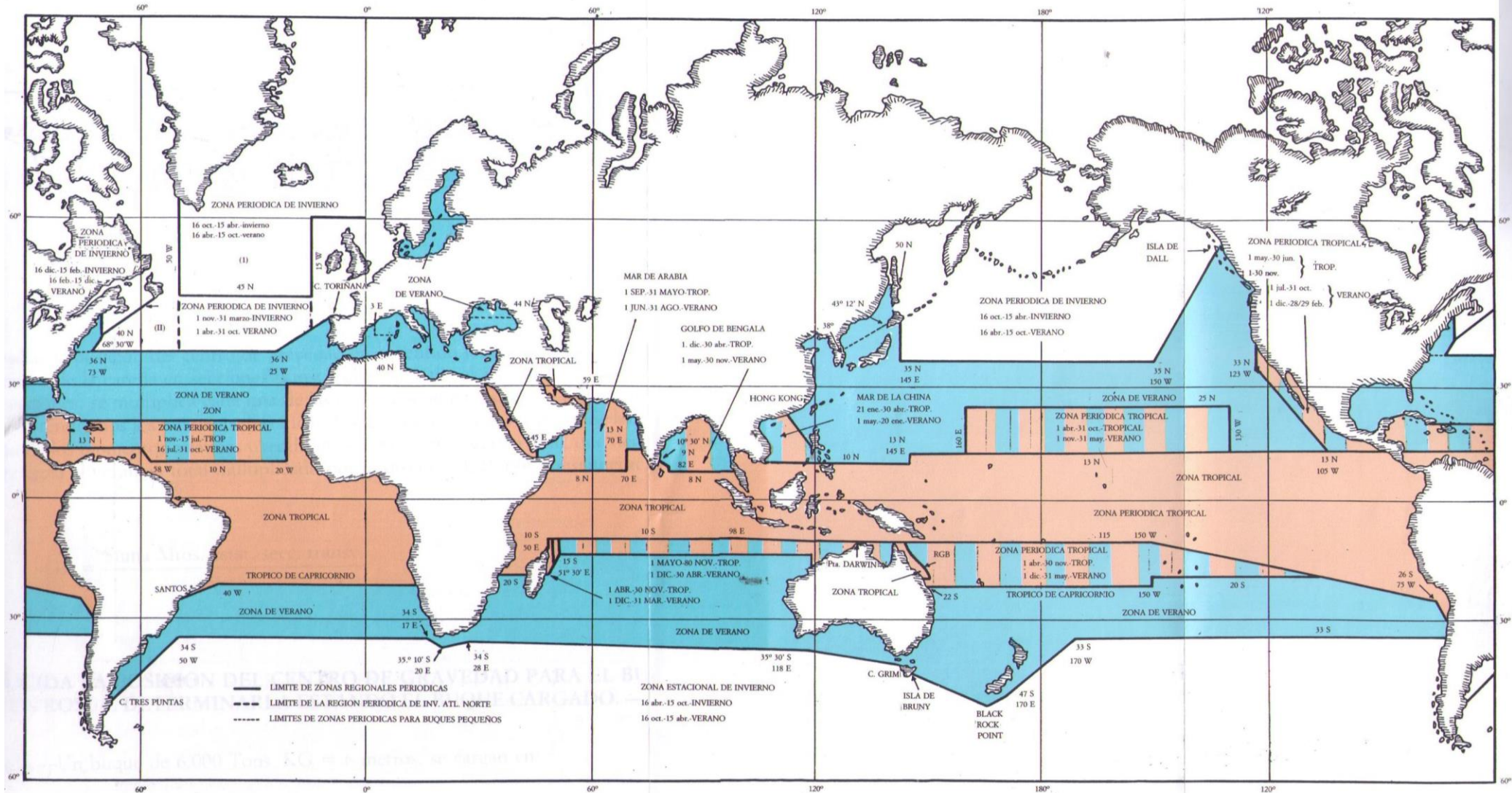
En Invierno un buque cargará hasta la línea de carga (LC) ANI, si está al Norte del paralelo 36°.

FECHAS:

Existen fechas diferentes de verano e invierno, en los diferentes mares interiores.

Mediterráneo: Verano (16-marzo al 15-diciembre) ; Invierno (16-diciembre al 15-marzo)

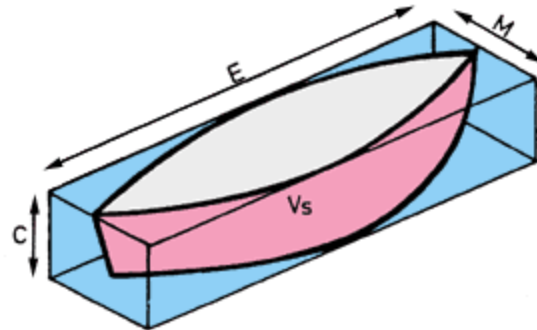
Estiba : Tecnología Naval



Coeficiente de afinamiento (C_a) = Coeficiente de bloque (C_b)

El **coeficiente de afinamiento** de la carena, coeficiente de afinamiento cúbico o coeficiente bloque, (C_a) es la relación entre el volumen del buque y el volumen del paralelepípedo que lo contiene.

Para los buques sin cubierta se considera un C_a de 0,7.



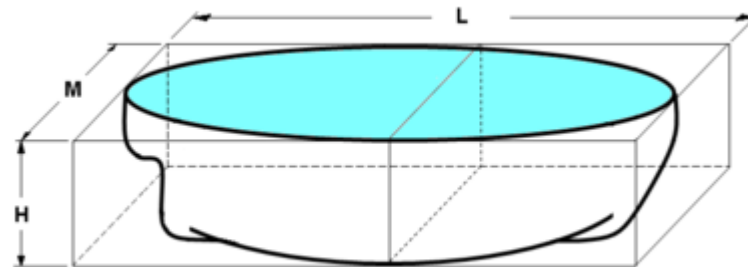
Estiba : Tecnología Naval



El coeficiente de afinamiento

Coeficiente de total, de bloque ó de block (C_b) es la relación entre el volumen de la carena de un casco y el paralelepípedo que lo contiene (L =Eslora, B =Manga y T =Calado). (Figura).

$$C_b = \text{Vol. de carena} / \text{Vol. del paralelepípedo} = V_c / (L \times B \times T)$$



Estiba : Tecnología Naval

Factor de estiba (Fe)

Factor de estiba = Coeficiente de estiba

Relaciona el volumen ocupado y el peso de una determinada carga. En teoría, la inversa del peso específico de una mercadería, este factor incluye la pérdida de espacio entre bulto y bulto (carga general) o entre grano y grano (granel).

El factor de estiba siempre tiene un valor mayor que la cifra de la inversa del peso específico de la mercadería. Además el factor de estiba de un producto varía en función de múltiples variables.

Granos: contenido de humedad, la procedencia o la variedad vegetal .

