S
7749
v.1

NAVAL

CONSTRUCTION

90 12
S
7712/2

SCIANO

C.D.
62382.002 (084)
COME

290128

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID
0800177273

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID
0800177246

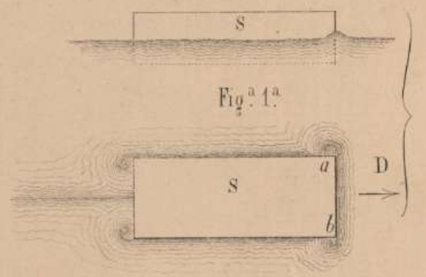
CURSO PRÁCTICO

CONSTRUCCIÓN NAVAL

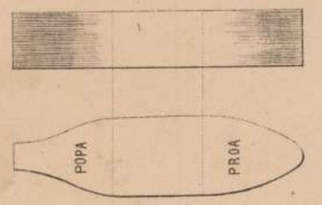
F. Tarín Affaitati



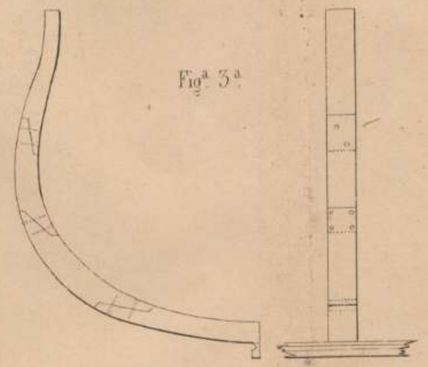
9257344 28
ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS NAVALES
2740
BIBLIOTECA
0800177246



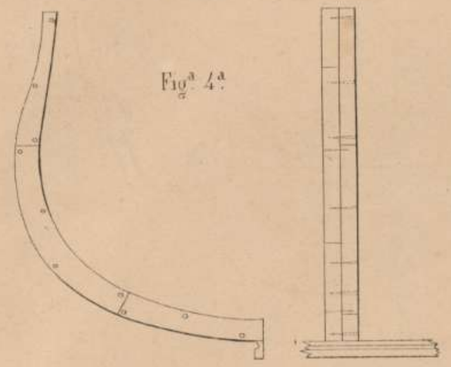
Figª 1ª.



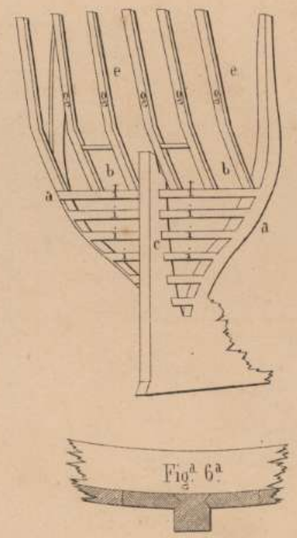
Figª 2ª.



Figª 3ª.

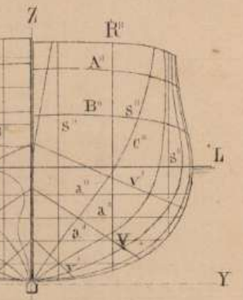


Figª 4ª.

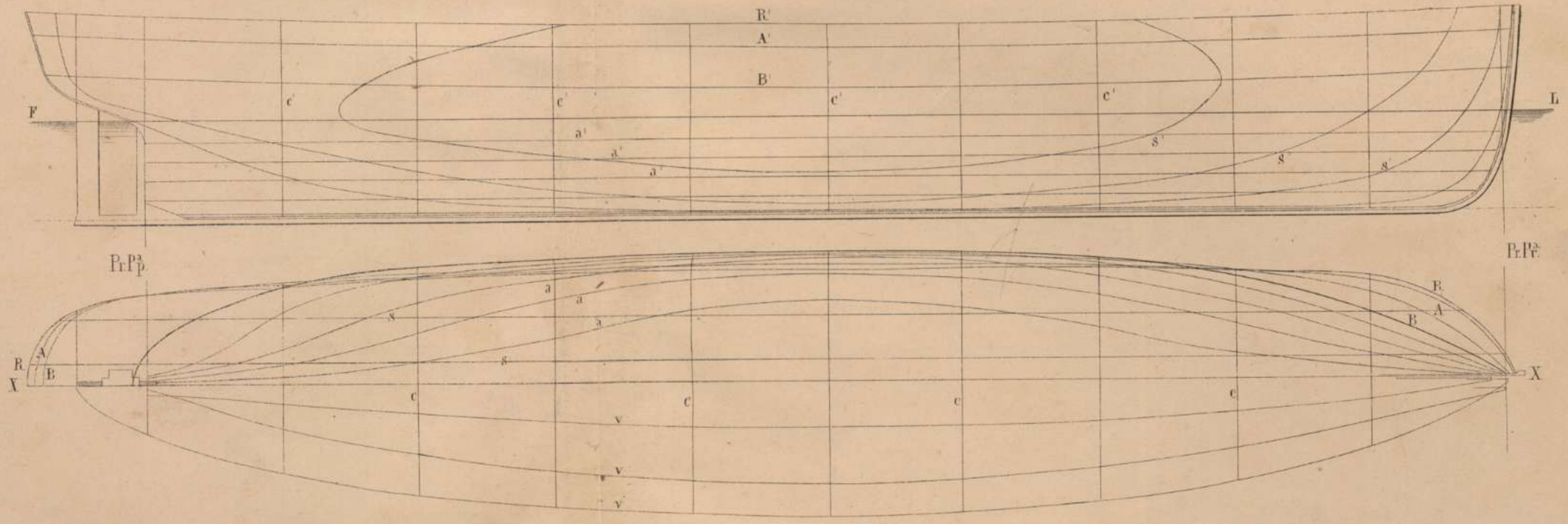


Figª 5ª.

Figª 6ª.



Figª 7ª.



BIBLIOTECA

Larroya lit.ª

SUAREZ Y GARCIA EDITOR.

ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS NAVALES
BIBLIOTECA
MADRID

CURSO PRÁCTICO

DE

CONSTRUCCION NAVAL

ARREGLADO

por

D. ANDRÉS AVELINO COMERMA,

INGENIERO DE LA ARMADA.

Juan Fontán y Lobé

Ferrol del Caudillo 9-9-40.

38
A282844
ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS
NAVALES
Nº 3690
BIBLIOTECA
0800177273

DONATIVO

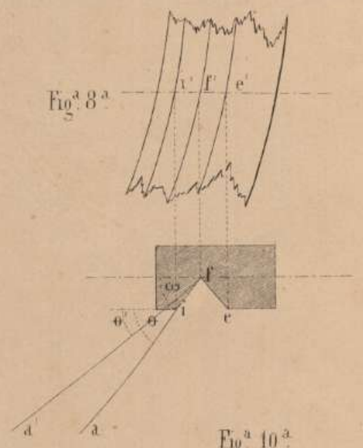
del Ilmo. Sr. D.

JUAN FONTAN

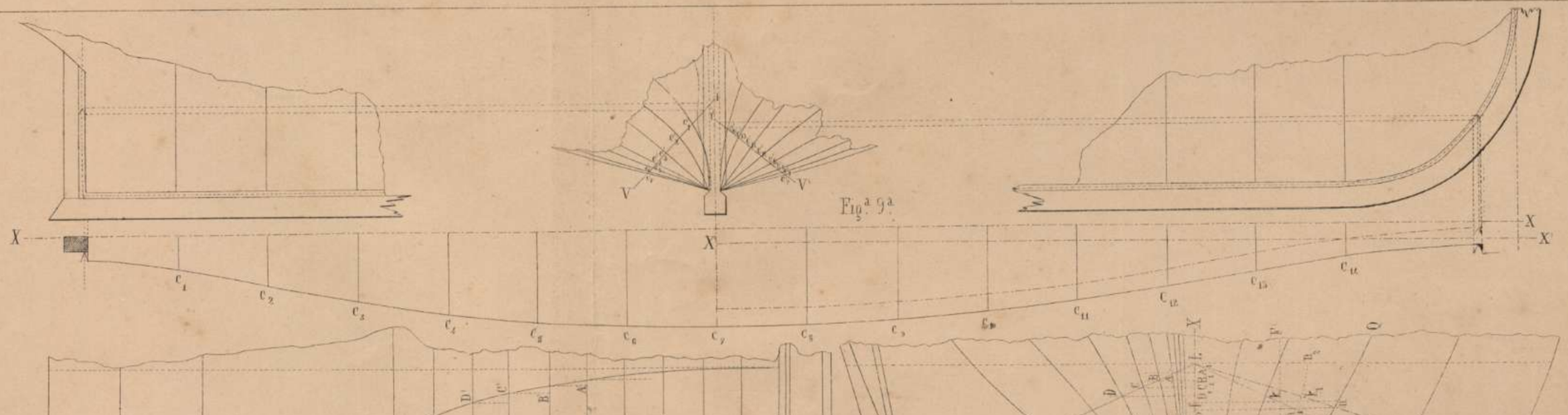
LOBÉ

FERROL.—1868.
IMPRENTA DE EL ECO FERROLANO
DE D. F. SUAREZ Y GARCIA
REAL 80.

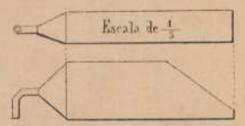
Figª 8ª



Figª 9ª



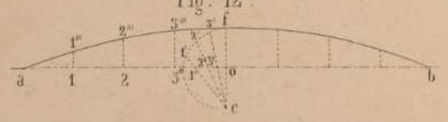
Figª 10ª



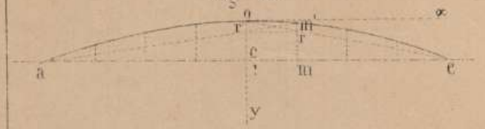
Figª 11ª



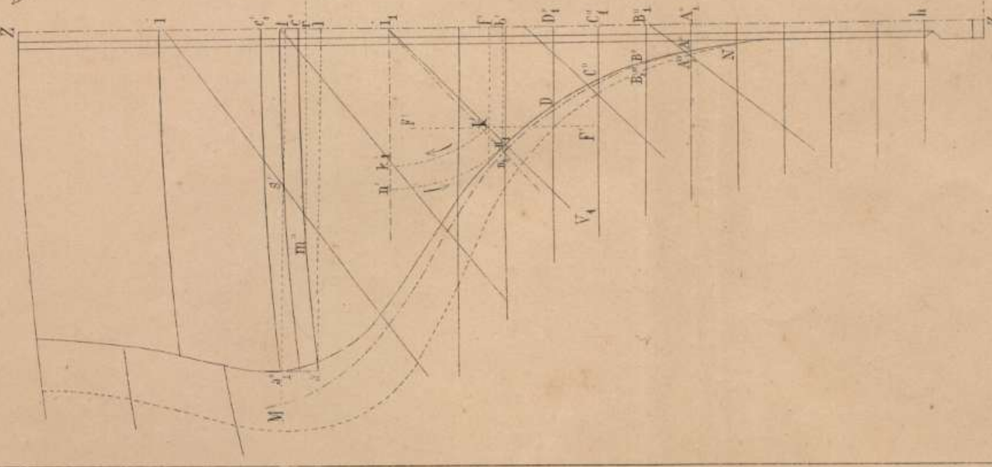
Figª 12ª



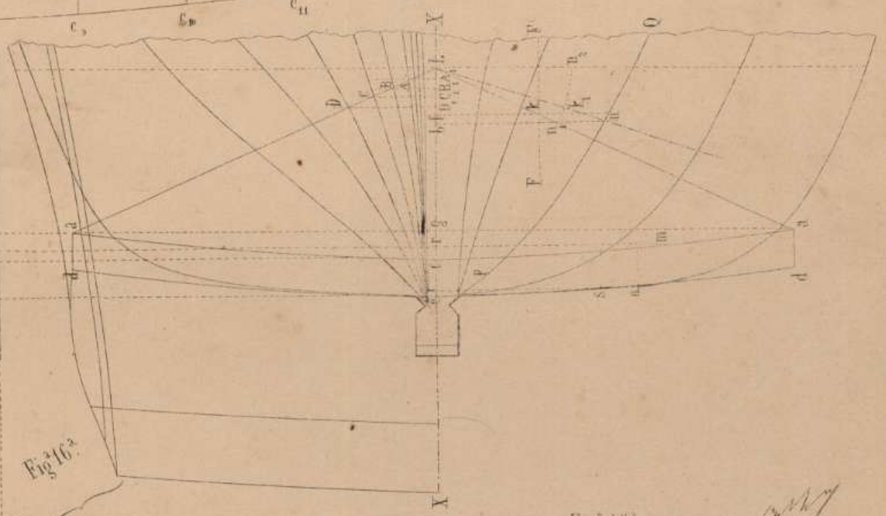
Figª 13ª



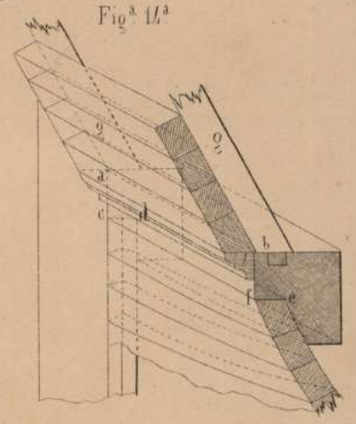
Figª 14ª



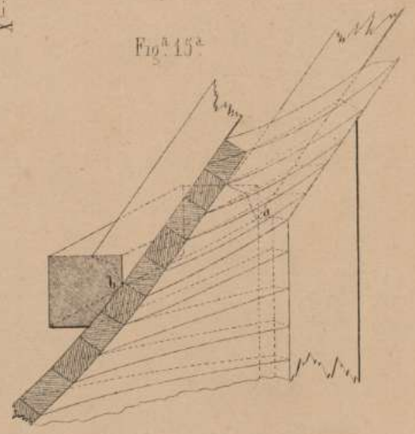
Figª 16ª



Figª 17ª



Figª 15ª



Larraya lit.ª

PROLOGO.

Si nos remontamos á los tiempos primitivos para investigar el verdadero origen de la construccion naval, nos encontramos con que los troncos de los árboles derribados por el viento sobre las aguas debieron indicar al hombre los primeros medios de reinar sobre un elemento, que por su movilidad y su aspecto imponente parecia querer escaparse de su dominacion. La propiedad de flotar que observaba en los árboles, por una parte, y el espectáculo que la naturaleza le ofrecia, por otra, en la forma de los peces, le hicieron concebir la posibilidad de lanzarse á viajar sobre el nuevo elemento. Mas tarde el interés, el deseo y la necesidad de ensanchar sus dominios, obligándole á poner en práctica sus proyectos, le hacian aprovecharse de las primeras observaciones y construia las *piraguas*, que se reducian á unos troncos de árbol ahuecados, puestos en movimiento por medio de toscos remos análogos á los *pagayos* de los indios salvages.

No contento después el hombre, en su genio emprendedor, con poderse trasportar de esa manera de un punto á otro, trataria de aumentar las dimensiones de las embarcaciones para trasladar con seguridad sus mercancias á paises mas lejanos, llevándolas resguardadas de las inclemencias del tiempo, pero no tardaria en convencerse de que siendo insuficiente la fuerza de los remos, debia recurrirse á otro nuevo agente; la naturaleza le indicaba en el aire un agente de movimiento, una fuerza casi constante; faltaba únicamente que concibiese los medios para no desperdiciar la indicacion. Al efecto, inventa las velas, después las máquinas de vapor.

