

APUNTES DE CONSTRUCCION NAVAL

1. PLANOS Y LÍNEAS DE REFERENCIA DEL CASCO.

Plano de crujía.	Líneas longitudinales	Línea de crujía.
Plano de flotación.	Líneas de agua.	Línea de flotación.
Plano transversal:	Cuadernas o secciones	Cuaderna maestra.

2. ZONAS DE REFERENCIA DEL CASCO DE UN BUQUE.

Proa	Popa	Estribor (Er)	Babor (Br)
Amura	Aleta	Costado	Través
Roda	codaste		
Cubierta superior	Forro	Quilla plana	Fondo
Pantoque	Costado	Brusca	Astilla muerta

3. DIMENSIONES PRINCIPALES DEL BUQUE.

Eslora:	Eslora en una flotación: lfl.	Eslora total: lt.
Manga:	Manga en una flotación.	
Puntal	Puntal de bodega.	Puntal de entrepuente
Calado	Calado en una flotación o calado real en esa flotación.	Asiento o trimado

4. OTRAS DEFINICIONES DE CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE.

Arrufo.	Quebranto.
Obra viva o carena	Obra muerta
Superficie mojada	Superficie de deriva

DESPLAZAMIENTO	Desplazamiento de carga máxima	Desplazamiento de lastre
$\Delta = \rho \cdot \nabla$	Peso muerto	Peso en rosca $\Delta = P. R. + P. M.$

Marcas de calado	Escala de calado-peso muerto	
Capacidades de bodegas y tanques de carga	Capacidad de carga en grano	Capacidad de carga en balas

5. MOVIMIENTOS DEL BUQUE

Balanceo	Escorar	Adrizar	Rigidez
Cabeceo	Arfar	Saludo	
Guiñada			

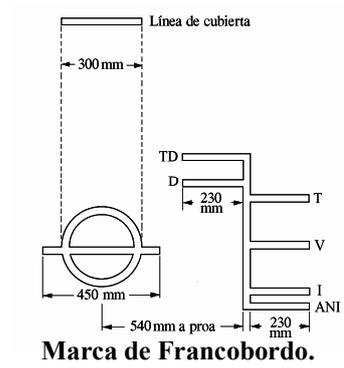
6. DEFINICIÓN DE ARQUEO

Arqueo bruto.	Arqueo neto.
---------------	--------------

7. DEFINICIÓN DE FRANCOBORDO.

Francobordo: Línea de cubierta-Línea de carga(V)

Líneas de carga permitidas: **V, I, ANI, T, D, TD**

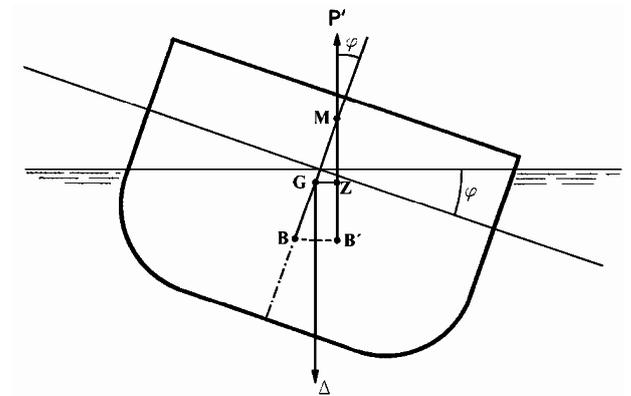


8. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS BUQUES

- **Flotabilidad.** La presión total que ejerce el agua sobre el barco genera una fuerza llamada empuje, que es igual al peso del agua desplazada por la carena del buque: $\Delta = \rho \cdot \nabla$
- **Estabilidad:** Cuando el buque escora se forma un momento adrizante que tiende a situar al buque en su posición inicial de adrizado.