Fardos o balas (fardos de algodón o lana), de las características de cada máquina enfardadora.

$$Fe = \text{Volumen} / \text{Peso}$$

Transporte marítimo: 1 tonelada agua dulce = 1 metro cúbico de volumen.

$$Fe = 1 \text{ m}^3 / \text{Tm} = 36 \text{ pie}^3 / \text{Ltn}$$

$$Fe > 1 \wedge Fe > 36 \Rightarrow \text{carga de volumen (ocupa } V > \text{ Peso en agua)}$$

$$Fei = Vtc / PN \quad ; \quad Vtc \text{ 0 volumen Total de Carga; } PN = \text{Porte Neto}$$

Estiba : Tecnología Naval



En **transporte marítimo** el concepto de factor de estiba cobra especial relevancia por la siguiente equivalencia:

1 **tonelada** de agua dulce ocupa 1 **metro cúbico** de volumen.

Dicho de otra manera el factor de estiba del agua dulce es aproximadamente

$$Fe = 1 \frac{m^3}{Tm} \quad Fe = 36 \frac{p^3}{LTon}$$

Según se emplee el **sistema métrico decimal** o el sistema inglés se tendrá el Factor de estiba en metros cúbicos por tonelada métrica o pies cúbicos por tonelada inglesa.

Dado que los fletes marítimos se calculan por peso o volumen según lo que resulte mayor o mejor, la equivalencia descrita más arriba sirve de referencia para considerar si una carga se tarifa por peso o por volumen.

Toda carga cuyo factor de estiba sea superior a 1 ó 36 (sistema métrico o sistema inglés, respectivamente) será considerada carga de volumen, porque ocupa un volumen mayor de lo que ocuparía su peso en agua.

Estiba : Tecnología Naval

Factor de estiba ideal (Fei)

Se denomina factor de estiba ideal para una determinada embarcación al factor de estiba que debería tener una mercancía ideal que lograra completar la totalidad de los espacios de carga haciendo que el buque alcance a su vez su calado máximo.

$$Fei = \frac{Vtc}{PN}$$

Donde:

- Fei = Factor de estiba ideal.
- Vtc = Volumen total de los espacios de carga.
- PN = Porte neto de la embarcación

Estiba : Tecnología Naval



Número de milímetros por el que el calado cambia cuando un buque pasa de agua dulce a agua salada, o viceversa.

La tonelada por centímetro de inversión para cualquier calado es la cantidad de masa que debe ser agregada o removida para producir un cambio de un centímetro en el calado medio de una nave que flota en agua salada.

En la figura se considera un buque flotando en agua salada y con calados parejos. Si se agrega una masa “W” ton. De tal forma que el calado aumente parejo 1 cm., entonces el buque flotara en una superficie $w_1 - L_1$. Como calado ha ido en aumento en 1 cm. La masa agregada será igual a los TPC.

Así mismo y como existe una masa adicional de agua desplazada, esta última también es igual al valor de los TPC para ese calado.

Cuando se encuentra cargado a su máxima capacidad de proyecto (su calado en agua de mar es el calado de verano).



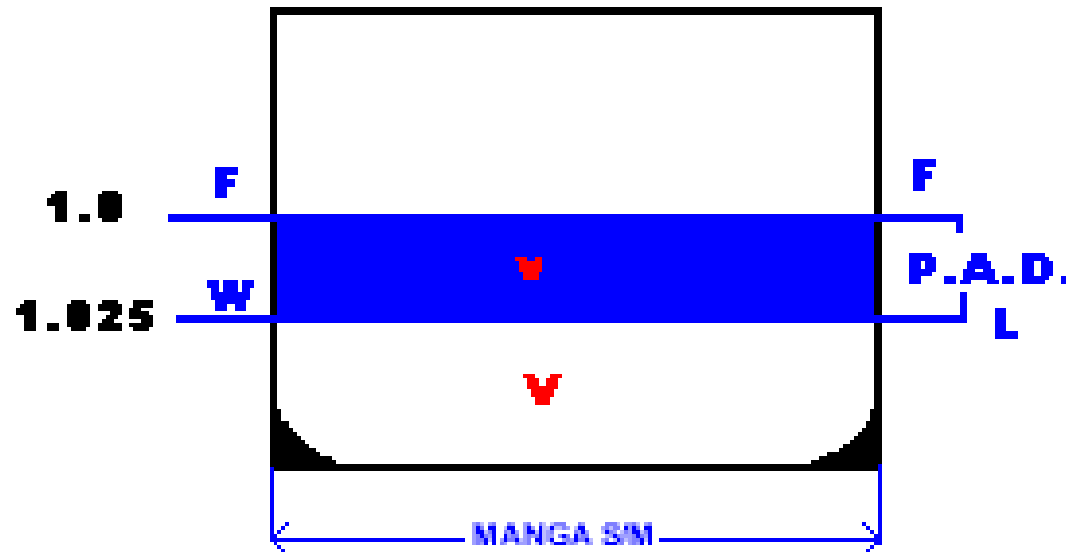
Estiba : Tecnología Naval



Número de milímetros por el que el calado cambia cuando un buque pasa de agua dulce a agua salada, o viceversa.

En la figura se observa un buque que flota en la marca de calado de verano y en agua de mar a esta densidad (1,025) el buque desplazara un volumen V . al paso a agua dulce (1.0) experimentara un aumento de calado alcanzando la marca de calado de agua dulce (fresh). En este nuevo nivel de flotación y sin haber variado su masa o desplazamiento ocurre que desplaza una cantidad extra de agua " v " por lo tanto el agua total desplazada por el buque = $V + v$.

El peso de la masa adicional del agua desplazada será igual al producto de la tonelada por centímetro de Inv. (TPC) por la variación del calado



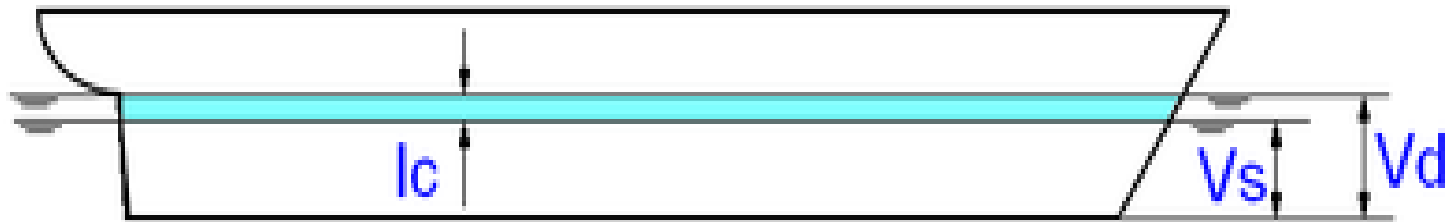
Estiba : Tecnología Naval



Número de milímetros por el que el calado cambia cuando un buque pasa de agua dulce a agua salada, o viceversa.

- **TPC**: toneladas por centímetro de inmersión Sist. Métrico.
- **TPI** : toneladas por pulgadas de inversión Sist. Ingles.

La tonelada por centímetro de inversión para cualquier calado es la cantidad de masa que debe ser agregada o removida para producir un cambio de un centímetro en el calado medio de una nave que flota en agua salada.