Vemos pues aquí, ligeramente descrito, el origen de la construccion naval,

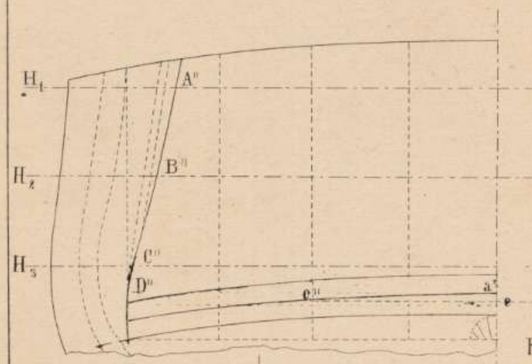
que, como todos los demás ramos del saber humano, ha llegado con las observaciones sucesivas, la esperiencia de los hechos y la aparicion de nuevas necesidades á la altura en que hoy se encuentra.

No todas las naciones, sin embargo, han seguido igual marcha en el desarrollo progresivo de los conocimientos humanos, pues cada una de ellas ha dado un impulso mas rápido á lo que la necesidad y la conveniencia propia les exigian: asi tenemos á España que absorta toda su atencion á principios de este siglo en la defensa de su territorio, amenazado por la codicia y el orgullo estrangero, descuidó al mismo tiempo que las demás artes y ciencias la construccion naval. Restablecida despues la calma, al considerar el estado lastimoso de nuestras fuerzas marítimas y al tener en cuenta que nuestro pais, rodeado casi en su totalidad de mares, necesitaba de una marina de guerra poderosa, los gobiernos solícitos por el bien de la pátria se ocuparon desde luego en su pronta regeneracion, para hacer respetar nuestras libertades y derechos é impedir nuevas amenazas, amenazas temibles en cuanto viniesen de naciones provistas de mejores medios que la nuestra. A este fin el gobierno mandó estudiar en el extrangero la ciencia naval á varios jóvenes, reorganizando asi el cuerpo que ya existiera en otros tiempos mas felices.

Los nuevos ingenieros, al mismo tiempo que contribuian al desarrollo de la marina construyendo los buques que hoy tenemos y que tan buenos resultados están dando, fueron los encargados de trasmitir sus luces á los jóvenes que aspirasen á ejercer su misma profesion; pero para llevar á cabo esta empresa eran necesarios trabajos supremos, pues aun cuando hombres eminentes de las naciones mas adelantadas en la marina se hubiesen ocupado de ella. todos lo hicieron tratando solo y particularmente de algunas cuestiones, así es que faltaba un cuerpo de doctrina, una obra completa, donde poder estudiar todo lo mas importante para construir.

No tenemos mas que consultar la estadística, para cerciorarnos de la importancia de nuestra marina mercante, que rivaliza con las mejores del mundo por el número de sus buques, aun cuando de no tan buenas condiciones como los de las demás naciones. Esto acaso pueda atribuirse á que los constructores particulares no tengan donde acudir para seguir la marcha progresiva de la ciencia que profesan, pues no todos conocen los idiomas extrangeros, y aun cuando los conocieran, ya hemos dicho que estando todos esos conocimientos dispersos en distintos volúmenes, seria necesario invertir sumas, que no están al alcance de todas las fortunas, para procurárselos.

Hacer un extracto en una sola obra de todos los conocimientos mas importantes relativos á la construccion naval, este es el objeto que me propongo. Para ello he registrado las obras mas modernas y de los ingenieros mas eminentes, al paso que he estudiado todas las cuestiones para presentarlas al alcance de todos, pues no solo es mi propósito hacer esta obra útil á los jóvenes que se dediquen á la carrera de ingenieros de la armada, sinó á los constructores particulares y maestros que, careciendo algunos de conocimientos superiores de análisis y geometria, pudiesen encontrar dificultades insuperables en alguno de los problemas que necesiten resolver.



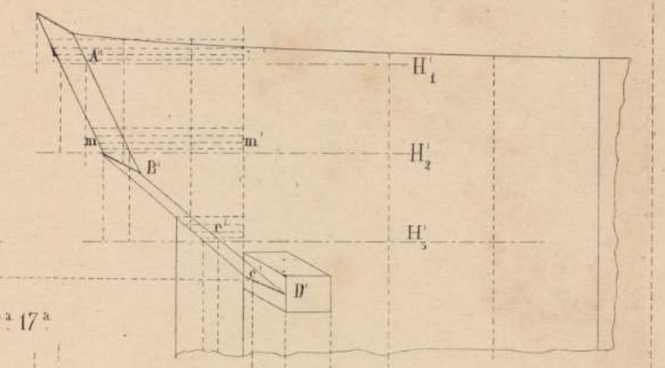
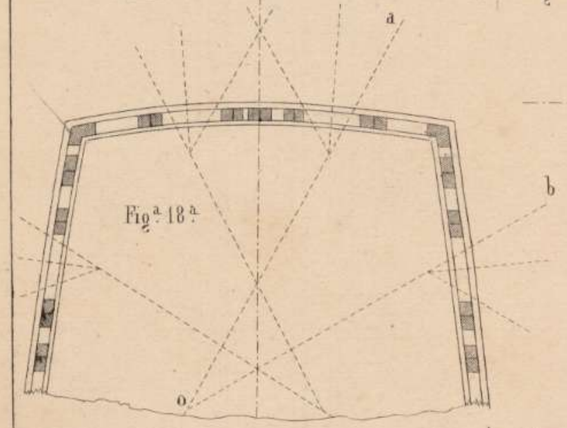
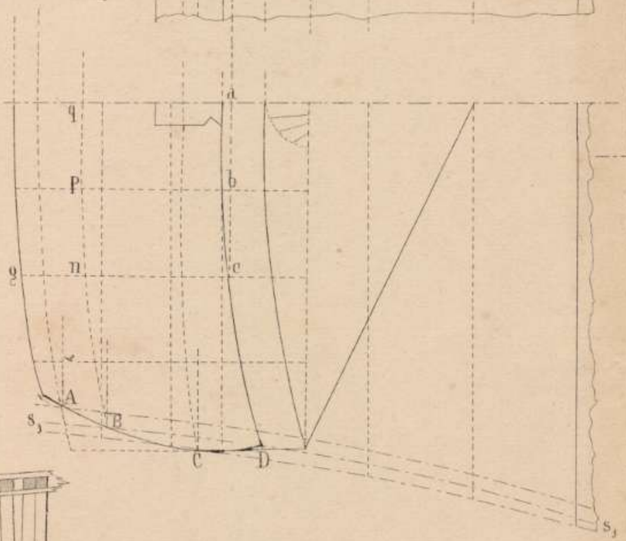


Fig.ª 17.ª





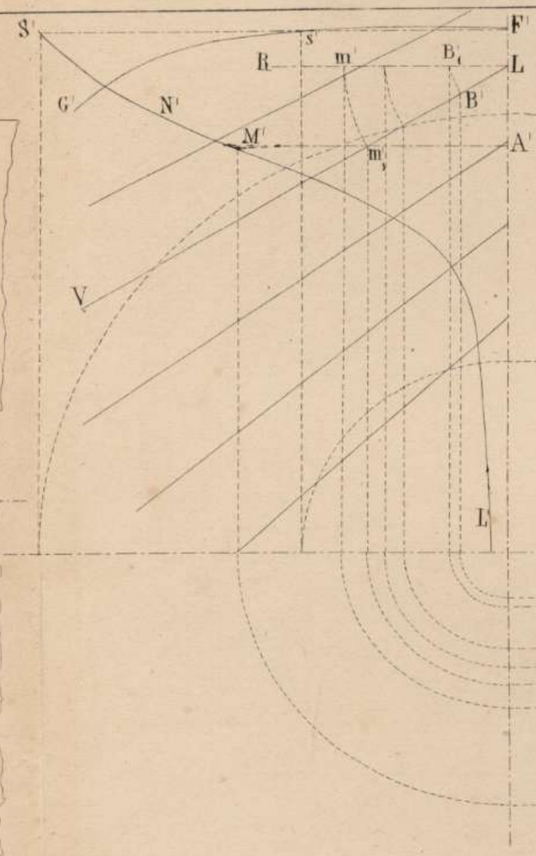
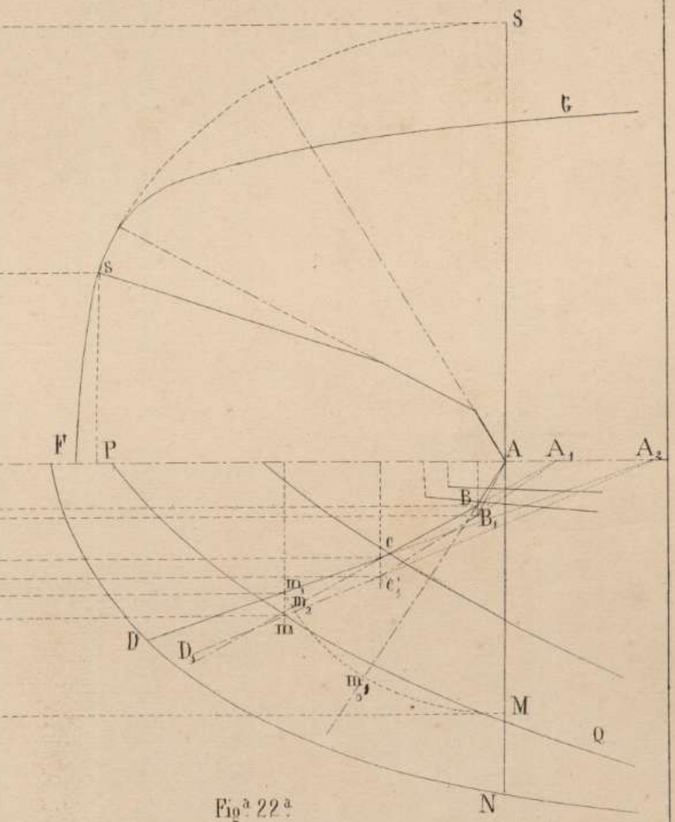
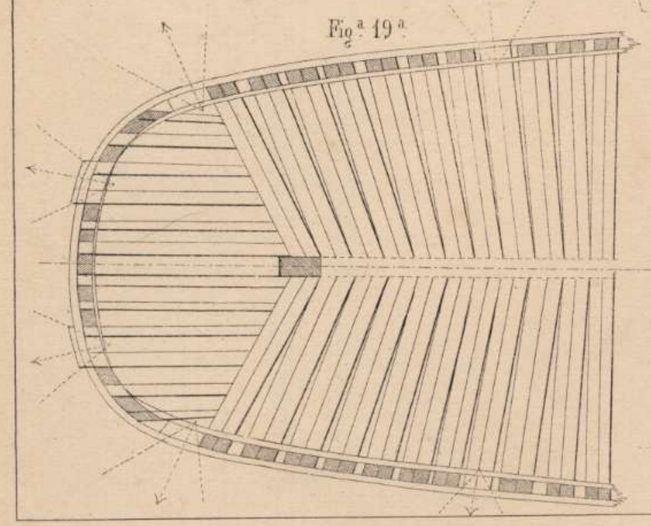
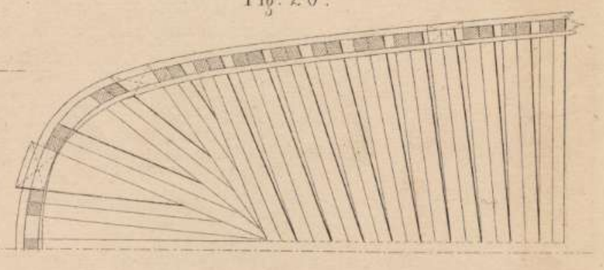
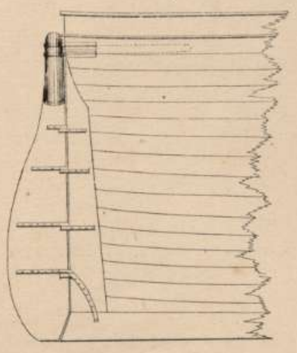


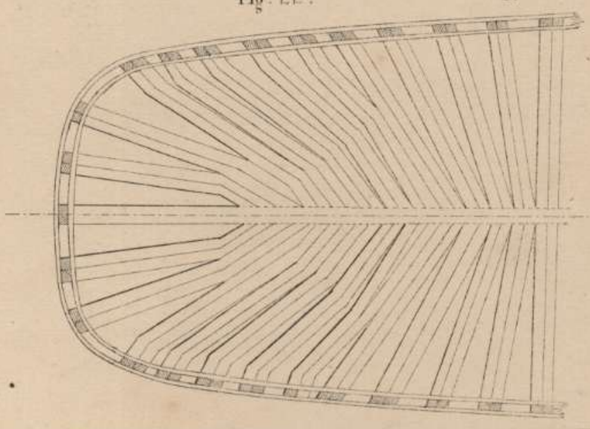
Fig.ª 23.ª











No abrigo pretensiones de ninguna clase, y se verán colmados mis deseos si consigo que mis trabajos y esfuerzos produzcan alguna utilidad á mis semejantes: ojalá esta obra pueda servir de estímulo para que otros dotados de una inteligencia superior á la mia, dén á nuestra querida pátria producciones que ayuden á hacerla como en otros tiempos la señora de los mares.

Ferrol 1.° de Abril de 1868.

Figª 24

Figª 25

Figª 26

Figª 27

Figª 28

Figª 29

Figª 30

Figª 31

Figª 32

Figª 33

Figª 34

Figª 35

Figª 36

Figª 37

Figª 38

Figª 39

Figª 40

Figª 41

Figª 42

Figª 43

Figª 44

Figª 45

Figª 46

CONSTRUCCION NAVAL.

PRELIMINARES.

La construccion de los buques exige conocimientos que pueden clasificarse y formar tres grupos principales: el primero se refiere á su construccion propiamente dicha, dando lugar á la *construccion naval;* el segundo examina las condiciones á que deben satisfacer para flotar y navegar, dando origen al *desplazamiento* y *estabilidad*, y finalmente el tercero examina y determina las formas mas apropiadas para que la resistencia que el agua opone á su movimiento sea la menor posible y el todo del buque reuna, á la utilidad, la belleza, dando lugar de este modo á la *arquitectura naval.*

Un buque es un cuerpo flotante susceptible de trasladarse en el fluido en que flota y destinado al trasporte de pasageros y de mercancias, ó á servir como medio de defensa y ataque; estos dos objetos exigen una division de ellos en mercantes ó de guerra, segun se construyan con destino á uno ú otro.

Nos ocuparemos en primer lugar de los buques de guerra, que son los que mas dificultades ofrecen en su construccion, y en la segunda parte tratarémos de los mercantes.

Los notables adelantos y el inmenso desarrollo que la artilleria naval ha venido esperimentando en estos últimos años han creado la necesidad de proteger los buques de guerra con corazas de hierro que los hicieran invulnerables á los cañones enemigos; de ahi ha nacido una nueva especie de buques que estudiar, por lo que habiendo variado en gran parte las condiciones de los antiguos, merece que nos ocupemos de ellos en particular en un apéndice al fin de la obra, donde indicarémos tambien los medios mas convenientes para proceder al proyecto y presupuesto de toda clase de embarcaciones.