Si el centro de gravedad del buque G estuviera por encima del metacentro, el momento que se formaría sería escorante en vez de adrizante, y por tanto el buque seguiría escorando más

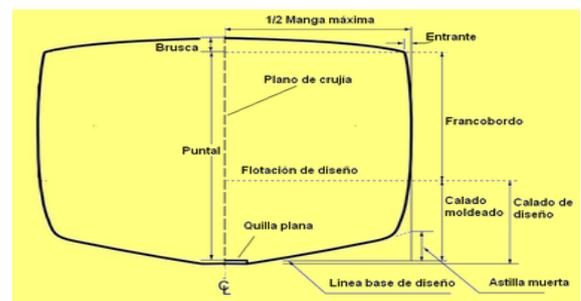
- **Solidez**
- **Maniobrabilidad**
- **Autonomía**
- **Velocidad**



ESTRUCTURA DEL BUQUE

TRANSVERSAL

Plano de crujía / línea de crujía		cuaderna
Puntal	Brusca	
Francobordo	Calado	
Línea de base	Línea de flotación	

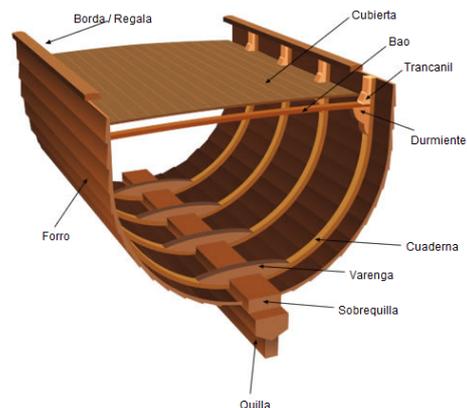


INTERNA

Cubierta	Borda o regala	Forro
Cuaderna	Bao	Durmiente
	Sobrequilla	Quilla
		Varenga

Roda Codaste

Mamparo



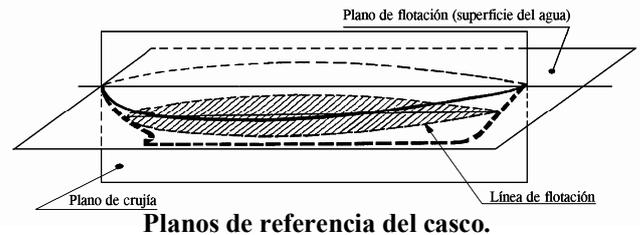
APUNTES DE CONSTRUCCION NAVAL

DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE.

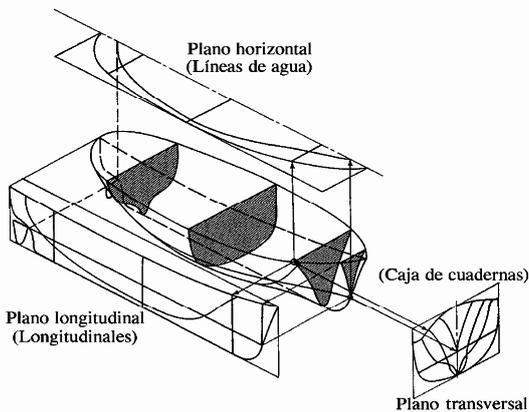
1. PLANOS Y LÍNEAS DE REFERENCIA DEL CASCO.

Se llama casco del buque al conjunto estructural del mismo formado por el forro exterior estanco y los refuerzos sobre los que se apoya.

Plano de crujía: es el plano de simetría del barco en sentido longitudinal. La intersección de este plano con el casco se llama **línea de crujía**. Los planos paralelos al de crujía que cortan al casco del buque se llaman planos longitudinales, y a las líneas de corte de los mismos con el casco, se llaman **longitudinales**.



Plano de flotación: es el plano perpendicular al de crujía que representa la superficie del agua sin oleaje. La intersección de este plano con el casco se llama **línea de flotación**. Las intersecciones de planos paralelos a los de flotación con el casco se llaman **líneas de agua**.

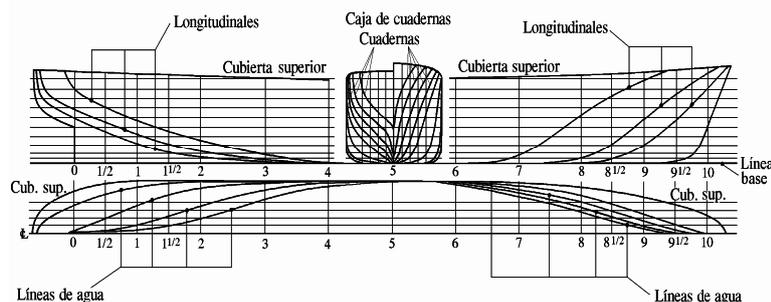


Líneas de referencia del casco.