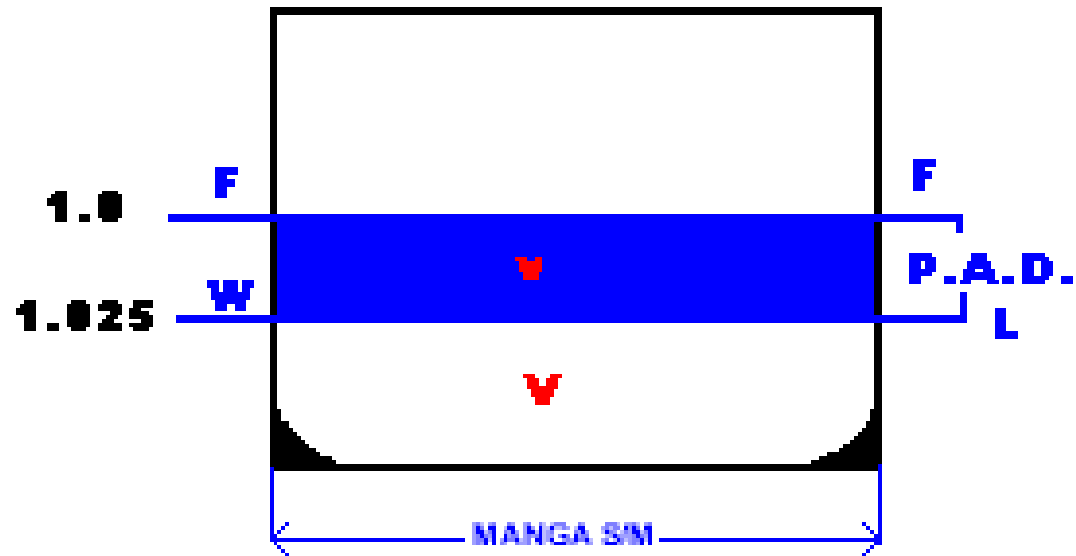


Estiba : Tecnología Naval



Número de milímetros por el que el calado cambia cuando un buque pasa de agua dulce a agua salada, o viceversa.

$$PAD = \Delta_{max} / TPC * 40$$

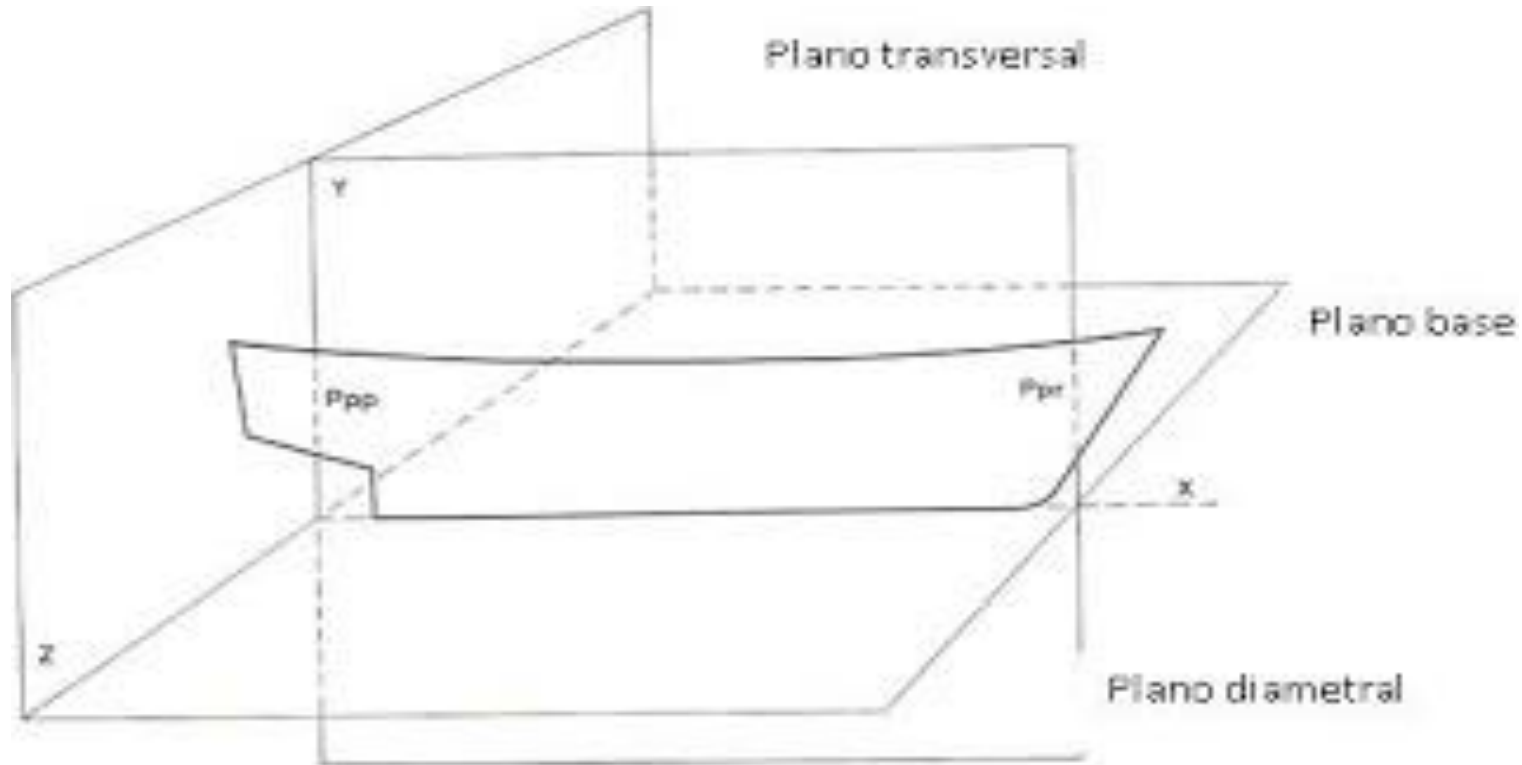


Estiba : Tecnología Naval



Los tres planos sobre los que se proyectan las Formas del Buque, derivados de los Métodos de la Geometría Descriptiva:

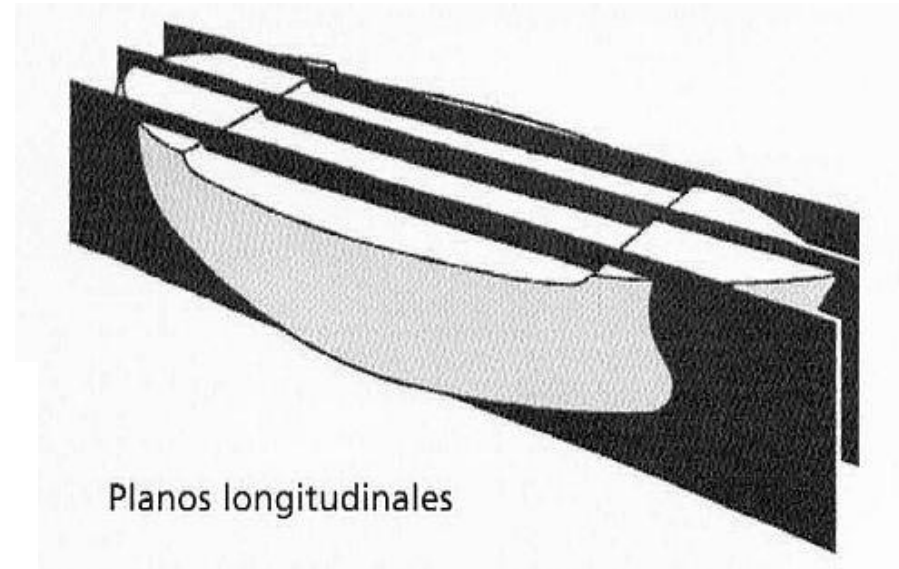
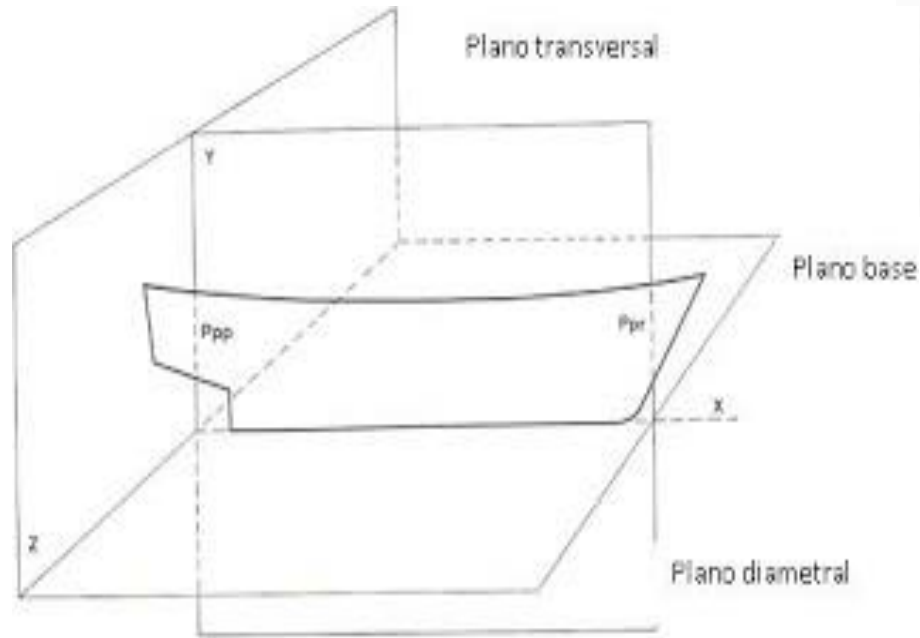
- Plano Diametral o Longitudinal,
- Plano Horizontal o Plano Base,
- Plano Transversal.



Estiba : Tecnología Naval



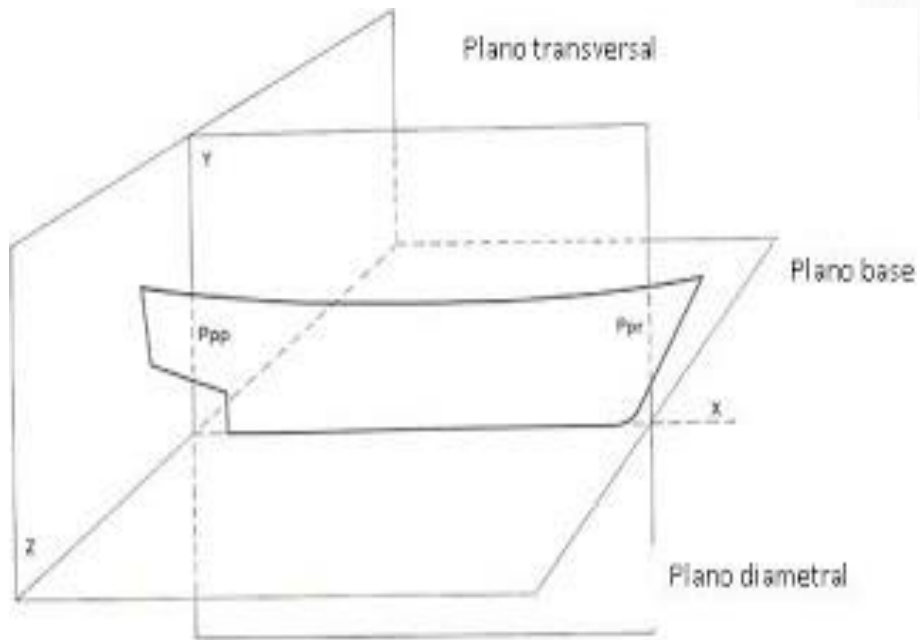
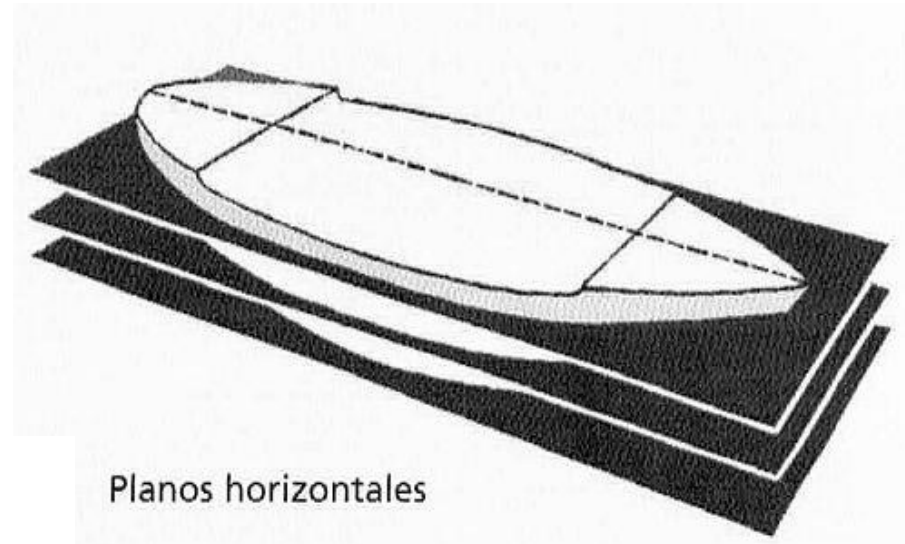
Plano Diametral o Longitudinal