Apesar de las numerosas investigaciones cientificas, hechas hasta el dia, hay pocos datos acerca de las formas mas convenientes que deben darse á las superficies de los buques, sirviendo en su totalidad para su determinacion, la práctica de los constructores, puesto que no es posible resolver el problema hasta conocer completamente las leyes de la resistencia que los fluidos indefinidos oponen al movimiento de los sólidos sumergidos en ellos.

Para remediar esta falta de conocimientos teóricos, ha sido preciso sugetar los cuerpos flotantes á una multitud de esperimentos que pudiesen darnos en alguna manera una guia para deducir sus formas mas convenientes.

Así es como hemos venido á parar á las actuales, que son generales para todos los buques de los diversos paises y que solo varian únicamente segun el objeto á que se destinan, los mares donde navegan y demás circunstancias locales.

Estas formas son susceptibles de modificaciones diversas, segun se atiende en primer término á satisfacer las condiciones de carga, estabilidad, belleza, etc., así es que segun la importancia que en cada época se diese á estas, así se variaban las primeras; hoy la primera cualidad, tanto en buques mercantes como de guerra, es que sean susceptibles de una gran velocidad, por las inmensas ventajas que esta cualidad les proporciona.

Para darnos cuenta de un modo general de los motivos que han obligado á los constructores á modificar las formas primitivas y llegar á las actuales. estudiemos el movimiento de una batea ó paralelepipedo flotante en un fluido y los fenómenos que produce en el liquido supuesto tranquilo.

Supongámos que el sólido S (fig.ª 1.ª) se mueve en la direccion D; el liquido que se opone al movimiento en la cara anterior *a b* se eleva en dicha cara y dá lugar á una presion y á un esparcimiento de las moléculas removidas en sentido normal á la direccion del movimiento del sólido, encorvándose luego las trayectorias de las moléculas desviadas por la resistencia que las demás oponen á su movimiento, acabando por moverse paralelamente á los costados del sólido, después de haber dado lugar á la formacion de dos remolinos de eje vertical en los dos lados de la proa formados por las séries de moléculas, que después de haber doblado las aristas anteriores del prisma, se precipitan en el vacio que alli se produce por efecto de la marcha del buque.

Los filetes de moléculas liquidas, después de marchar paralelamente á los costados del sólido, se precipitan igualmente en el vacio, dejado en la parte posterior por efecto de su marcha, dando lugar á un movimiento general del fluido que rodea á dicha parte, que se traduce tambien en dos remolinos de eje vertical á los dos costados de la popa y á un surco que marca la direccion seguida por el buque y que los marinos llaman *estela*.

Como estos movimientos del fluido en que flota el sólido absorven un trabajo mecánico tanto mayor cuanto mas grande es la cantidad de liquido removida, he aqui la razon por la cual se ha estudiado la forma que mas disminuya estos movimientos, modificando las primitivas, para prevenir ó evitar estos efectos, y para ello se empezó por reemplazar la cara plana y vertical de la proa, primero por dos caras verticales, dando lugar á una especie de cuña impelente, con lo que se disminuye la cantidad de liquido removida, ó mas bien se dismi-

Fig.ª 47

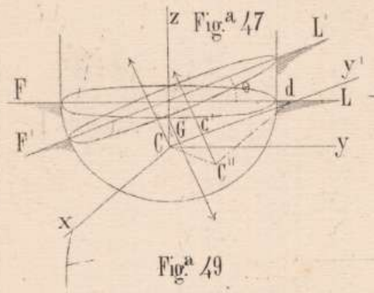


Fig.ª 48

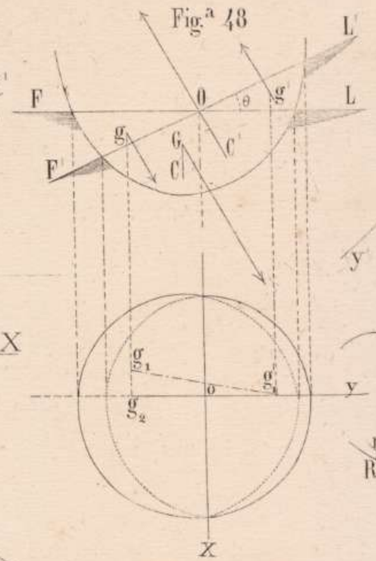


Fig.ª 51

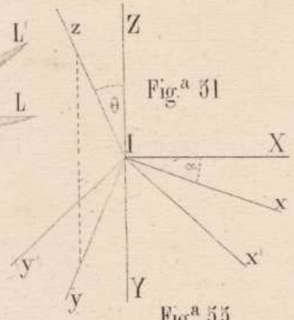


Fig.ª 52

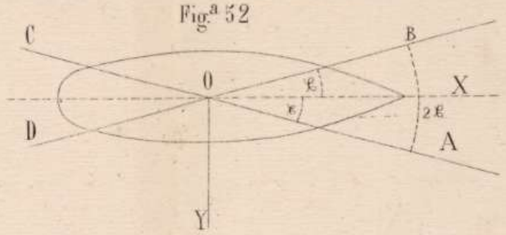


Fig.ª 53

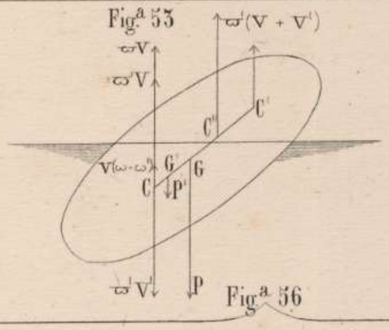


Fig.ª 54

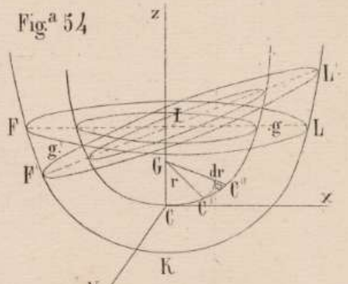


Fig.ª 49

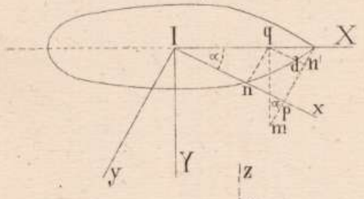


Fig.ª 55

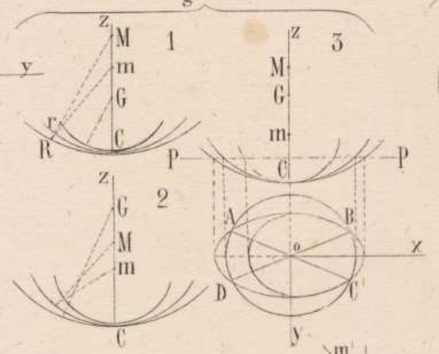


Fig.ª 56

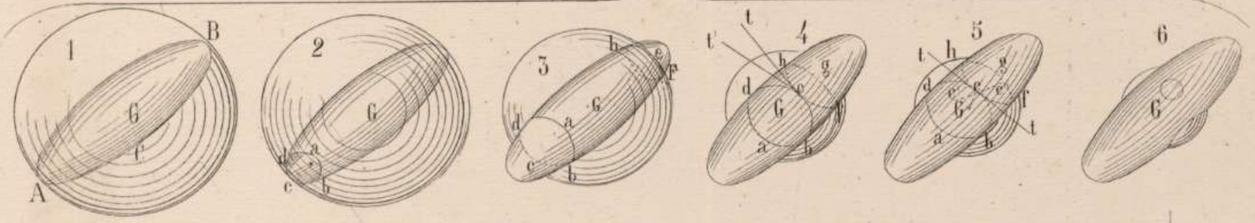


Fig.ª 50

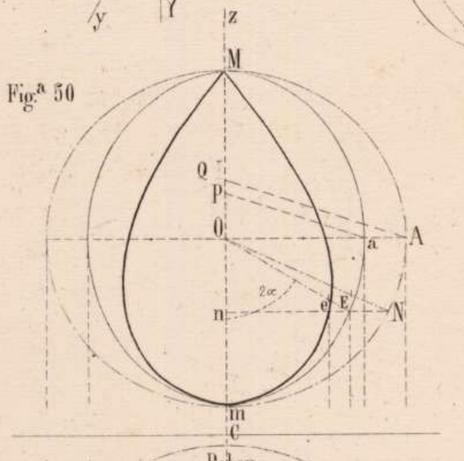


Fig.ª 60

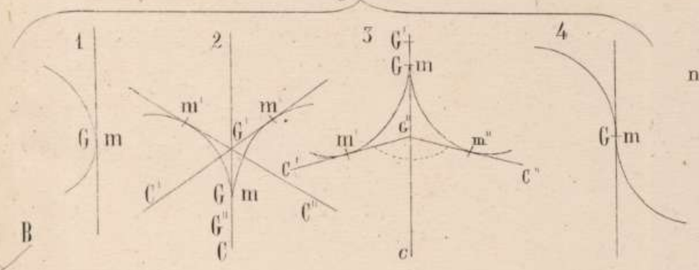


Fig.ª 61

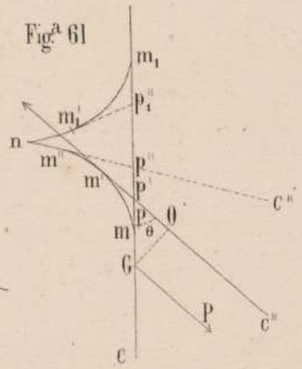


Fig.ª 62

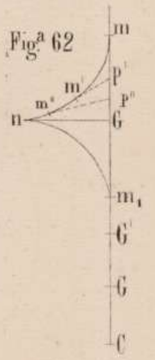


Fig.ª 57

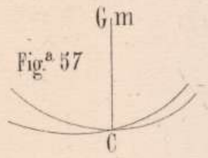


Fig.ª 58

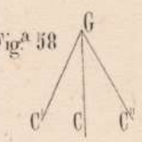


Fig.ª 59

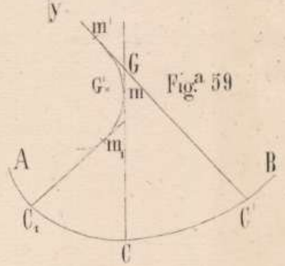


Fig.ª 63

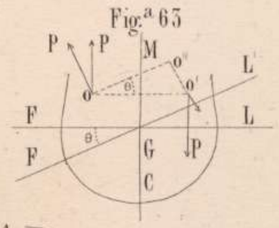


Fig.ª 64

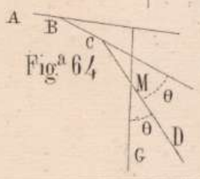


Fig.ª 65

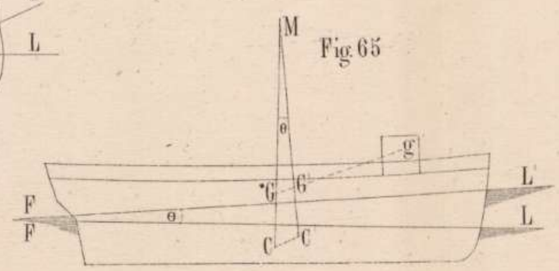


Fig.ª 66

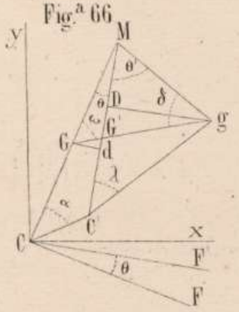


Fig.ª 67

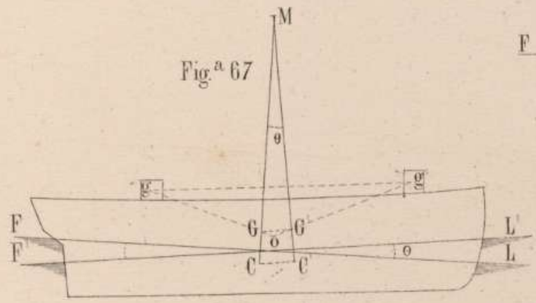


Fig.ª 68

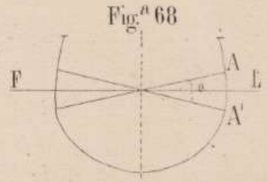
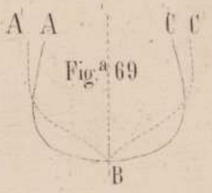


Fig.ª 69



Larraya lit.ª

minuye la amplitud de los movimientos de las moléculas liquidas y con el mismo objeto inclinaron después las caras anteriores, dando lugar á una arista inclinada en lugar de la vertical de la primera cuña.

Mas tarde se quiso evitar los remolinos que tienen lugar en los dos costados de proa y se sustituyeron las caras planas inclinadas anteriores por superficies curvas, que servian de directrices á las moléculas liquidas en su movimiento y disminuian, por consiguiente, los efectos anteriores ó sean los remolinos, haciendo que los filetes de las moléculas desviadas tomasen gradualmente y con rapidez direcciones paralelas á los costados del buque.

Las consideraciones que los efectos producidos en la parte anterior del sólido nos han sugerido pueden tambien hacerse al examinar el movimiento del flúido en la parte posterior ó sea en la popa. Con el objeto de dirigir convenientemente los filetes de moléculas y disminuir el vacio producido en esta parte á causa de los remolinos y surco, se hace afilada la parte posterior del buque, pero en sentido inverso de la parte anterior, puesto que la funcion que está destinada á desempeñar es tambien reciproca de la primera y se termina por dos superficies cóncavas y una cara plana vertical, como indica la (Figura 2.ª); de modo que disminuyendo asi el vacio, disminuye tambien el movimiento general del flúido y, por consiguiente, el trabajo mecánico que absorbe la locomocion del buque.

Esto nos induce á mirar el buque como compuesto de dos cuñas; la primera impelente (convexa), la segunda impelida (cóncava), que se reunen, ó por un elemento cilindrico de generatrices rectilineas y horizontales paralelas al eje del buque, siendo su seccion transversal una curva convexa y simétrica, ó por una série de estos elementos: en ambos casos, la segunda cuña es mas larga que la primera. Asi los buques se componen de una parte que se llama *cuerpo de proa*, otra *cuerpo de popa*, y finalmente de un cuerpo que en algunos casos se reduce á un solo elemento, y que une los dos cuerpos anteriores.

Las dimensiones relativas á las diferentes partes de un buque se han deducido de la observacion del movimiento de un sólido prismático: se ha visto que éste ofrece menos resistencia á moverse en la direccion de la mayor arista, y esta consideracion ha conducido á hacer los buques mas largos que anchos, es decir, á tener mas *eslora* que *manga*.

Siendo la eslora suficientemente grande con respecto á la manga, la menor resistencia que el fluido opone al movimiento del sólido en esta direccion, hace que se le pueda guiar convenientemente y que sea susceptible de llevar la direccion de su eje mayor, pues se concibe que si se hiciese un buque esférico, siendo igual la resistencia que por todas partes ofreceria al movimiento, seria muy dificil guiarlo de una manera conveniente; por otra parte, tambien se ha observado que hay ciertas relaciones entre la eslora y la manga, con las cuales se obtienen mejores condiciones, y es útil no separarse de ellas en la práctica, porque es preciso que esta relacion sea suficientemente grande, para que los efectos del movimiento de proa no influyan sobre los de popa aislándolos, pues la resistencia que opone el rozamiento de sus paredes con el fluido crece, aumentando esta dimension; antes se hacia la eslora igual á tres ó cuatro veces la manga; despues se ha hecho hasta siete ú ocho veces, sobre todo cuando no se exige una

grande estabilidad como en los barcos destinados á la navegacion por los rios.