Plano transversal: es un plano perpendicular a los dos anteriores. Las intersecciones de planos transversales con el casco se llaman **cuadernas o secciones**.

Cuaderna maestra: es la cuaderna o sección principal del buque, que tiene la máxima área por debajo de la flotación de trazado. Esta cuaderna está situada siempre en la zona central del barco, pero no siempre coincide con la sección media.

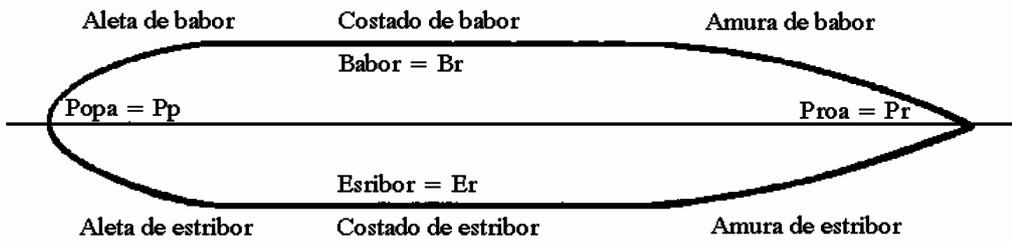
Las formas del casco de un buque se representan mediante un conjunto de líneas de trazado según los tres tipos de planos anteriores, es decir, cuadernas, líneas de agua y longitudinales, formando el denominado plano de formas, según la figura:



Plano de formas de un buque.

2. ZONAS DE REFERENCIA DEL CASCO DE UN BUQUE.

Las zonas principales de referencia en las que se divide el casco de un buque son las siguientes, según la figura:



Zonas principales de referencia del casco buque.

Proa: es la parte delantera del buque en el sentido normal del movimiento.

Popa: es la parte posterior del buque en el sentido normal del movimiento.

Estribor (Er): es la banda o costado del buque que queda a la derecha de un observador colocado mirando de popa hacia proa.

Babor (Br): es la banda o costado del buque que queda a la izquierda de un observador colocado mirando de popa hacia proa.

Amura: zona de los costados de proa del buque, y puede ser amura de babor o de estribor.

Costado: Laterales del buque.

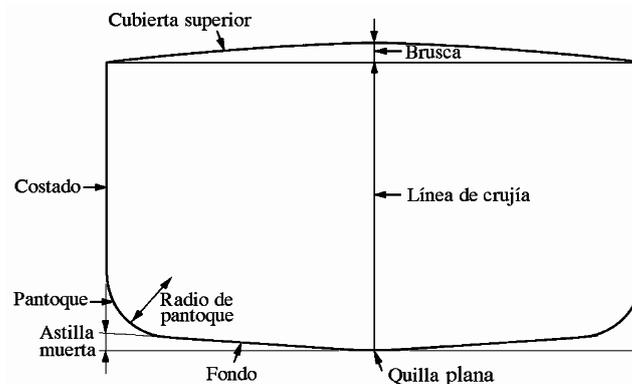
Aleta: Zona de los costados de popa del buque, y puede ser aleta de babor o de estribor.

Través: dirección perpendicular al costado del buque, y puede ser través de babor o de estribor.

Roda: Prolongación de la quilla hacia proa

Codaste: Prolongación de la quilla hacia popa

En la figura se ve la nomenclatura que reciben las zonas del casco de un buque en sentido transversal:



Sección transversal del casco.

Cubierta superior: Superficie de cierre superior del casco de un barco.

Forro: superficie que forma el cierre exterior del casco del barco.

Quilla plana: zona inferior y en crujía del forro del casco.

Fondo: parte inferior del casco del barco, 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.

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 del fondo de la cuaderna sobre el plano base, medida en la mitad de la manga.

3. DIMENSIONES PRINCIPALES DEL BUQUE.

- **ESLORA:** dimensión del barco en sentido longitudinal, es decir, de proa a popa.