Estiba : Tecnología Naval



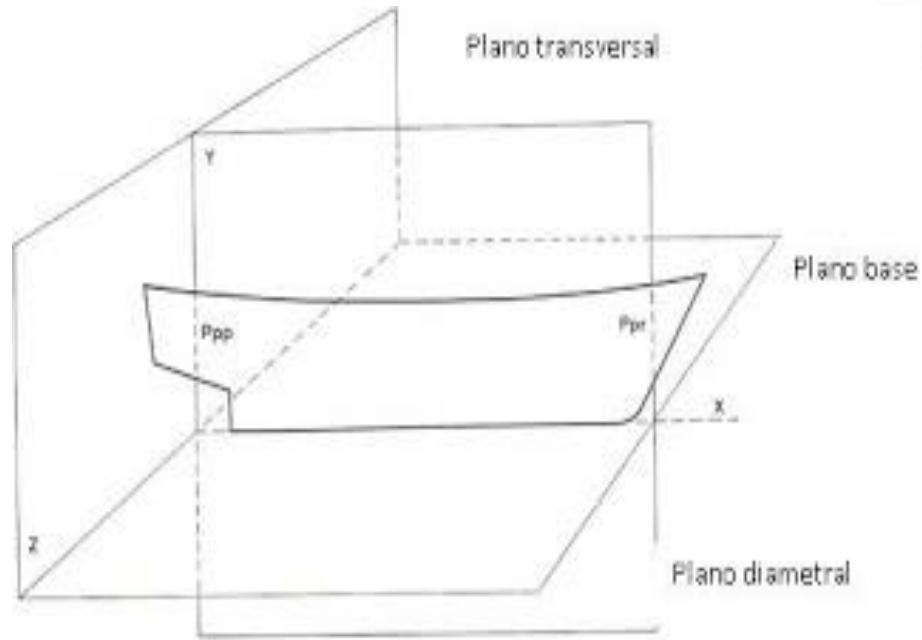
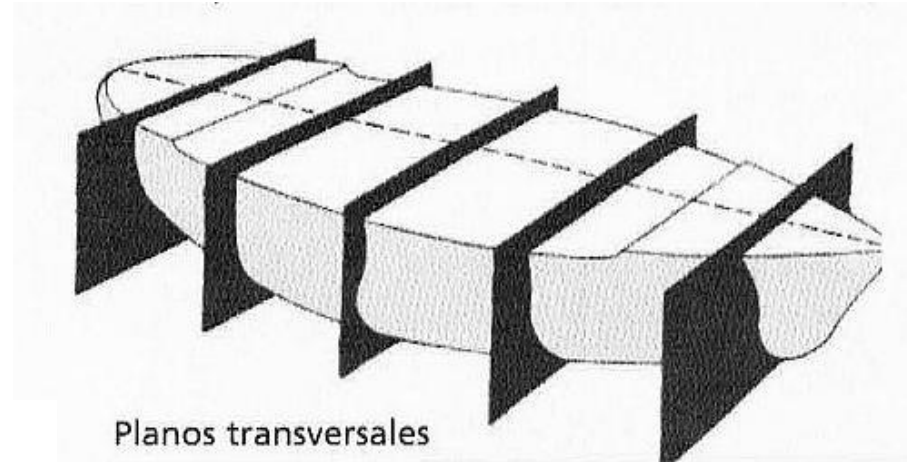
Plano Horizontal o Plano Base



Estiba : Tecnología Naval



Plano Transversal



Estabilidad

5. Algunos términos relacionados con la estabilidad

Escorar: inclinación de la embarcación en sentido babor-estribor como consecuencia del viento, el mar o una distribución inadecuada de pesos.

Adrizar: es la acción de poner en posición vertical un barco.

Pantocazo: golpe violento contra el agua (del pantoque) como consecuencia del cabeceo.

Orzar: es la acción de orientar la proa de la embarcación al viento.

Estiba : Tecnología Naval



Movimientos del buque

Arfada: Levantar la proa el buque impelido por las olas, debiendo después bajarla, lo que es cabecear.

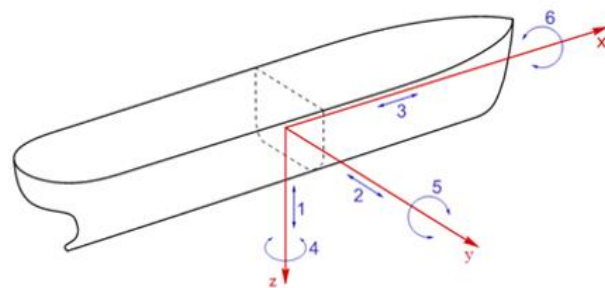
Cabecear : Movimiento del buque alrededor de su eje transversal, o sea, levantando y bajando alternativamente la proa.

Guiñada: Movimiento de un buque que cae sucesivamente de una banda a la otra, ya sea por marejada, mal gobierno, etc.

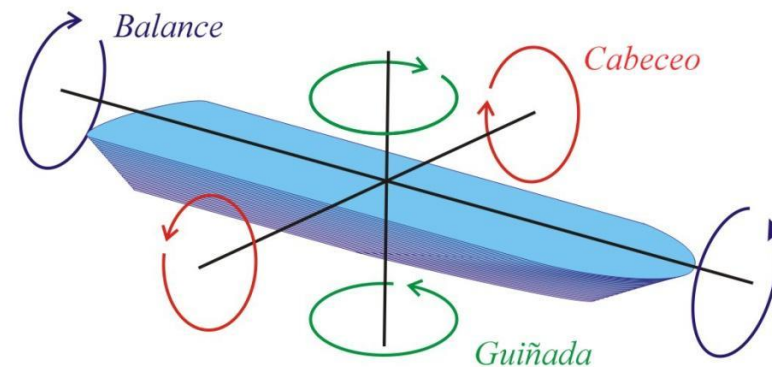
Balanceo: Movimiento que hace el buque inclinándose alternativamente hacia uno u otro de sus costados por causa del viento o de la mar.

Deriva: Desviación de la derrota de una embarcación por efecto de la corriente. (A la deriva, al gareté). Caer la embarcación a sotavento.

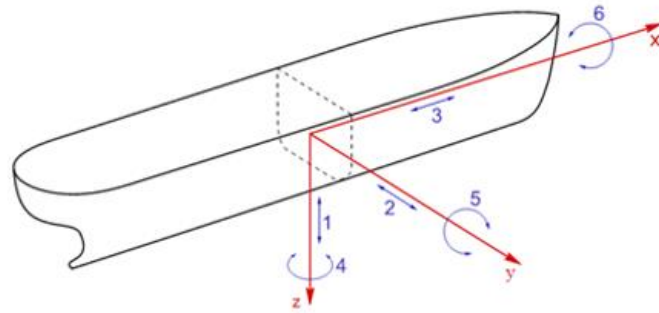
Avance /Retroceso / Arrancada: Primer empuje de un buque al ponerse en marcha. / *Estropada*, velocidad debida a la inercia cuando se han suprimido todos los medios de propulsión.