Todo buque debe ser simétrico con relacion á un plano vertical que vaya de popa á proa, pues no hay razon para adoptar otra forma, á causa de la simetría de los efectos que sobre ambos lados se producen. Colocado un observador dando la espalda á la popa y la cara á proa, el semi-buque de su derecha se llama de *estribor* y el de su izquierda de *babor*, como todos los objetos que están á uno y otro lado; esta denominacion tiene por objeto la precision y claridad en la nomenclatura, evitando de esta manera la confusion que podria resultar de la posicion del observador, si se empleasen las palabras derecha ó izquierda; así se dice, *banda ó costado de estribor* etc.

Estando un buque en el agua, tiene una parte de él dentro y otra fuera del liquido. La superficie de éste, supuesto en reposo, corta á la del sólido, segun una linea visiblemente plana y horizontal que se llama *flotacion*; la parte sumergida recibe el nombre de *obra viva, fondos ó carena,* y la parte que va sobre la flotacion, el de *obra muerta.*

La parte mas importante es la obra viva, pues á ella se refiere cuanto hemos dicho acerca de las dimensiones y formas; á la obra muerta se la puede dar una forma cualquiera si bien es necesario darle la mas adecuada para que el viento no ejerza una gran accion sobre ella, alterando sus buenas condiciones, es decir, para que los buques no sean *alterosos.*

Estos pueden ser de *madera* ó de *hierro*, segun predomine en su construccion uno ú otro material.

Dividirémos por consiguiente cada parte del curso en dos secciones; una, en la que estudiarémos los buques de madera, y otra, los de hierro.

Siendo varias las operaciones que deben efectuarse durante la construccion, subdividirémos cada seccion en varias partes.

Antes de proceder á la construccion, dados los planos, harémos la montea, es decir, dibujarémos el buque en tamaño natural, lo cual constituye el *traza do.*

Despues sacarémos las plantillas, (llamadas *gàlibos* en marina), de las diversas piezas; con arreglo á ellas las labrarémos, y despues de unirlas, las colocarémos en la grada, en la posicion que deben ocupar definitivamente. Esta operacion es designada con el nombre de *enramado.*

Construido el casco, se bota al agua, teniendo entonces lo que llamamos *botadura ó lanzamiento.*

Cuando el buque está á flote, se le coloca la máquina, las anclas, el timon y otros diversos objetos llamados *instalaciones*; al mismo tiempo se subdivide el espacio entre cubiertas en otros, resultando de ahi la *reparticion interior*, y finalmente se coloca la *arboladura, jarcia y velàmen.*

Fig.ª 70

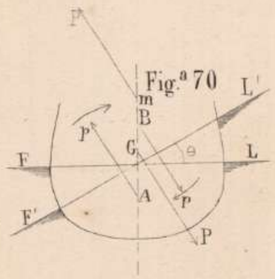


Fig.ª 71

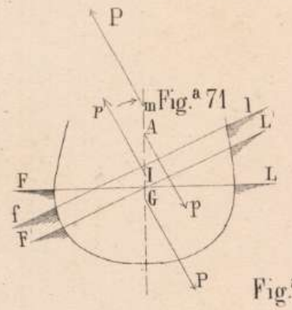


Fig.ª 72

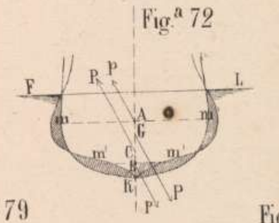


Fig.ª 73

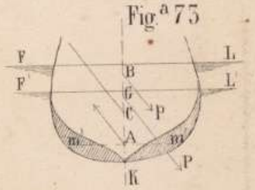


Fig.ª 74

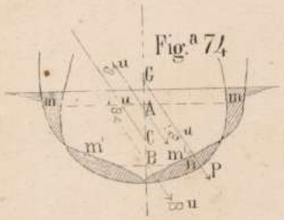


Fig.ª 75

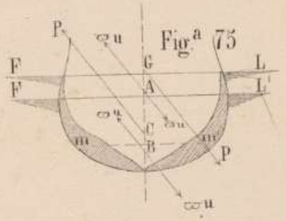


Fig.ª 76

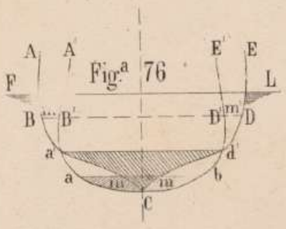


Fig.ª 77

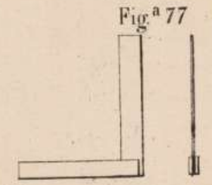


Fig.ª 78

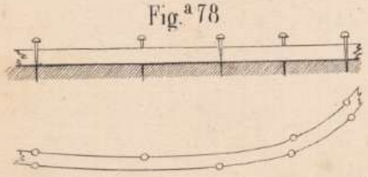


Fig.ª 79

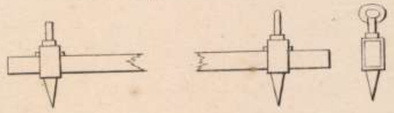


Fig.ª 80

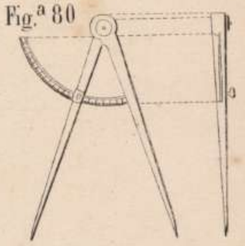


Fig.ª 81

Fig.ª 82



Fig.ª 83

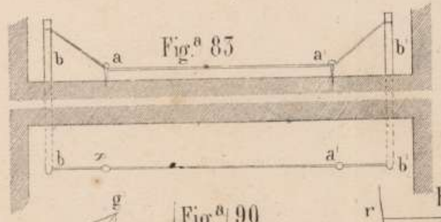


Fig.ª 84
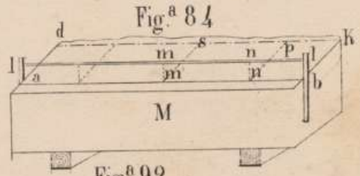


Fig.ª 85

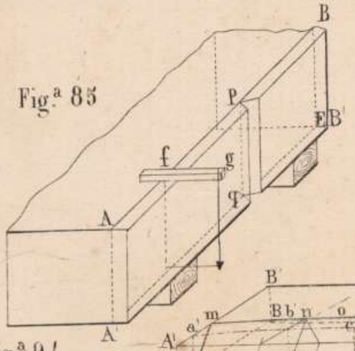


Fig.ª 86



Fig.ª 87

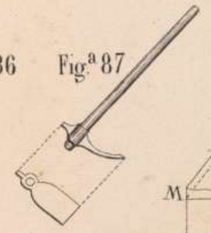


Fig.ª 88

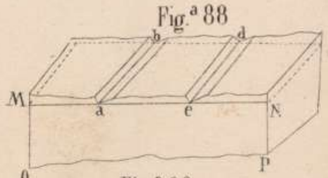


Fig.ª 89

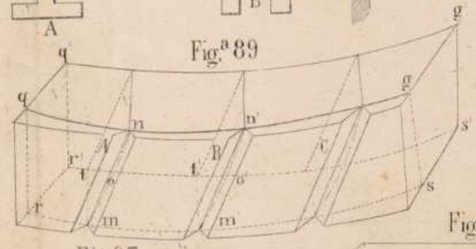


Fig.ª 90
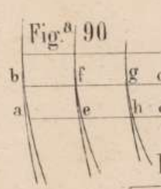


Fig.ª 91

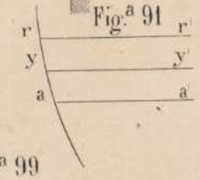


Fig.ª 92

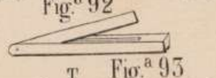


Fig.ª 93

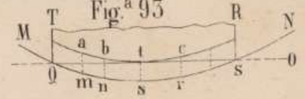


Fig.ª 94

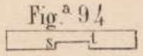


Fig.ª 95
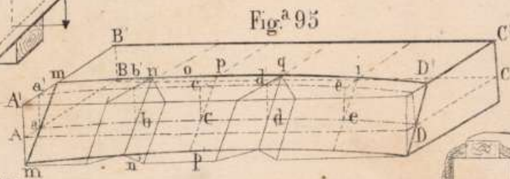


Fig.ª 96

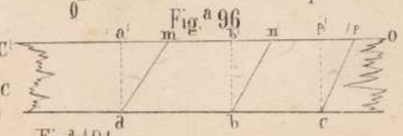


Fig.ª 97

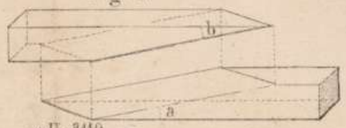


Fig.ª 98

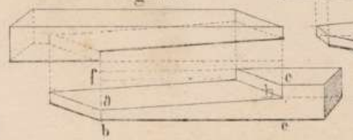


Fig.ª 99



Fig.ª 100

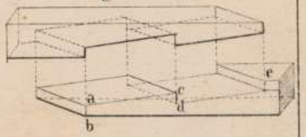


Fig.ª 101



Fig.ª 102



Fig.ª 103

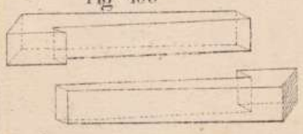


Fig.ª 104

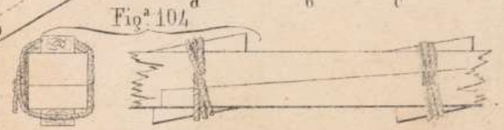


Fig.ª 105

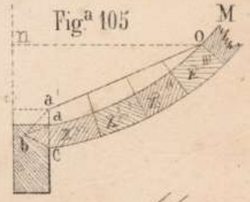


Fig.ª 106

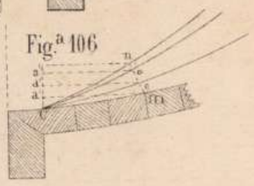


Fig.ª 107

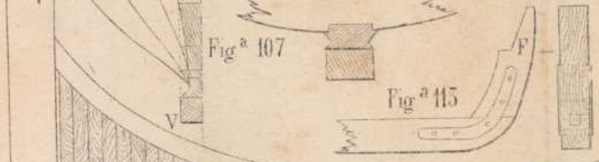


Fig.ª 108

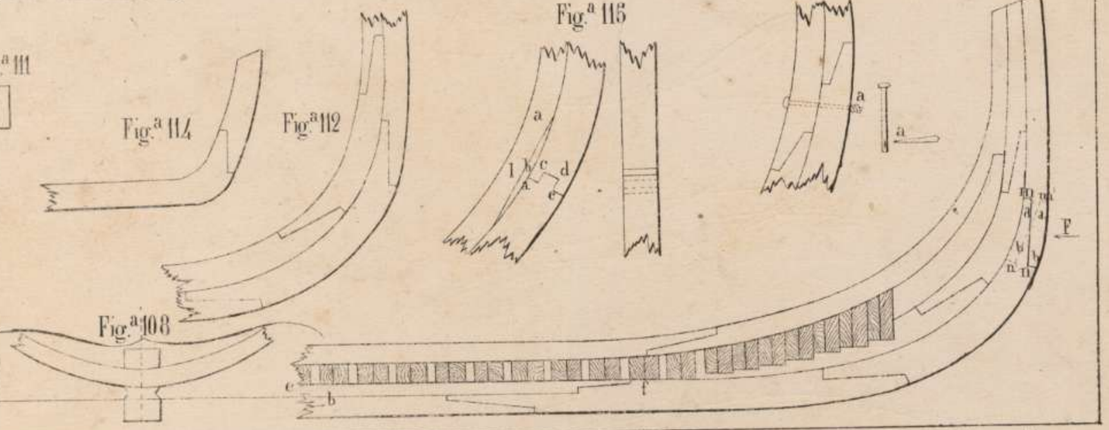


Fig.ª 109

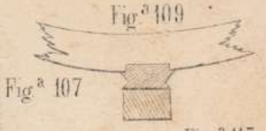


Fig.ª 110



Fig.ª 111

Fig.ª 112

Fig.ª 113

Fig.ª 114

Fig.ª 115

Fig.ª 116

Luzuriaga lit.ª

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES
BIBLIOTECA
MADRID

PRIMERA PARTE.

BUQUES DE GUERRA.

SECCION PRIMERA.

BUQUES DE MADERA.

GENERALIDADES Y TRAZADO.

LECCION 1.ª

1. Del buque en general. El buque insiste sobre un gran madero que es un paralelepípedo horizontal, llamado *quilla*: su cara superior se llama *canto alto* de la quilla, la inferior *canto bajo* y la distancia entre estas ó su altura, *peralto*. Las prolongaciones de la quilla, por la parte anterior y posterior del buque reciben respectivamente los nombres de *roda* y *codaste*; este último no se estiende como la roda hasta la parte superior, sino que termina un poco mas arriba de la flotacion.

La quilla, roda y codaste se hallan situadas en el plano de simetria. Las piezas que dan forma al buque son una série de armaduras planas perpendiculares á la quilla, colocadas á cierta distancia unas de otras, llamadas *cuadernas*; estas piezas son simétricas con respecto á la interseccion de su plano con el de simetria; la de mayor magnitud se llama *cuaderna maestra*, la cual se designa en los planos con una M; sobre ella se mide la manga del buque, teniendo este una ó varias cuadernas maestras, segun haya un solo elemento cilindrico en la union de las dos cuñas ó varios de estos elementos.

No siendo posible encontrar en ningun caso árboles que dén por su magnitud y forma las cuadernas enteras, ha sido preciso formarlas de varias piezas, ensamblándolas á *rayo de Júpiter* (Fig. 3.ª), ó bien reuniendo dos cuadernas compuestas de piezas unidas á tope (Fig. 4.ª) y consus juntas alternadas. Este sistema de cuadernas es el que nosotros usamos, por cuya razon se llaman *cuadernas à la española*

Las piezas que las forman reciben el nombre de *ligazones*, y los espacios intermedios entre unas y otras el de *claras*.

En el buque hay cuadernas que sirven para darle forma y se llaman *principales*: las de relleno reciben el nombre de *cuadernas de henchimiento*, y las mismas en la proa de *estarpones*.

En los antiguos buques de guerra se formaba la popa adaptando al codaste *c*, (Fig. 5.ª), que hacia el oficio de quilla, unas cuadernas horizontales *i*, llamadas *yugos*, (de los que el mayor *I*, recibia el nombre de *principal*), apoyados sobre la *aleta a*, que era una cuaderna vertical é inclinada con respecto al plano de simetria. A partir del codaste, la ármazon que constituia la *bovedilla b* y el *espejo c* estaba formada por unas piezas curvas *g*, llamadas *gambotas* ó *rabos de gallo*, en cuyas claras se colocaban las *portas* de la bateria ó troneras para la artilleria y las ventanas de las cámaras.

Las *popas cuadradas ó petos* de que nos ocupamos están ya hoy dia desechadas por completo y solo las vemos en algunos buques mercantes; en su lugar se construyen las *popas redondas*, que se obtienen inclinando sucesivamente las últimas cuadernas con respecto al plano de simetria, de modo que en proyeccion horizontal forme como un abanico: de esta manera se consigue que no tengan los buques modernos la discontinuidad que los antiguos, lo cual contribuia á disminuir la resistencia. En cambio de la ventaja que presentan los primeros, su construccion es mas costosa; sin embargo, esto no compensa los muchos inconvenientes que los segundos ofrecian y que indicarémos mas adelante.