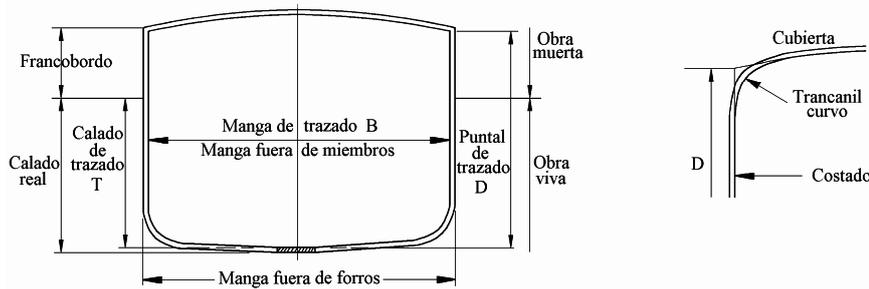
Diferentes esloras del buque.

Eslora en una flotación: es la máxima longitud del buque en la intersección de esa flotación con la proa y popa del buque. Se representa por las letras **L_f**.

Eslora total: es la máxima longitud del buque entre los puntos más alejados a proa y popa. Se representa por **L_t**.

- **MANGA:** dimensión del barco en sentido transversal. Se pueden considerar las siguientes mangas:

Manga en una flotación: es la manga máxima en la flotación considerada.

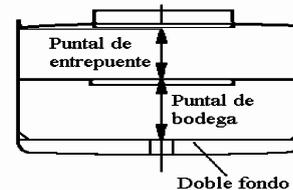


Manga, puntal y calado del buque.

- **PUNTAL:** dimensión en sentido vertical del buque. Se pueden considerar los siguientes puntales:

Puntal de bodega: distancia vertical desde la cara alta del fondo, o doble fondo, hasta la cara inferior de la cubierta más baja.

Puntal de entrepuente: distancia vertical entre dos cubiertas contiguas, dentro de una misma bodega. Entrepuente es la zona de bodega entre dos cubiertas de la misma, pues un barco puede tener más de una cubierta.



Puntales de bodega y entrepuente.

- **CALADO:** distancia vertical correspondiente a la parte sumergida del buque. Se pueden considerar los siguientes calados:

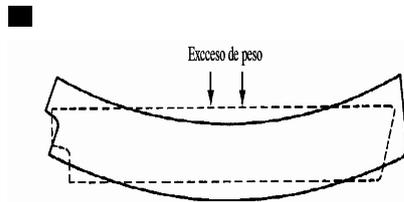
Calado en una flotación o calado real en esa flotación: es el calado medido desde la cara inferior o exterior de la quilla hasta el nivel de la flotación correspondiente.

Calado medio: es la semisuma de los calados a proa y popa.

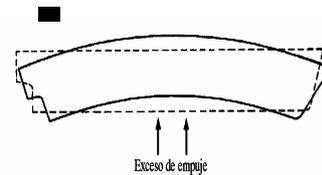
Asiento o trimado: es la diferencia entre el calado de popa menos el calado de proa. Esa diferencia es mayor que cero cuando el calado de popa es mayor que el de proa, y se dice que el buque tiene asiento positivo. Cuando la diferencia es negativa se dice que el buque tiene asiento negativo.

4. OTRAS DEFINICIONES DE CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE.

ARRUFO: deformación que adquiere la estructura del buque en sentido longitudinal, debido a su posición sobre las olas, que hace que la parte central del buque quede más baja que los extremos. Esta deformación ocurre cuando los extremos del barco quedan sobre sendas crestas de olas, y el centro queda en un vano o seno de las mismas.



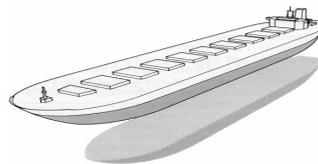
QUEBRANTO: deformación que adquiere la estructura del buque en sentido longitudinal, debido a su posición sobre las olas, que hace que la parte central del buque quede más alta que los extremos. Esta deformación ocurre cuando el centro del barco queda sobre una cresta de ola, y los extremos quedan en vanos o senos de las mismas.



DESPLAZAMIENTO: es el **peso del buque en toneladas**, en cualquier condición de carga. **Es igual al volumen de carena en cada condición de carga por la densidad del agua del mar.**

$$\Delta = \rho \cdot \nabla$$

El volumen de carena es el volumen de agua de mar que desaloja la zona de casco del barco por debajo de la flotación



Volumen de agua desalojado.