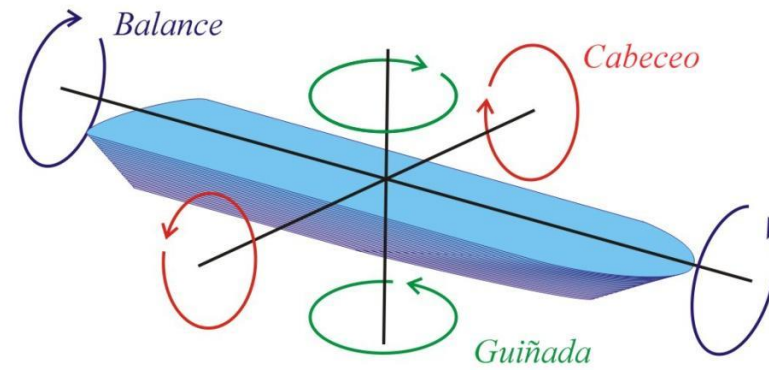
- | | |
|----------------------|-------------|
| 1.- Arfada | 4.- Guiñada |
| 2.- Deriva | 5.- Cabeceo |
| 3.- Avance/Retroceso | 6.- Balance |



Movimientos del buque



- | | |
|----------------------|-------------|
| 1.- Arfada | 4.- Guiñada |
| 2.- Deriva | 5.- Cabeceo |
| 3.- Avance/Retroceso | 6.- Balance |



<https://www.youtube.com/watch?v=0jAJs12N74>

https://www.youtube.com/watch?v=AWABgaLTDD8&ebc=ANyPxKrFfffHmGDwv1h4n84K3a91gMFMc7q82B5jkreeoO9nYEp6n2YRprxHvqDfYIQA_FOyf6sOCDGyXBtrHgcqevs5wRm53Q

<https://www.youtube.com/watch?v=Mhy3CzEvcAY>

Estiba : Tecnología Naval



Altura metacéntrica: Segmento GM. Dado por la ubicación relativa de dos puntos importantísimos para definir el equilibrio de un cuerpo flotante. El primer punto es el centro de gravedad (G) y el otro el metacentro transversal inicial (M) con ordenadas KG y KM respectivamente, con respecto a la quilla del buque (K).

Si tomamos como origen de las coordenadas a la línea base tendremos que:

$$GM = KM - KG$$

Al efecto de analizar el equilibrio de un buque podemos afirmar que el mismo será:

Estable: $KM > KG \rightarrow (+)$

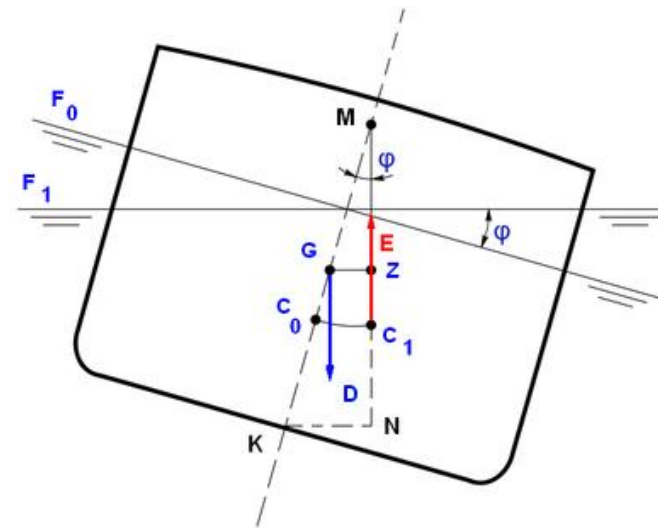
Inestable: $KM < KG \rightarrow (-)$

Indiferente: $KM = KG \rightarrow 0$ nula

Según sea la altura metacéntrica, positiva, negativa o nula.

KM : Coordenada vertical del punto M. Es la altura del Metacentro (M) sobre la quilla (K). Es una variable en función del calado del buque, es decir de la condición de carga en el instante considerado.

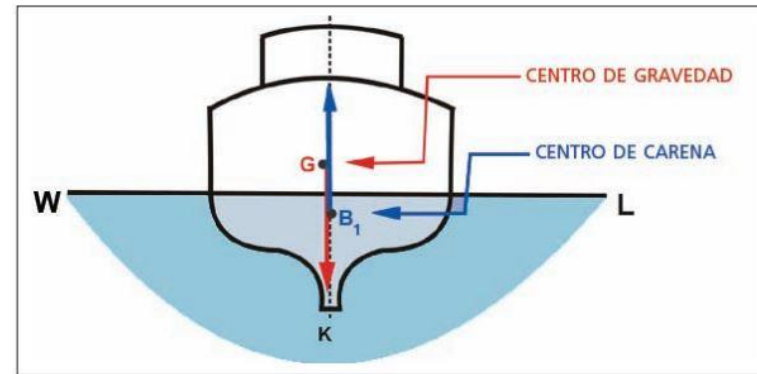
KG : Posición vertical del centro de gravedad del buque. Es la altura del Centro de Gravedad (G) sobre la quilla (K). Es también una variable que depende entre otros muchos factores de la distribución de pesos a bordo.



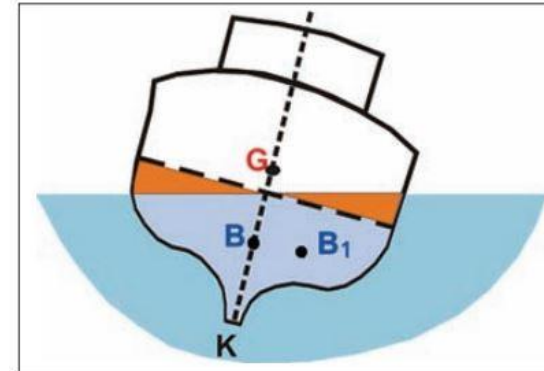
Estiba : Tecnología Naval



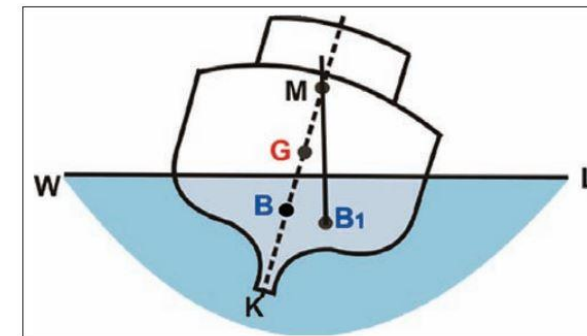
Cuando un buque se encuentra adrizado (en posición de equilibrio) en aguas tranquilas, el centro de carena (fuerza ascendente) y el centro de gravedad (fuerza descendente) se encuentran en la misma línea vertical por encima de la quilla (K).



Si el buque está inclinado debido a una fuerza externa (es decir, sin que exista ningún movimiento del peso interno), se produce una cuña de emersión a un costado del mismo y otra cuña de inmersión de similar tamaño al otro costado. Como consecuencia, el centro de carena, que es el centro de la sección sumergida del buque, cambiará de posición del punto B al B₁.



Metacentro (M) es el punto de intersección de las líneas verticales trazadas desde el centro de carena a pequeños ángulos de escora consecutivos, y se puede equiparar a un eje central cuando el buque está inclinado a pequeños ángulos de escora. Su altura se mide desde el punto de referencia (K) y, por consiguiente, se denomina KM.