Para hacer el buque impermeable ó estanco, se colocan de popa á proa y sobre las cuadernas por su parte esterior, unos tablones de espesor variable en los diferentes puntos de la superficie, que constituyen el forro esterior; hay que distinguir, por lo tanto, la superficie formada por las caras esteriores de las cuadernas, que se llama *superficie fuera de miembros*, de la que forman las caras esteriores de los tablones, llamada *fuera de forros*; para unir los tablones de forro con la quilla, se practica en esta pieza, (Fig. 6.ª) una canal triangular, que se prolonga por la roda y codaste, y que se llama *alefriz*; su seccion es un triángulo isósceles, su arista interior se llama *fondo*, y las otras *canto alto ó bajo*, *esterior* ó *interior*, segun se considere en la quilla ó en la roda y codaste.

A lo largo de las uniones de los tablones se introduce estopa, que se comprime bien, embreando y tapando las juntas que se llaman *costuras*; esta operacion, llamada *calafateo*, es muy importante, pues de ella depende que el buque sea ó no estanco.

Para aumentar en lo posible la invariabilidad de forma y posicion de las cuadernas, se colocan sobre ellas, interiormente, tablones en el sentido longitudinal del barco, desde la quilla hasta el coronamiento, constituyendo asi el *forro interior*, al cual se dá menos espesor que al esterior.

Las presiones que constantemente ejerce sobre las banlas del buque el liquido en que flota y los choques de las olas tienden á aproximar los costados, desligando el maderamen que no queda suficientemente consolidado por los forros interior y esterior. Para remediar este inconveniente, se colocan en el sentido transversal y apoyadas en las cuadernas unas vigas ó *baos*, que al paso que hacen

Fig.ª 117

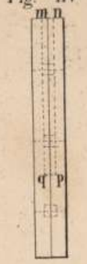


Fig.ª 118

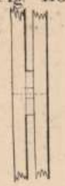


Fig.ª 119

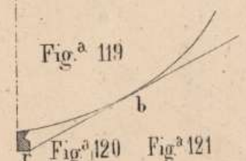


Fig.ª 120

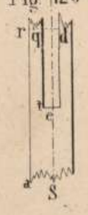


Fig.ª 121



Fig.ª 133



Fig.ª 136

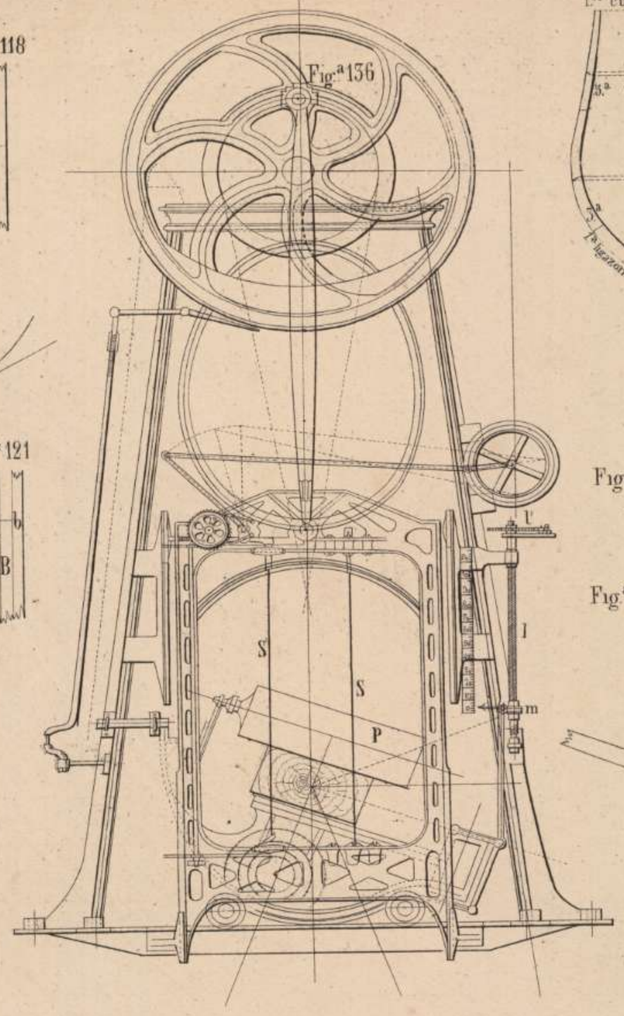


Fig.ª 122

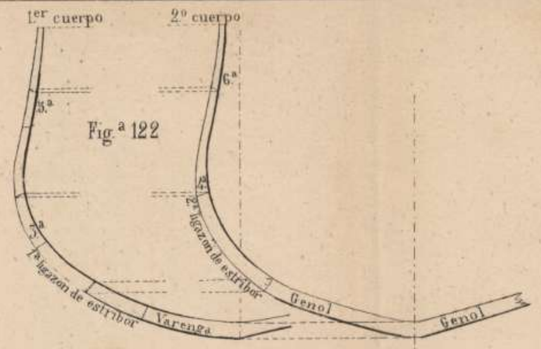


Fig.ª 123

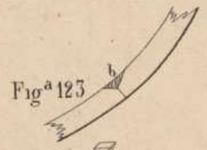


Fig.ª 124

Fig.ª 125

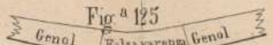


Fig.ª 126

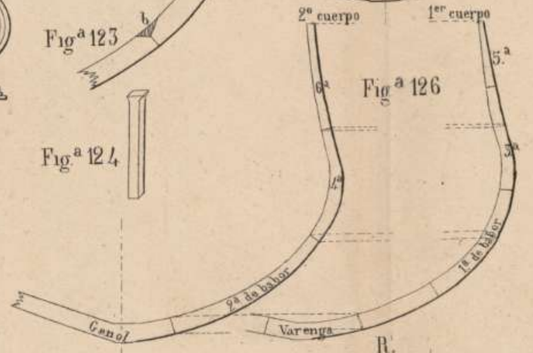


Fig.ª 127

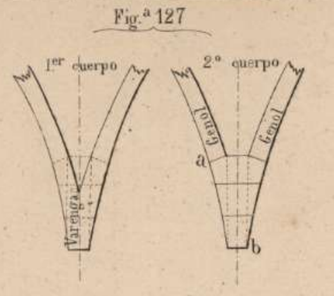


Fig.ª 128

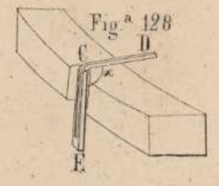


Fig.ª 129

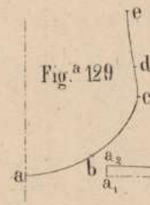


Fig.ª 130

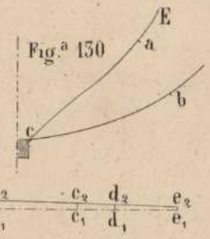


Fig.ª 131

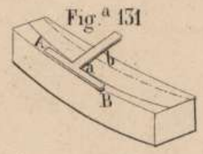


Fig.ª 132

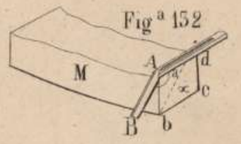
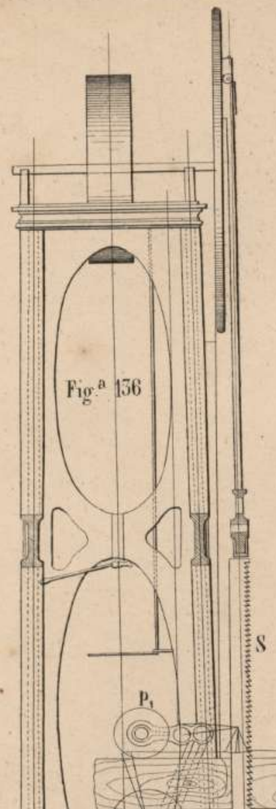


Fig.ª 136



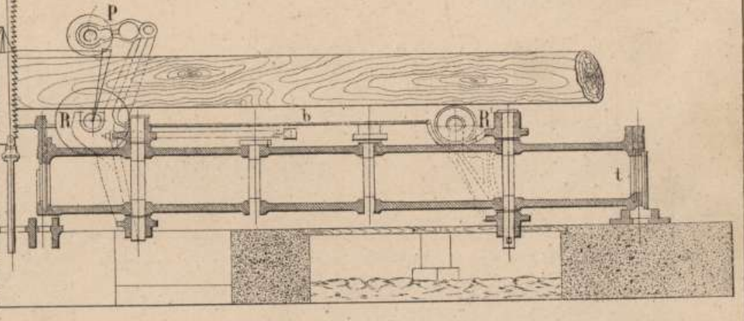


Fig.ª 134

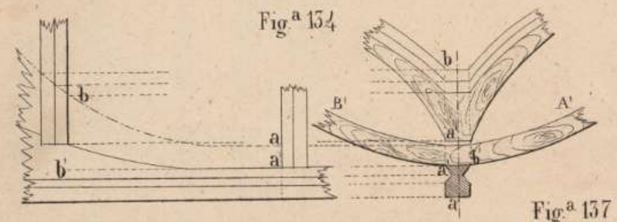


Fig.ª 135

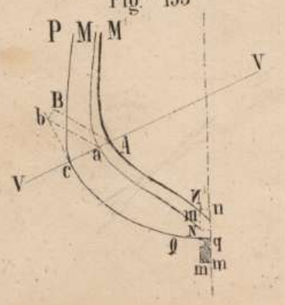


Fig.ª 137

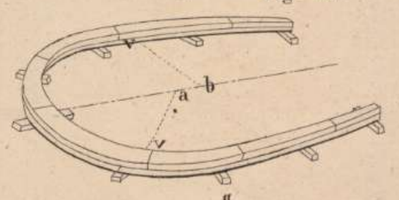


Fig.ª 139

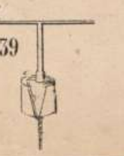
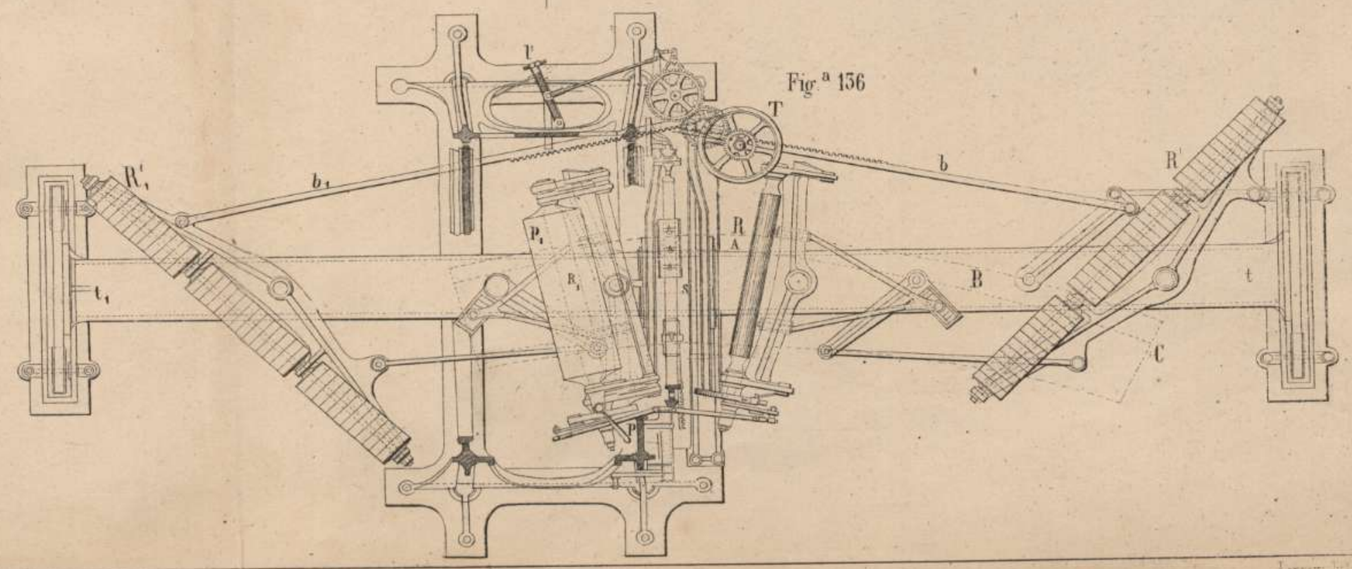


Fig.ª 138



Fig.ª 136



Lapeyra lit.

invariable el sistema, sirven para dividir el espacio interior del casco en pisosó *cubiertas*.

El espacio comprendido entre la quilla y la primera cubierta, destinado á la colocacion de víveres y pertrechos de guerra, recibe el nombre de *bodega*, que algunas veces se divide en dos, por medio de una cubierta ligera, interrumpida en la parte central, sobre todo en los buques de vapor, la cual recibe el nombre de *falso-sollado*; inmediatamente encima de la bodega ó falso sollado, va el sollado, que está en parte debajo del agua, destinado á las habitaciones de los oficiales y guarda-ropa de la marinería.

La cubierta que limita el sollado en sentido de la altura se llama *cubierta principal* ó de la batería, pues es la que lleva los cañones, constituyendo el verdadero puesto de combate.

Algunos buques tienen dos ó tres baterías cubiertas, que en este caso se llaman 1.ª, 2.ª ó 3.ª batería, contando siempre de abajo arriba.

La cubierta que recubre la batería superior se llama *cubierta alta*, la cual se destina á la maniobra de las velas y tambien á la colocacion de algunas piezas de artillería, formándose entónces una batería descubierta ó sea *batería de barbeta*.

En la popa de los buques grandes suele establecerse, encima de la cubierta alta, otra cubierta destinada al alojamiento del comandante, la cual se designa con el nombre de *toldilla ó alcàzar*, y en la proa, otra que se utiliza para el abrigo de la gente en los malos tiempos y que se llama *castillo*.

Los costados del castillo y la toldilla están unidos por una barandilla ó antepecho de la cubierta, á que se da el nombre de *amurada*, la cual se termina por unos tablones á manera de pasamanos, que forman el coronamiento ó *regala*.

2. Clasificacion de los buques. Los buques de guerra reciben distintos nombres con arreglo al número de sus cañones ó á la disposicion de su velámen y arboladura que constituye el *aparejo*; así se da el nombre genérico de navio á los que tienen mas de una batería cubierta ó puente, especificándolos el número de estas en navios de dos ó tres puentes.

Las fragatas no tienen mas que una batería cubierta, otra de barbeta y el mismo aparejo que los navios; las corbetas tampoco se diferencian de las fragatas por su aparejo, si solamente, ó por no llevar batería cubierta, ó por llevar en la de barbeta solo tres ó cuatro cañones. A pesar de todo no existe un límite definido entre las fragatas y corbetas. Los bergantines, goletas, pailebots etc., ya se diferencian de los anteriores en su aparejo, y por lo tanto los darémos á conocer cuando nos ocupemos del velámen.

La aplicacion del vapor como agente locomotor de los buques exigia una reforma en los aparejos que debian disminuir para los buques de análogas dimensiones, así es que la clasificacion antigua debia caer en desuso. ya que tambien el velámen solo se consideraba como auxiliar de las ruedas de paletas.