Desplazamiento de máxima carga: es el peso del buque cuando va completamente cargado, es decir en condición de máxima carga. Se representa por la letra Δ (delta), y es igual al volumen de carena hasta la flotación de máxima carga, que se representa por la letra ∇ (nabla), por la densidad del agua del mar ρ .

Peso en rosca (P.R.): es el peso del buque completo, con su estructura, máquinas, habilitación, equipos, servicios, y fluidos en circulación en sistemas de tuberías.

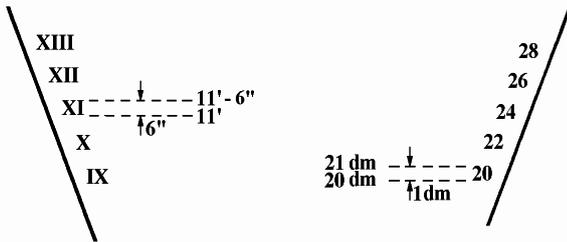
Peso muerto (P.M.): es el peso de la carga máxima que puede transportar el buque (carga útil), más el combustible en los tanques, aceites lubricantes, agua dulce, víveres, pertrechos, y tripulación y sus efectos, es

decir, todos los pesos variables del buque. Por tanto, se cumple que el desplazamiento a plena carga de un buque es igual a su peso en rosca más el peso muerto:

$$\Delta = P.R. + P.M.$$

Desplazamiento en lastre: es el peso del buque sin carga útil, pero en condición de navegación de lastre, es decir, con el agua salada necesaria en los tanques de lastre para que pueda navegar con la estabilidad suficiente y en condiciones adecuadas. Los barcos mercantes cuando navegan sin carga necesitan navegar con lastre

MARCAS DE CALADOS: son marcas grabadas o soldadas al casco y pintadas, en proa, sección media y en popa del buque, a babor y a estribor, que indican el calado que tiene éste en cualquier flotación. Se utilizan números arábigos y romanos, marcando el calado la parte inferior de los números. En la figura se observa como las marcas están inclinadas, queriendo indicar que siguen la forma del casco. Las marcas de calados se pueden expresar en pies como se ve en la figura de la izquierda, o en decímetros como en la figura de la derecha. En el primer caso se colocan los números de forma correlativa con una altura de seis pulgadas, es decir, la mitad de un pie, y en el segundo caso se colocan cada dos decímetros y con números pares de un decímetro de altura.



Marcas de calados.

Escala de calado-peso muerto: es una tabla que entre otros datos, relaciona el calado del buque con el peso muerto que hace que éste flote con dicho calado.

Franco bordo m.	Agua salada		Calado real m.	Agua dulce		
	Tonel. por cm.	Mom. trim. l cm.		Peso Muerto Tons.	Peso Muerto Tons.	Tonel. por cm.
T	1	400	25000	10	24000	34
		390	24000		23000	
		380	23000		22000	
		370	22000		21000	
		360	21000		20000	
		350	20000		19000	
		340	19000		18000	
		330	18000		17000	
		320	17000		16000	
		310	16000		15000	
5	33	300	15000	9	14000	32
		290	14000		13000	
		280	13000		12000	
		270	12000		11000	
		260	11000		10000	
		250	10000		9000	
		240	9000		8000	
		230	8000		7000	
		220	7000		6000	
		210	6000		5000	
6	33	200	5000	8	4000	31
		190	4000		3000	
		180	3000		2000	
		170	2000		1000	
		160	1000		0	
		150	0		-1000	
		140	-1000		-2000	
		130	-2000		-3000	
		120	-3000		-4000	
		110	-4000		-5000	

Escala de calado-peso muerto.

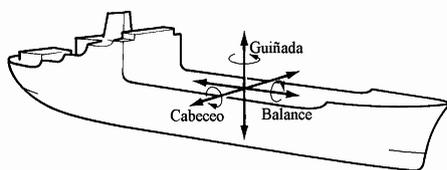
CAPACIDADES DE BODEGAS Y TANQUES DE CARGA: es el volumen de bodegas y tanques, en m³, que lleva un buque para transportar la carga útil. Se mide de dos formas:

Capacidad de carga de grano: es el volumen en m³, de carga de grano o líquido que puede llevar un buque en sus bodegas y entrepuentes, o tanques, entre el forro, cubiertas y mamparos.