Estiba : Tecnología Naval



Ejemplo de una Planilla de Cálculo de KG

Planilla de calculo de KG para buque "Natalia Malen"			
Item	Peso (Tons)	Kg (mts)	Momento Estático Vertical (Tm)
Buque vacío	3500	6,45	22575
Entrepunte 1	150	8,10	1215
Bodega 1	280	5,20	1456
Entrepunte 2	100	8,11	811
Bodega 2	300	5,20	1560
Entrepunte 3	100	8,11	811
Bodega 3	300	5,20	1560
DF 1	50	0,54	27
DF 2	55	0,54	30
DF 3	58	0,54	31
Agua Calderas	120	2,34	281
Provisiones	20	10,00	200
Desplazamiento	5033		30557
KG =		6,07	

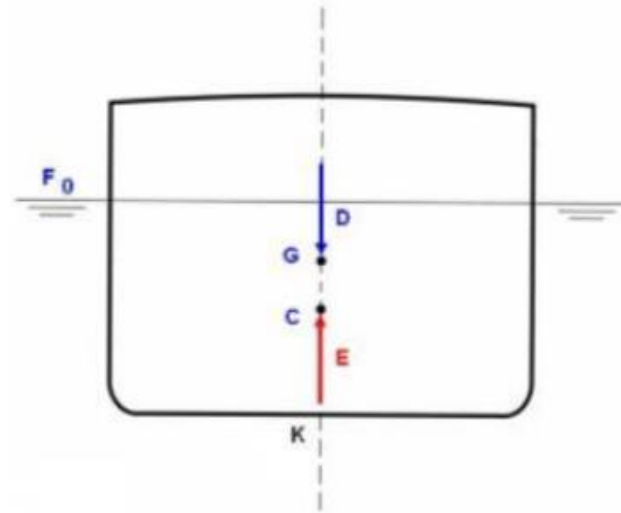
Estiba : Tecnología Naval



Fundamentalmente a bordo se habla de la estabilidad estática transversal

Capacidad del buque de recuperar su posición inicial de equilibrio cuando ha sido apartado de ella por una causa externa.

Buque en equilibrio: cuando el peso del buque aplicado en el centro de gravedad y el empuje, aplicado en el centro de carena son dos fuerzas iguales aplicadas en la misma dirección y en sentido contrario. Por tanto, el centro de gravedad y el centro de carena se encuentran situados en la misma vertical, y el desplazamiento y el empuje, son dos fuerzas iguales aplicadas en la misma dirección pero en sentido contrario.



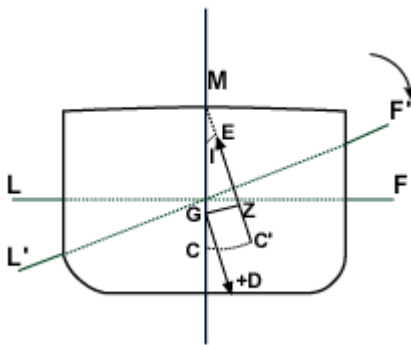
Estiba : Tecnología Naval



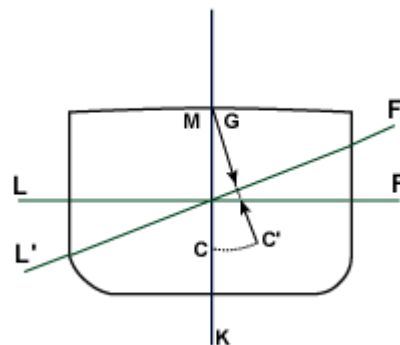
EQUILIBRIO ESTABLE O ESTABILIDAD POSITIVA: Cuando al escorar un buque, a causa de una fuerza exterior, M se encuentra situado por encima de G, el brazo del par generado hace adrizar al buque.

EQUILIBRIO INDIFERENTE O ESTABILIDAD NULA: En el caso de que coincidan G y M no se genera ningún par de fuerzas por lo que el buque quedará en la posición escorada. GM nulo.

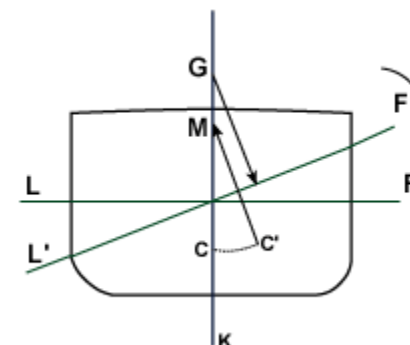
EQUILIBRIO INESTABLE O ESTABILIDAD NEGATIVA: Cuando el centro de gravedad se halle más alto que el metacentro, el par de estabilidad hará girar el barco en el sentido de la flecha y por tanto aumentaría su KG.