Al emplear luego la hélice como nuevo propulsor y al considerar que los gastos considerables de combustible podian reducirse, aumentando el velámen para hacer esclusivamente uso de él en la mayor parte de los casos, aparece la necesidad de establecer una clasificacion, en la que se tuviera en cuenta, no solo el

número de cañones y la clase de aparejo como en otros tiempos, sino tambien la fuerza nominal de sus máquinas.

Así se ha venido á parar á la actual, formada de tres clases; á la primera pertenecen las fragatas blindadas, las de hélice y los vapores de ruedas de 400 ó mas caballos.

La segunda la forman las corbetas de hélice, los vapores de ruedas de 200 á 400 caballos, las corbetas de vela y bergantines de 16 cañones en adelante; finalmente, constituyen la tercera clase las goletas de hélice, vapores de ruedas de unos 300 caballos, los transportes de vela y los de vapor.

Los buques escuelas y destinados á comisiones especiales, están exentos de clasificacion.

Fig.ª 140

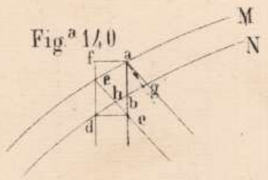


Fig.ª 141

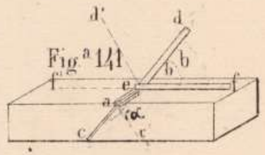


Fig.ª 142

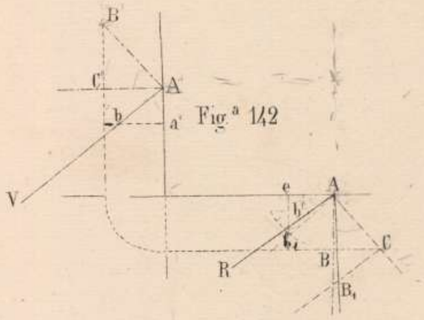


Fig.ª 143

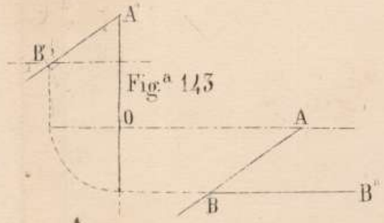


Fig.ª 144

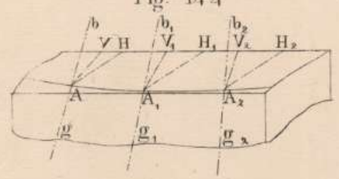


Fig.ª 145

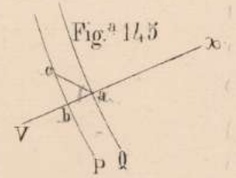


Fig.ª 146

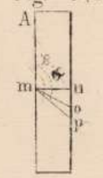


Fig.ª 147

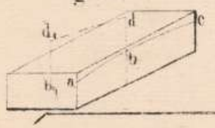


Fig.ª 148

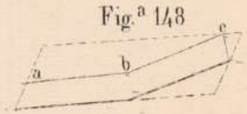


Fig.ª 149

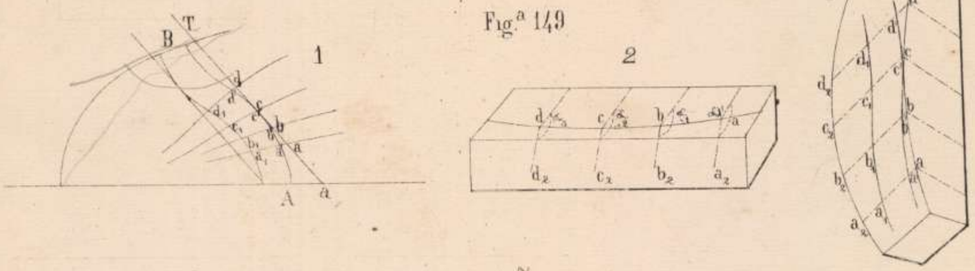


Fig.ª 150

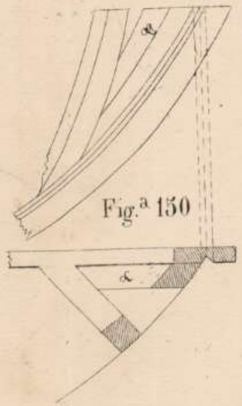


Fig.ª 151

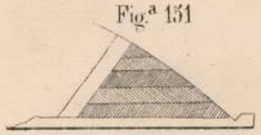


Fig.ª 152

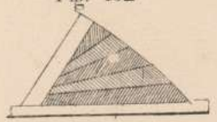


Fig.ª 153

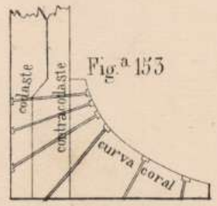


Fig.ª 154

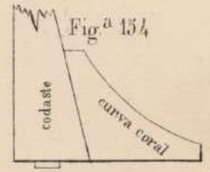


Fig.ª 155

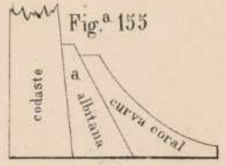


Fig.ª 156

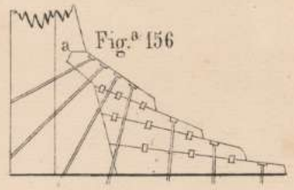


Fig.ª 157

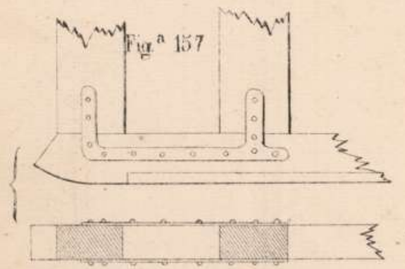


Fig.ª 158

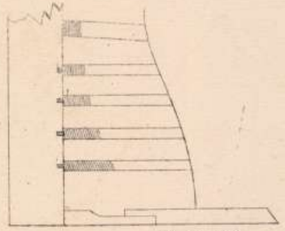


Fig.ª 159



Fig.ª 160



Fig.ª 161



Fig.ª 162

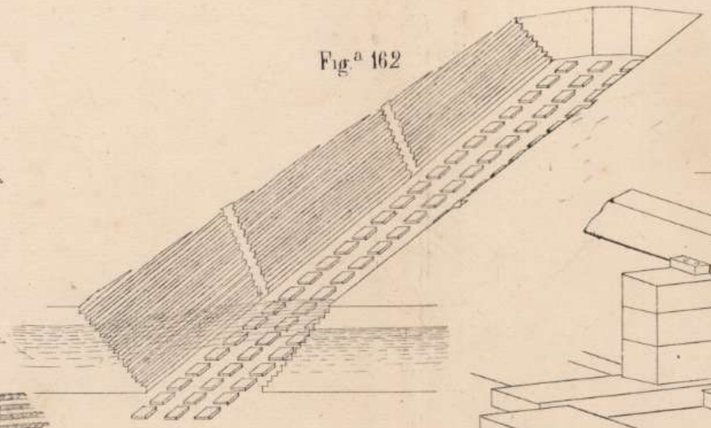


Fig.ª 163

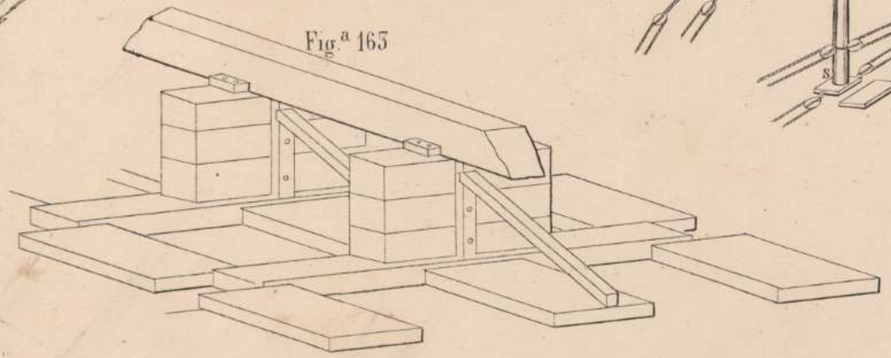


Fig.ª 164

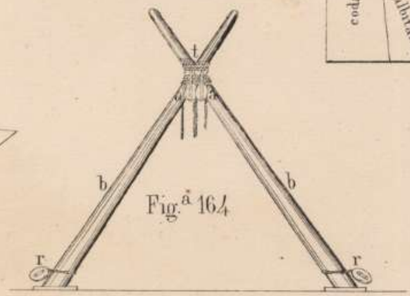


Fig.ª 165

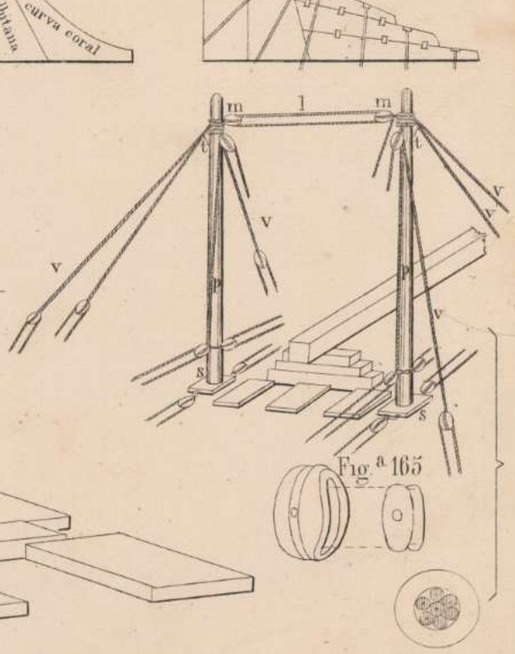
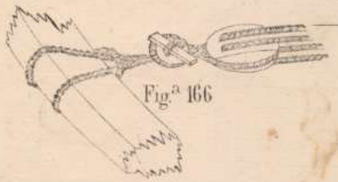


Fig.ª 166



Larraya lit.º

ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS NAVALES
BIBLIOTECA
MADRID

LECCION 2.ª

3. Representacion del buque. Puesto que la superficie esterior del buque no es susceptible, hasta ahora, de una representacion geométrica exácta, es necesario valerse de líneas trazadas sobre ella, que nos acusen su forma con claridad y nos sirvan para determinar los elementos principales para los cálculos de desplazamiento y estabilidad.

Al efecto, nos valdrémos de tres planos de proyeccion. De los dos primeros, que serán verticales, uno se confundirá con el plano de simetria del buque, que designarémos con el nombre de plano *diametral* ó *longitudinal*, y otro será perpendicular á este y á la quilla, al que llamarémos *transversal*.

Finalmente tomarémos como tercer plano el de flotacion, que supondremos paralelo á la quilla, dándole el nombre de plano *horizontal*.

Las líneas que nos sirven para formarnos una idea de la forma del buque y para determinar sus elementos se reducen á tres principales que son: cuadernas, líneas de agua y vagras de doble curvatura, y dos ausiliares llamadas vagras planas y secciones longitudinales.

La obra viva del buque fuera de miembros está limitada por la flotacion, los fondos de los alefrices de la roda y codaste, y el canto alto de la quilla.

La obra muerta se limita de dos maneras segun que los buques sean de popa redonda ó cuadrada.

En el primer caso queda la obra muerta terminada por la regala, el fondo del alefriz de la roda, la flotacion y la gambota diametral ó *rabo de gallo* del centro, que va apoyado en el canto interior del alefriz del codaste.

Los buques de popa cuadrada terminan en esta parte, como ya sabemos, con el codaste, yugo príncipal, y las gambotas.

4. Plano diametral. El plano *diametral* corta á la quilla y codaste segun dos rectángulos y á la roda segun otras tantas curvas que se confunden con su contorno aparente sobre dicho plano. (Fig. 7.ª)

Para proceder á la representacion del buque sobre el plano diametral, se trazará una línea horizontal que sirva de línea de tierra, la cual coincide con el canto bajo del alefriz de la quilla, aunque algunos la hacen pasar por el canto alto.

Sobre la linea de tierra se toman dos puntos, que disten entre si una cantidad igual á la eslora del buque, y sobre ellos se levantan dos perpendiculares, que se llaman respectivamente *perpendiculares* de *popa* y *proa*. Estas perpéndiculares pasan, ya por las intersecciones de los fondos de los alefrices de la roda y codaste con el plano de flotacion, ó ya por la interseccion de dicho plano con los cantos esteriores. En el primer caso, la eslora que hemos tomado es la eslora en la flotacion del buque, sin tener en cuenta los forros, y en el segundo es la eslora del buque, incluyendo los forros, por lo cual se llama *eslora* del buque fuera de forros y entre perpendiculares. Parece indiferente hacer pasar las perpendiculares por la interseccion de la flotacion con los fondos ó los cantos esteriores de los alefrices, pero si se tiene en cuenta que para calcular el volúmen de la obra viva hace falta tener la superficie del buque fuera de forros, será mas sencillo emplear el segundo medio, asi como tambien, tomar por linea de tierra el canto bajo del alefriz de la quilla.

Trazadas las perpendiculares, se toma sobre ellas y á partir de la linea de tierra el *puntal de obra viva*, que es la distancia del canto bajo del alefriz de la quilla á la flotacion, suponiendo, como ya hemos dicho anteriormente, que ambas lineas sean paralelas.

En general, el plano de flotacion de los buques no permanece paralelo á la quilla, cuando estos están á flote, pues á causa de la diferencia de formas y pesos en las estremidades, siempre están mas sumergidos de popa que de proa. En este caso la distancia de la flotacion al canto bajo de la quilla es distinta en la proa y popa: esta distancia se llama *calado de proa ó de popa* respectivamente, su diferencia *diferencia de calados*, la semisuma *calado medio*, y la flotacion verdadera, *flotacion con diferencia de calados*. El calado en general se llama *calado en rosca*, cuando el buque se considera con solo el peso de su casco y arboladura, y en *carga*, cuando está completamente armado y cargado.

En lugar de tomar sobre las perpendiculares el puntal de obra viva, se puede determinar la flotacion, tomando el calado medio sobre las perpendiculares á partir del canto bajo de la quilla.

Una vez obtenida la flotacion sin diferencia, se trazan las lineas de agua a, a', a'', que generalmente son en número de diez, incluyendo la flotacion, para lo cual se divide en diez partes iguales el puntal de obra viva. En seguida se determina la roda, que á veces tiene lanzamiento, entendiéndose por *lanzamiento* la distancia de la perpendicular de proa á la interseccion del canto esterior del alefriz de la roda con el canto bajo del de la quilla, ó la distancia de dicha perpendicular á la interseccion del fondo del alefriz de la roda con el de la quilla, segun que pase por el fondo del alefriz en la flotacion ó por su canto esterior.

Despues de obtenida la roda con su alefriz, se traza el codaste, que puede ser ó no perpendicular á la quilla, en cuyo último caso se dice que tiene *lanzamiento*.

Los buques de hélice tienen, como se ve en la (Fig· 7.ª), dos codastes, que se llaman codaste de proa y codaste de popa.

El de proa es el que limita la obra viva del buque, por lo cual está provisto de su alefriz correspondiente.

Las cuadernas c, c', c'' son las lineas que resultan de cortar el buque por planos perpendiculares al diametral y horizontal, siendo por lo tanto paralelas al transversal.