Capacidad de carga de balas: es el volumen en m³, de carga de cajas o balas que puede llevar un buque en sus bodegas y entrepuentes, hasta los cantos interiores de los refuerzos de mamparos, cubiertas y forro. La carga de balas es menor que la carga de grano.

5. MOVIMIENTOS DEL BUQUE.

El buque se puede mover según seis grados de libertad, los tres desplazamientos según los tres ejes de coordenadas, y los tres giros respecto a esos mismos ejes, como se ve en la figura 4.23.



Movimientos del buque.

Balance: movimiento de giro del buque en sentido transversal, que hace que se mueva alternativamente desde una banda hacia la otra, es decir, desde babor a estribor y viceversa.

Escorar: acción del buque cuando se inclina en sentido transversal en el movimiento de balance. Cuando el

barco adquiere una inclinación transversal fija se dice que tiene una **escora**, o que está escorado.

Adrizar: acción del buque cuando recupera su posición vertical en el movimiento de balance.

Cuando el buque está correctamente en su posición vertical, se dice que está adrizado.

Rigidez: es la cualidad del buque de adrizar rápidamente, es decir, con mucha aceleración.

Cabeceo: movimiento de giro del buque en sentido longitudinal, que hace que suba y baje alternativamente la proa del mismo.

Arfar: acción del buque cuando levanta la proa en el movimiento de cabeceo.

Saludo: acción del buque cuando baja la proa en el movimiento de cabeceo.

Guiñada: movimiento de giro del buque en el plano horizontal, que hace que desvíe la proa del rumbo que debe seguir.

6. DEFINICIÓN DE ARQUEO.

Es la medida de la capacidad o volumen interior del buque. El arqueo puede ser bruto y neto, y se calcula según el Convenio Internacional de Arqueo de Buques, de la O.M.I.

Arqueo Bruto: es el volumen de todos los espacios que existen debajo de la cubierta superior del buque, y de los que encontrándose sobre ésta son cerrados y cubiertos. Del arqueo bruto dependen: Tripulación reglamentaria. Tarifas de prácticos Derechos de diques.

Limitación de la facultad de construir y mandar un buque.

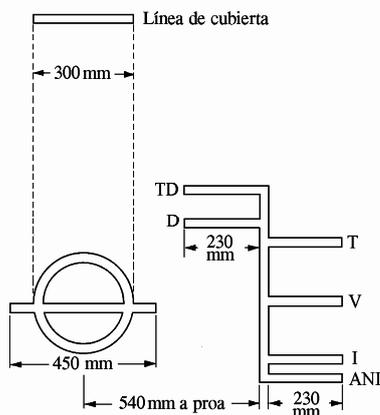
Arqueo Neto: es el volumen disponible en el buque para la carga y pasajeros. Se obtiene deduciendo del arqueo bruto los espacios que no producen flete, como espacios de máquinas, de tripulación, de navegación, pañoles, piques y tanques que no sean de carga. Del arqueo neto dependen: Tarifas de puerto. Estadísticas de navegación. Derechos de pasos por canales. Determinación de las cargas impositivas fiscales.

7. DEFINICIÓN DE FRANCOBORDO.

Francobordo es la distancia medida verticalmente, en el centro del buque, desde el canto alto de la línea de cubierta en su intersección con el costado, hasta la línea de carga correspondiente. Esta medida constituye una reserva de estabilidad, al no permitir que el buque cale más de una determinada cantidad. El cálculo del francobordo se realiza según el Convenio Internacional de Líneas de Carga de la O.M.I..

Hay varias líneas de carga, como se ve en la figura 4.23, siendo la de máxima carga de verano "V" la que coincide con el calado de trazado o de proyecto. La marca de francobordo está formada por un anillo de 300 mm de diámetro exterior y 25 mm de ancho, cortado por una línea horizontal de 450 mm de longitud y 25 mm de anchura, cuyo borde superior pasa por el centro del anillo. El centro del anillo deberá colocarse, grabado y pintado, en la sección media del buque a babor y estribor, y a una distancia igual al francobordo de verano.

El significado de las letras de la figura es el siguiente:



Marca de Francobordo.

V: línea de carga de verano, que coincide con el borde superior de la línea que pasa por el centro del anillo.