$$GM + KM > KG$$



$$KM = KG$$







$$GM - KM < KG$$

Estiba : Tecnología Naval

BO Sarmiento de Gamboa

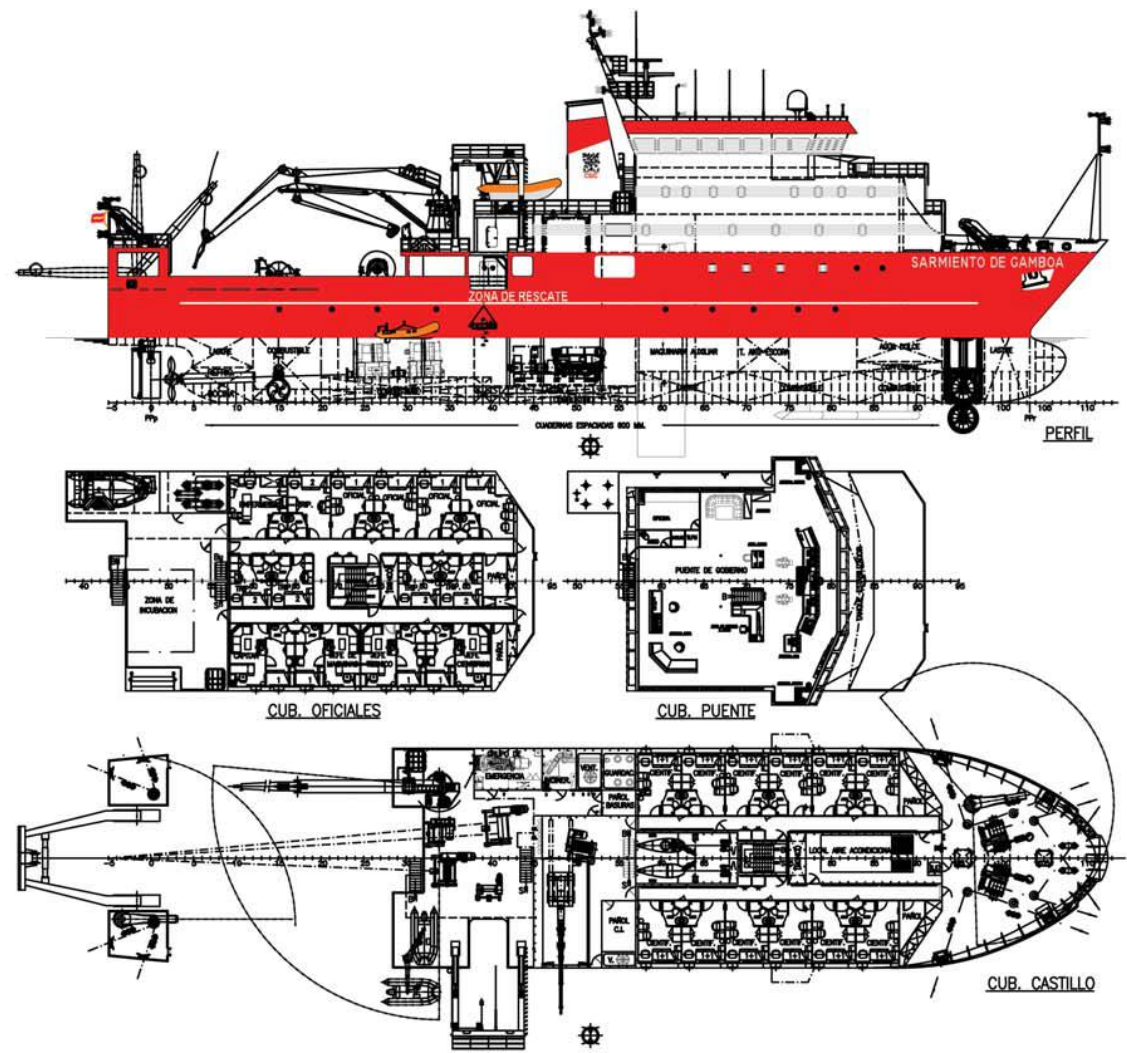


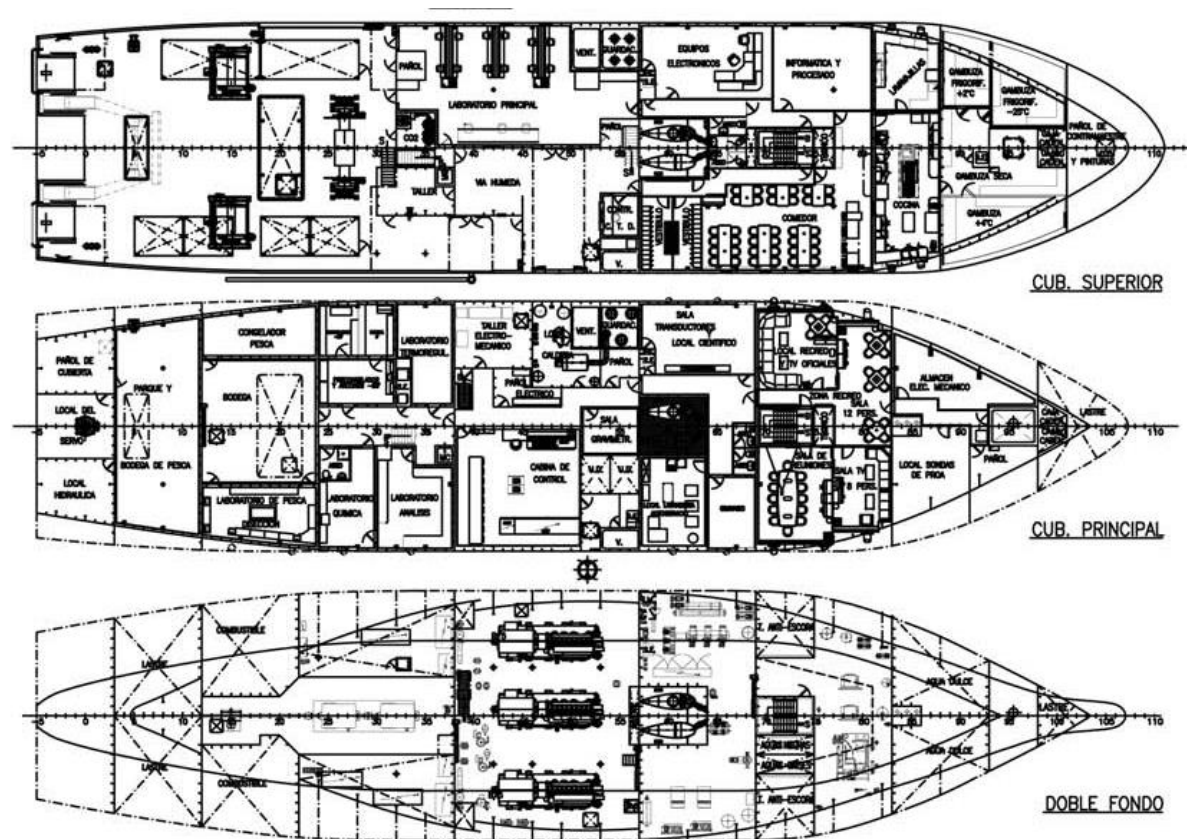
APLICACION TE 1-1-13 / NIB 30564 BO SARMIENTO DE GAMBOA*

CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE		
Ship's particulars		
INDICATIVO DE LLAMADA <i>Call sign</i>	EAKF	
Nº IMO	9335238	
MMSI	224713000	
ESLORA MAXIMA <i>Maximum Length</i>	70,5 Mts.	
CALADO MAXIMO <i>Maximum Draught</i>	7 Mts.	
MANGA DE TRAZADO <i>Breadth</i>	15,5 Mts.	
PUNTA A CTA. PRINCIPAL	5 Mts.	
PUNTA A CTA. SUPERIOR	7,9 Mts.	
T.R.B <i>Gross Tonnage</i>	2754 Ton.	
T.R.N <i>Net Tonnage</i>	829 Ton	
PUERTO DE MATRICULA <i>Port of registry</i>	SANTA CRUZ DE TENERIFE (Spain)	
ASTILLERO CONSTRUCTOR <i>Year of built</i>	C.N.P. FREIRE 2006	
CONDICION DE CLASE <i>Class</i>	"I-SPECIAL SERVICE-OCEANOGRAPHIC AND FISHING RESEARCH VESSEL. DEEP SEA. MACH AUT-UMS, ALM CSA COME-I, SYS-NEQ-1"	
SOCIEDAD CLASIFICADORA <i>Society Classifications</i>	BUREAU VERITAS	
POTENCIA <i>Power</i>	MMAA : 3 X 1440 Kw MMPP: ELECTRICOS: 2x1200 Kw	
VELOCIDAD <i>Speed</i>	14 Nudos (Vmax.) --12 Nudos (V crucero)	
HELICE TRANSVERSAL DE PROA <i>Fore propeller</i>	1 x 590 Kw.	
HELICE TRANSVERSAL DE POPA <i>Aft propeller</i>	1 x 390 Kw.	
CAPACIDAD TANQUES COMBUSTIBLE <i>Bunker capacity</i>	580 M ³	
CAPACIDAD TANQUES AGUA DULCE <i>Fresh water Capacity</i>	105 M ³	
CAPACIDAD TANQUES LASTRE <i>Ballast capacity</i>	215 M ³	
MAX. DOTACION/Max. Crew	18 Tripulantes y 26 Científicos-Técnicos	
Red eléctrica	380 - 220 a 50 Hz	
E-mail	Capitan@sdgamboa.cnima.csic.es	
Nº Teléfono Telephone Num.	Inmarsat - Dierrota (F-70)	00 870 761 143 982
	Inmarsat - Oficina (F-30)	00 870 761 143 975
	Inmarsat - Oficina (F-70)	00 870 761 143 979
	TMA	679 310 317
	VSAT	+ 34 94 201 63 01 (Laboratorio Procesado) + 34 94 201 63 02 (Jefe Técnico) + 34 94 201 63 03 (Capitán)
	VSAT FAX	+ 34 94 201 63 04 (Cabina puente/fax)

Estiba : Tecnología Naval



Estiba : Tecnología Naval



¿Preguntas?



Estiba : Tecnología Naval