Fig.ª 167

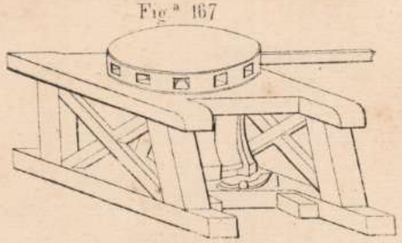


Fig.ª 168

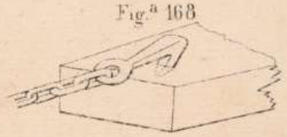


Fig.ª 169

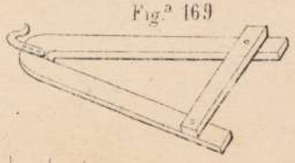


Fig.ª 170

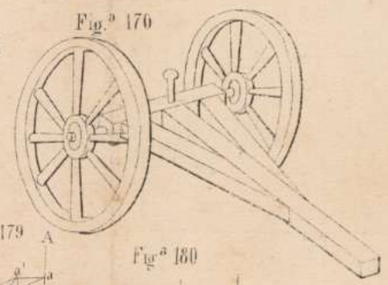


Fig.ª 171

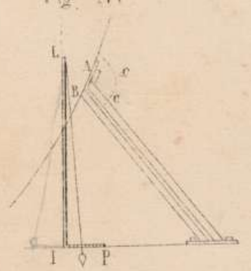


Fig.ª 172

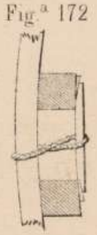


Fig.ª 173

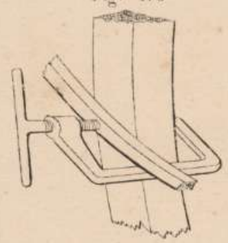


Fig.ª 174

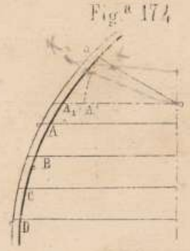


Fig.ª 175

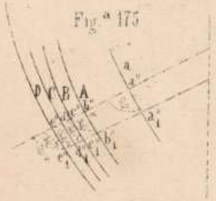


Fig.ª 176



Fig.ª 177



Fig.ª 178

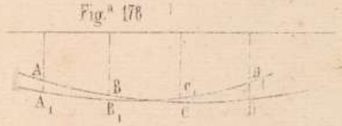


Fig.ª 179



Fig.ª 180

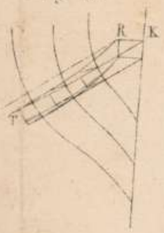


Fig.ª 181

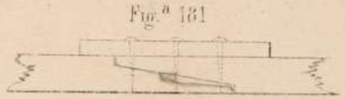


Fig.ª 182

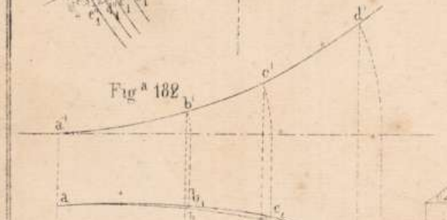


Fig.ª 183

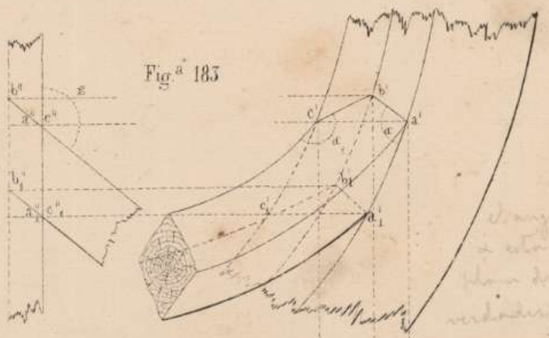


Fig.ª 184

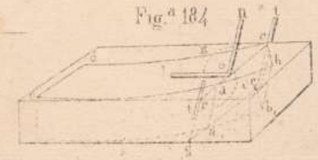


Fig.ª 185

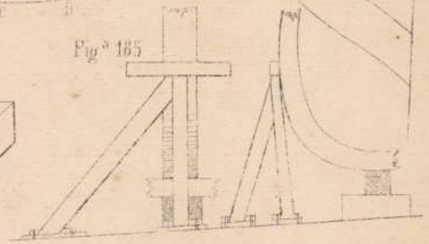


Fig.ª 186

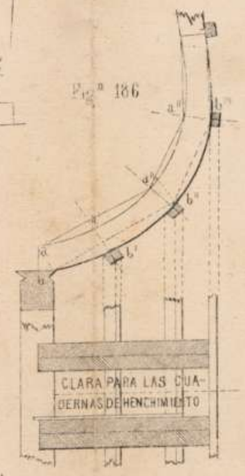


Fig.ª 187

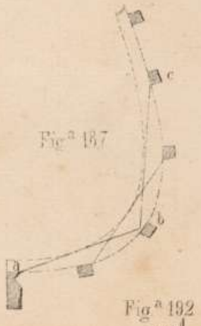


Fig.ª 188

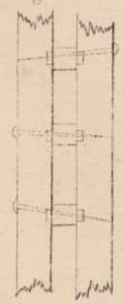


Fig.ª 189

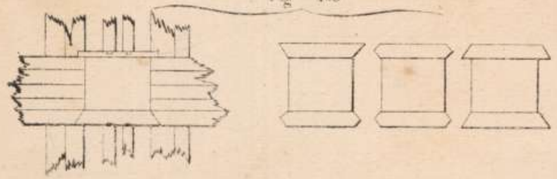


Fig.ª 190

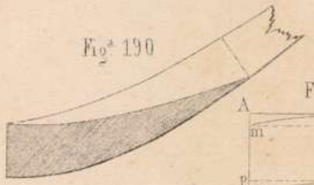


Fig.ª 191

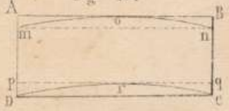


Fig.ª 192

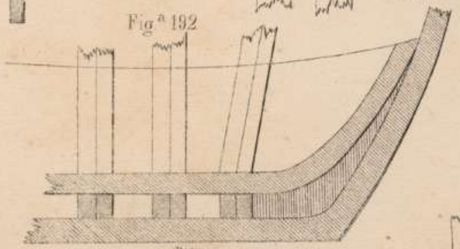


Fig.ª 193

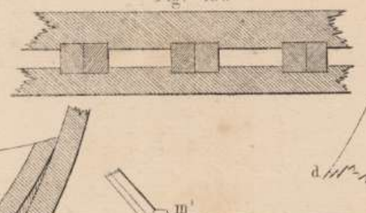


Fig.ª 194

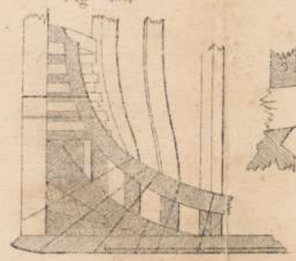


Fig.ª 195

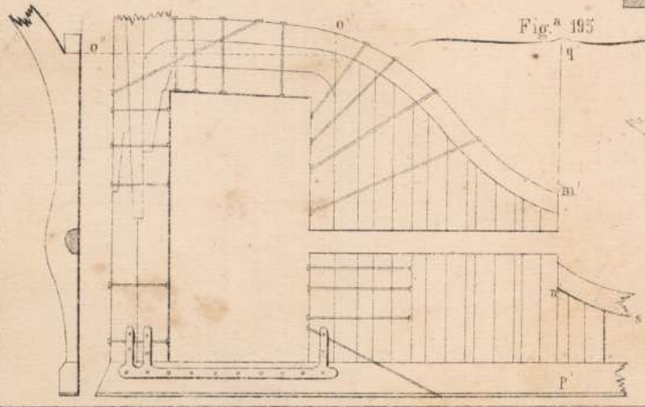


Fig.ª 196

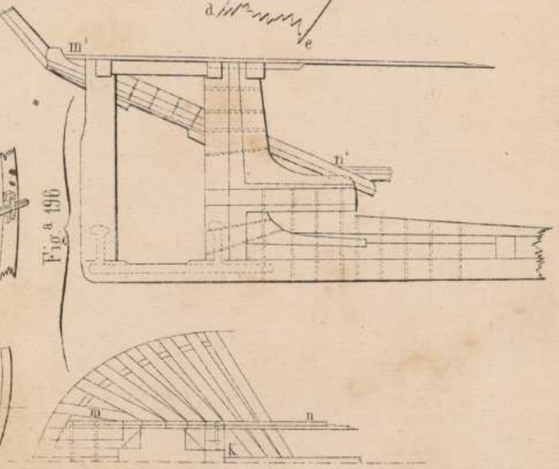


Fig.ª 197

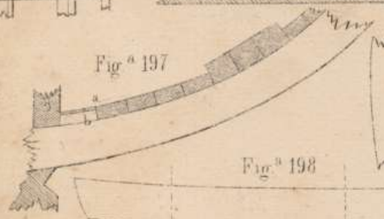
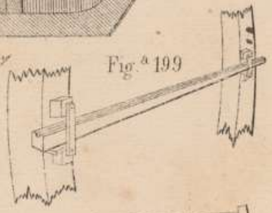


Fig.ª 198



Fig.ª 199



CLARA PARA LAS CUADERNAS DE HENCHIMIENTO

Estas cuadernas, que generalmente están repartidas á distancias iguales en los dibujos y que se llaman de *trazado*, representan el plano de union de las cuadernas materiales del buque: este plano recibe el nombre de *plano ó cara de encoramento* de las semi-cuadernas respectivas que forman la española. Las cuadernas de trazado no coinciden muchas veces con las de construccion. pues solo nos sirven para representar la superficie del buque fuera de miembros. En el plano diametral se proyectan segun rectas paralelas á las perpendiculares de proa y popa y se reparten generalmente á distancias iguales entre dichas perpendiculares. Sin embargo, como la curvatura en las estremidades del buque es mas pronunciada, se trazarán allí mayor número de cuadernas para que queden las formas mejor definidas. Estas cuadernas ausiliares se llaman *falsas cuadernas*.

Las líneas de agua y las cuadernas determinan con bastante exactitud la obra viva; para la obra muerta nos servirémos de las prolongaciones de las cuadernas, de otras líneas de agua trazadas por encima de la flotacion á las que llamarémos *secciones horizontales* y de las *vagras de doble curvatura*, cuyas líneas están perfectamente relacionadas con la construccion del buque, puesto que son las intersecciones de este con las superficies de las cubiertas. Además de estas vagras de doble curvatura podrémos trazar la *línea del fuerte* que es el lugar geométrico de las máximas semi-mangas de las cuadernas, las vagras que pasan por los cantos altos de las portas ó sean *batiportes altos y bajos* y la *regala* que es la interseccion de la superficie del buque con una cubierta hipotética, suponiendola trazada por la cara inferior del madero que forma la regala.

Las cubiertas son superficies curvas, que cortadas por planos paralelos al diametral, tienen una curvatura, y por planos perpendiculares á la quilla otra opuesta.

La seccion de una cubierta por el plano diametral es convexa con relacion á la quilla y su flecha se llama *arrufo*.

La curvatura de las cubiertas en este estado tiene por objeto oponerse al quebranto ó flexion del buque segun el plano de simetria, flexion que se produce por la diferente relacion que existe entre los pesos y las presiones de abajo arriba que sufre el casco en los diferentes puntos de su seccion diametral, pudiendo asimilarse á una pieza armada cargada de pesos desigualmente repartidos que van creciendo del centro á las estremidades.

Las secciones perpendiculares dan, como hemos ya dicho, una curvatura distinta que las otras, puesto que son cóncavas con relacion á la quilla; esta curvatura tiene por objeto espeler el agua hacia la parte esterior del buque y oponerse algun tanto al retroceso de las piezas de artilleria. La flecha de estas curvas se llama *brusca ó vuelta*, aunque algunos la llaman tambien arrufo, pero no es conveniente emplear esta denominacion, porque se puede confundir con la flecha de las secciones diametrales de las cubiertas.

La superficie de estas se engendra de la manera siguiente: dada la directriz sobre el plano de simetria, se hace correr á lo largo de esta línea otra que hace de generatriz, tambien curva, cuyo plano que coincide al principio de la generacion con el de la cuaderna maestra es constantemente perpendicular á la anterior y á la quilla; las intersecciones de la generatriz con la superficie del buque nos darán

varios puntos que, unidos, determinarán una vagra de doble curvatura.

La curva generatriz coincide con el canto alto de los baos que están formados de dos caras planas verticales y perpendiculares al plano de simetria y dos superficies cilíndricas paralelas y de generatrices horizontales.

Las líneas rectas que unen los estremos de las curvas que forman las aristas ó cantos superiores de los baos, se llaman *lineas rectas* de los baos; las intersecciones de las superficies engendradas por estas lineas con el plano diametral representan las de las cubiertas con el buque ó sean las vagras de doble curvatura.

La primera vagra que se traza es la de la cubierta de la bateria ó cubierta principal. La altura de esta vagra sobre la flotacion en la cuaderna maestra es lo que se llama *altura de bateria*. Trazada esta, se obtienen las de los batiportes altos y bajos, las de las otras baterias. linea del fuerte, cubierta alta y regala.

Las proyecciones de estas vagras sobre el plano diametral son generalmente paralelas entre si, elevándolas mas en la popa que en la proa para compensar el mayor descenso del buque en aquella parte á causa de su menor desplazamiento.

La interseccion de la popa con el plano diametral es una curva determinada en los buques de popa redonda por abcisas y ordenadas referidas á la perpendicular de popa y á la quilla como ejes coordenados.

En los de popa cuadrada se representa por la gambota diametral formada por dos rectas que son las intersecciones con el plano diametral de la bovedilla y el espejo y por la proyeccion del yugo principal.

5. Plano horizontal. El plano *horizontal* se puede considerar rebatido, sobre el plano del papel con el cual coincide el diametral, efectuando el rebatimiento al rededor del eje $X\,X$ (Fig. 7.ª) Sobre este plano las cuadernas se proyectan segun rectas perpendiculares á dicho eje, siendo prolongaciones de las que representan las mismas líneas en el plano diametral.

Los fondos de los alefrices de la quilla, roda y codaste forman una línea paralela al eje, lo mismo que los cantos esteriores, solo que su distancia á dicho eje está aumentada en la altura del triángulo que representa el alefriz.

La flotacion y las líneas de agua se proyectan en su verdadera magnitud. Para determinar las estremidades de proa de dichas líneas se considera la interseccion de los planos de las líneas de agua con la roda, las cuales nos dan el contorno $i\,f\,e$ del alefriz (Fig 8.ª) en verdadera magnitud sobre el plano horizontal. Cuando las líneas de agua como la $a\,i$ formen un ángulo θ mayor que el ω se hacen terminar en el canto interior del alefriz, mas si la direccion de la línea de agua en proyeccion horizontal fuese la $a'\,f$, cuyo ángulo θ' es menor que dichoángulo ω, entonces se terminan en el fondo f del alefriz en la proyeccion horizontal y diametral.

Vemos pues, que en la roda, para cada línea de agua habria que determinar la proyeccion horizontal de la interseccion del plano de dicha línea con el alefriz y ver si terminan en el fondo ó en el canto interior; pero en la práctica no hay necesidad de hacer esta construccion para todas las líneas de agua, pues las primeras, á partir de la quilla, terminan en el fondo del alefriz, y solo hace falta buscar aquella á partir de la cual empieza á terminar en el canto interior, dependiendo esto de las formas del buque.