I: línea de carga permitida en invierno.

ANI: línea de carga permitida en invierno y en el Atlántico norte.

T: línea de carga permitida en zona tropical.

D: línea de carga permitida en verano en agua dulce.

TD: línea de carga permitida en zona tropical y en agua dulce.

8.- CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR LOS BUQUES.

Todos los buques, para estar en condiciones de navegar, deben reunir un cierto número mínimo de cualidades esenciales. Independientemente de estas cualidades que son comunes a todos los buques, deberán reunir otras que dependen del fin para el que se construyan. Las cualidades comunes son:

Solidez: resistencia que ha de tener el casco para soportar los esfuerzos a los que se ve sometido por la acción del mar y de la carga.

Maniobrabilidad: cualidad que permite al barco virar rápidamente en poco espacio y a diferentes velocidades.

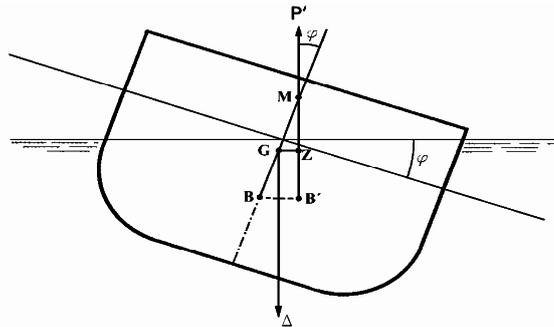
Velocidad: característica que permite al buque trasladarse por sí mismo de un puerto a otro, a una velocidad adecuada.

Autonomía: es la máxima distancia en millas que puede recorrer un barco con sus tanques de combustible llenos a la velocidad de servicio.

Flotabilidad: característica que poseen los barcos para resistir el hundimiento, es decir mantenerse a flote, tanto cuando van cargados como cuando están en situación de avería con algún compartimento inundado. **La presión total**

que ejerce el agua sobre el barco genera una fuerza llamada empuje, que es igual al peso del agua desplazada por la carena del buque. Se llama **centro de carena** al punto donde está situada la resultante de ese empuje, es decir, el centro de gravedad del volumen de agua desalojado, y en la posición de equilibrio está situado en la misma vertical que el centro de gravedad del conjunto total del buque. En la figura se representa por la letra B para la flotación del buque adrizado, y B' para la flotación de buque escorado.

Estabilidad: propiedad que tienen los barcos de recobrar por si mismos la posición de adrizado cuando se escoran por una causa exterior, como viento y olas. El barco además de flotar tiene que ser estable, para lo cual debe tener el centro de gravedad por debajo de un punto llamado metacentro. El **metacentro** se sitúa para pequeños ángulos de escora, en la intersección de crujía con la línea perpendicular a la flotación, trazada desde el centro de carena del buque escorado B', es decir, la línea vertical en la dirección del empuje, ver punto M en la figura.



Posiciones de centro de gravedad, centro de carena y metacentro.

En esta figura se observa que G, centro de gravedad del buque, está por debajo del metacentro M, y **cuando el buque escora se forma un momento adrizante que tiende a situar al buque en su posición inicial de adrizado**. Ese momento se consigue al haberse desplazado el centro de carena desde la posición inicial B, a la posición B', y para pequeños ángulos de escora tiene por valor $D GZ = D GM \sin f$. **Si el centro de gravedad del buque G estuviera por encima del metacentro, el momento que se formaría sería escorante en vez de adrizante, y por tanto el buque seguiría escorando más.** A la distancia GM se le llama **altura metacéntrica**, y su valor indica la estabilidad inicial de un buque.

ESTRUCTURA DEL BUQUE

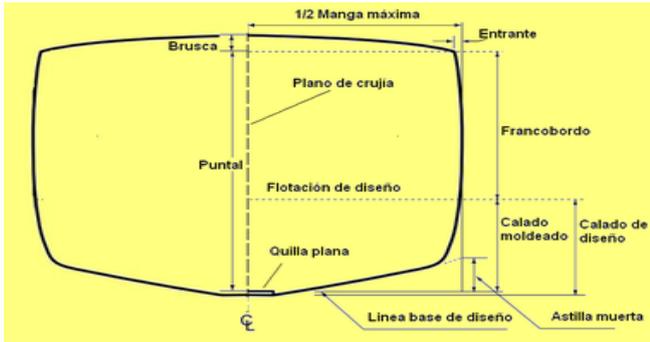
Se define buque como todo objeto que pueda utilizarse como medio de transporte sobre el agua, y que bajo condiciones normales pueda ser comandado a voluntad por su tripulación.

ESTRUCTURA EXTERNA DEL BUQUE

- Popa:** Parte posterior de las naves.
- Proa:** Parte delantera de la nave, con la cual corta las aguas.
- Babor:** Lado izquierdo de la embarcación, mirando de popa a proa.
- Estribor:** Costado derecho del navío mirando de popa a proa.



ESTRUCTURA TRANSVERAL



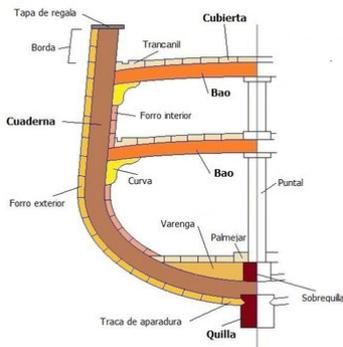
• **Manga:** Anchura de un buque medida en la sección transversal de área máxima o cuaderna maestra.

• **Puntal:** Altura de un buque hasta una determinada cubierta, medida en la cuaderna maestra. Distancia vertical entre el canto alto de la quilla y la intersección de la parte superior del bao con el costado.

• **Calado:** Profundidad que alcanza en el agua la parte sumergida de un barco.

• **Cuadernas:** Piezas curvas que salen de la quilla y van por los costados (por dentro del forro) hasta la borda o hasta la cubierta simplemente. En sentido figurado son las costillas del esqueleto de un barco.

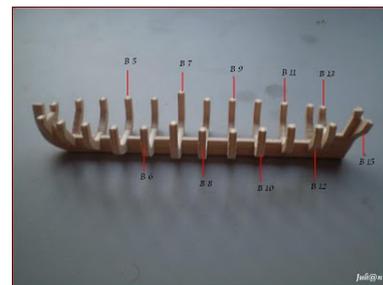
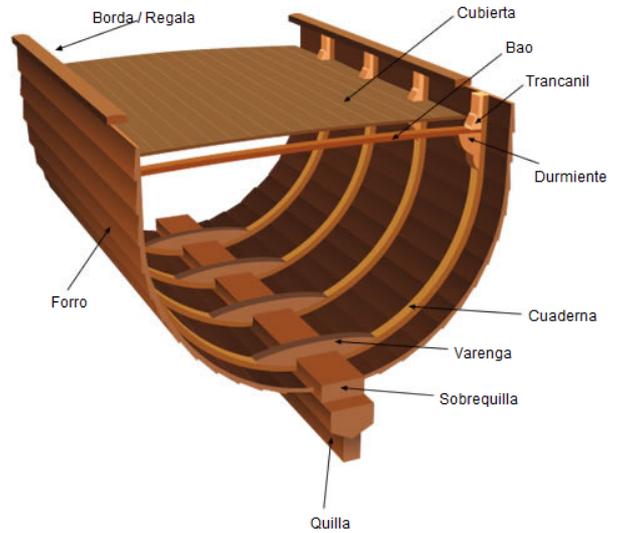
• **Borda o regala:** Parte superior de los costados de un barco. Antiguamente se llamaba tapa de regala a una pieza colocada sobre la borda para reforzarla.



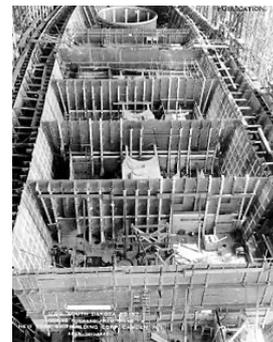
• **Roda:** Prolongación de la quilla hacia proa. Se llama caperol la parte superior de la roda de las embarcaciones menores.



ESTRUCTURA INTERNA.



• **Mamparos:** Paredes o tabiques del barco. Pueden ser transversales o longitudinales.



• **Codaste:** Prolongación de la quilla hacia popa. Si el barco lleva dos hélices sólo hay un codaste; pero si lleva una, tenemos el codaste proel y el codaste popel, que coincide con el eje del timón.