Cuando el codaste no tiene lanzamiento, si el alefriz es vertical, la parte de este

Fig.ª 200

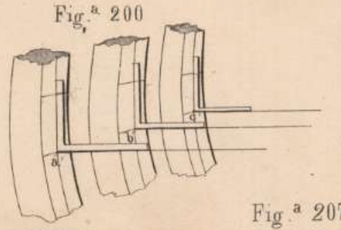


Fig.ª 201

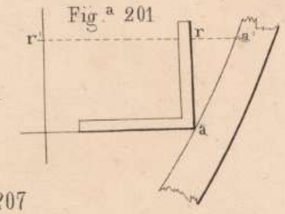


Fig.ª 202

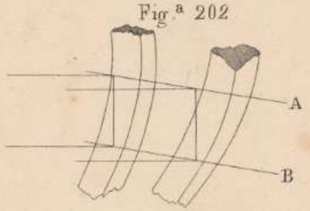


Fig.ª 203

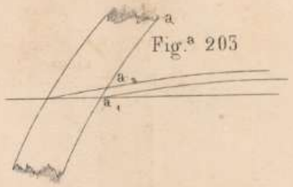


Fig.ª 204

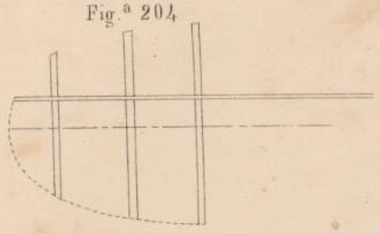


Fig.ª 205

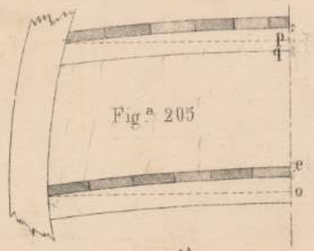


Fig.ª 206

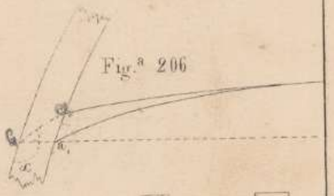
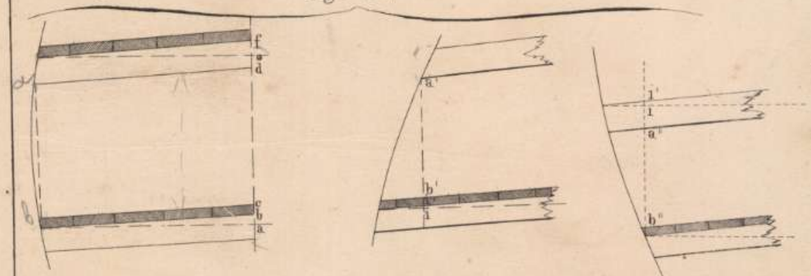


Fig.ª 207



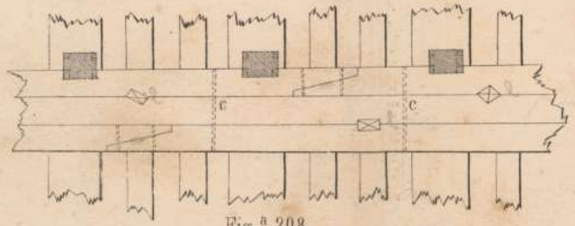


Fig.ª 208

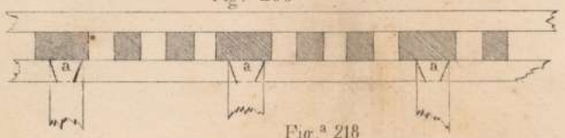


Fig.ª 209

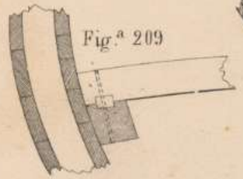


Fig.ª 210

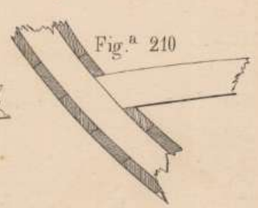


Fig.ª 211

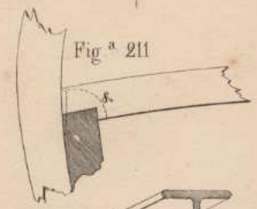


Fig.ª 212

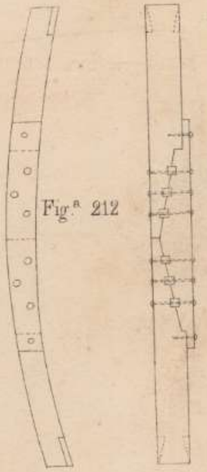


Fig.ª 213

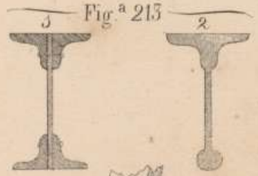


Fig.ª 214

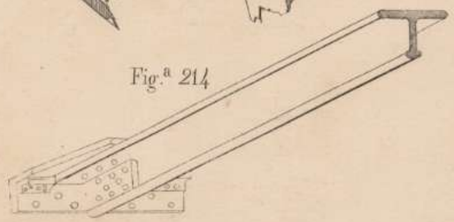


Fig.ª 215

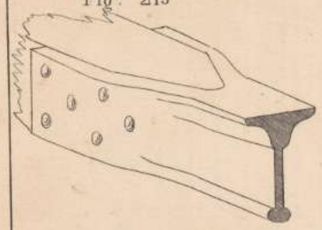


Fig.ª 216

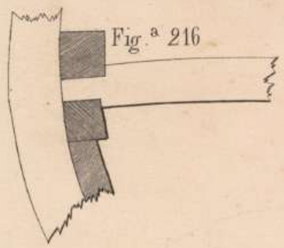


Fig.ª 217

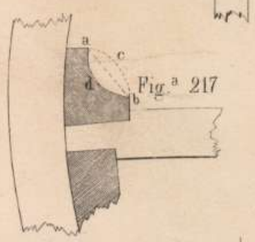


Fig.ª 218

Fig.ª 219

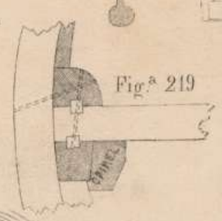


Fig.ª 220

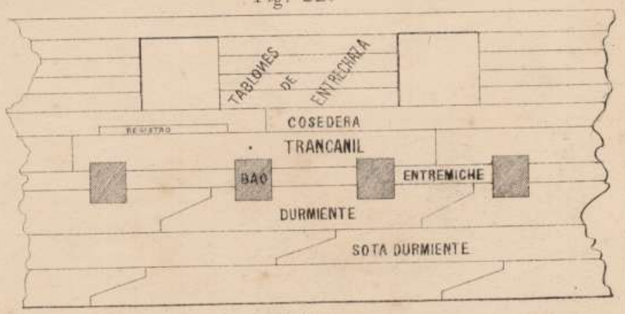


Fig.ª 221

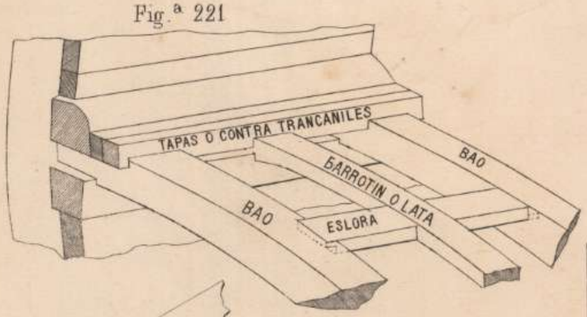


Fig.ª 222

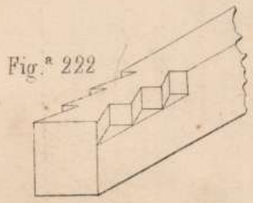


Fig.ª 223

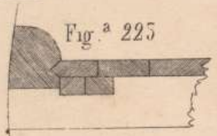


Fig.ª 224

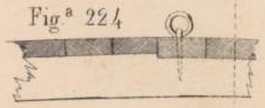


Fig.ª 225

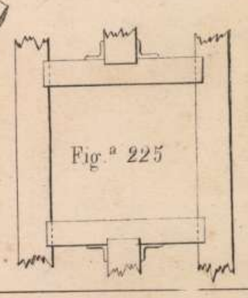


Fig.ª 226



Fig.ª 227

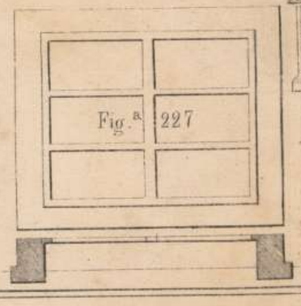


Fig.ª 228

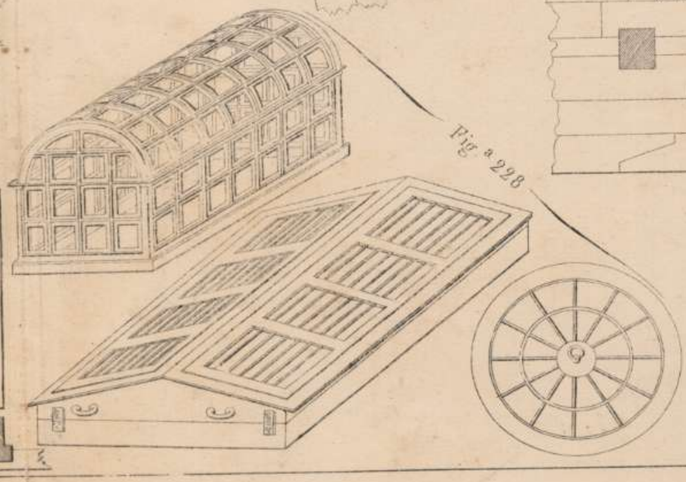


Fig.ª 229

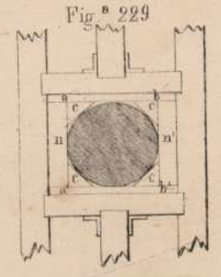
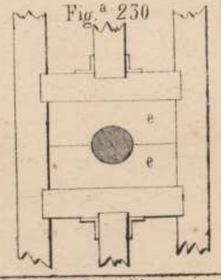


Fig.ª 230



Larraya lit.ª

interceptada por las líneas de agua contiene una sola proyeccion horizontal; así es, que siguiendo la misma regla que para la roda, queda mas simplificada la resolucion del problema; pero si el codaste tiene lanzamiento ó hay alguna parte curva del alefriz entre la flotacion y la quilla, entonces se determinan las intersecciones de dicho alefriz con las líneas de agua y se procede del mismo modo que para la roda.

Las vagras de doble curvatura se proyectan sobre el plano horizontal, tomando en las cuadernas sus semimangas correspondientes. En cuanto á su terminacion en el alefriz de la roda, emplearémos los mismos procedimientos que para las líneas de agua; en la popa terminan en el eje $X\,X$ de la proyeccion horizontal, de modo que la tangente á dichas curvas en su punto de interseccion con el eje forme un ángulo recto con el mismo.

Debemos observar ahora que para tener determinada la proyeccion horizontal del buque, solo necesitamos representar la mitad, puesto que este es simétrico con relacion al plano diametral; asi es que la práctica ó la costumbre han establecido no representar mas que el semi-buque de babor.

6. Plano transversal. Este plano se considera rebatido sobre el diametral al rededor del eje $Z\,Z$, representando á la derecha de dicho eje solamente la parte de proa del semi-buque, á partir de la cuaderna maestra, y á la izquierda la parte de popa de dicho semi-buque, á partir tambien de la misma cuaderna, pues si lo representásemos todo á un mismo lado habria mucha confusion en las líneas que lo definen en esta proyeccion.

La quilla se proyecta en el plano transversal segun un rectángulo; su alefriz en verdadera magnitud, y los de la roda y codaste, segun rectas paralelas al eje del uno y otro lado de él.

Las líneas de agua nos están dadas por las trazas de los planos que las contienen, lo mismo que el diametral y las cuadernas vienen proyectadas en su verdadera magnitud.

Estas se terminan en el fondo del alefriz de la quilla ó en el canto alto, segun que el ángulo que en sus estremos forman con el eje sea menor ó mayor que el formado con dicho eje por la línea que pasa por el fondo y el canto alto, análogamente á lo que hacíamos para las líneas de agua en la proyeccion horizontal. La cuaderna maestra queda representada enteramente, puesto que se traz^{a} la mitad á la derecha para el cuerpo de proa y la otra mitad á la izquierda para el cuerpo de popa. Las vagras de doble curvatura quedan determinadas por las semi-mangas en la proyeccion horizontal y las alturas en la diametral.

7. Vagras planas. Aunque teóricamente queda definida completamente la superficie del buque con los tres sistemas de líneas que hemos empleado para su representacion, en la práctica á causa de las imperfecciones de los instrumentos de trazado puede resultarnos confusion en la determinacion de los puntos de interseccion de las líneas de agua con las cuadernas, sobre todo en la parte mas baja de la obra viva por la mucha oblicuidad con que se cortan estos dos sistemas de líneas; asi es que á fin de tener mas exactitud se acude á las *vagras planas*, que son líneas que provienen de cortar el buque por planos perpendiculares al transversal y normales al mayor número posible de cuadernas.

En virtud de la diferencia de formas que existe en la proa y la popa, para cada punto de la cuaderna maestra tenemos que emplear un plano distinto en una y otra parte, si es que las vagras tienen que cumplir con la condicion de ser normales al mayor número posible de cuadernas.

Esto es lo que se hace, en efecto, resultando las curvas contínuas y cortando al eje vertical los planos de proa y popa de cada vagra en dos distintos puntos.

Las vagras, lo mismo que los planos que las contienen, se proyectan sobre el plano transversal segun sus trazas, y como en el plano horizontal no se proyectarian en verdadera magnitud, se trazan solo sus rebatimientos sobre dicho plano, los cuales se representan debajo del eje horizontal $X\,X$ (Fig. 9.ª)

Nada mas sencillo que obtener estos rebatimientos, pues no tenemos mas que llevar para la popa y en cada vagra las distancias $i\,c'_1$, $i\,c'_2$, $i\,c'_3$ etc. sobre las cuadernas respectivas á partir del eje $X\,X$; los puntos $c_1\,c_2\,c_3$ etc. nos determinan el rebatimiento de la vagra $i\,v$ sobre el plano horizontal. Si para la proa tomamos por eje el $X\,X$ vemos que en la cuaderna maestra obtenemos un punto a que no coincide con el c_7 por ser la recta $i'\,v'$ menor que $i\,v$; así es que la curva que nos resultaría en la proa no seria contínua con la de popa. Esto presenta el inconveniente de que el rebatimiento de la vagra nos vendria representando por dos trozos distintos, y es mejor tener una línea contínua para poder formarse una idea mas clara de la forma del buque. Al efecto se considera un eje auxiliar $X'\,X'$ paralelo al $X\,X$ y distante de él la cantidad $i\,v$—$i'v'$, y tomando á partir de dicho eje las distancias $i'\,c'_8$, $i'\,c'_9$ etc., se tienen todos los puntos c_8, c_9 etc. de la vagra de proa, de manera qne la curva que los une es contínua con la $c_1\,c_2\,c_3$. Vemos, pues, que para cada vagra hay que tomar un eje auxiliar para obtener la parte de proa. Las vagras terminan en el fondo ó en el canto interior de los alefrices de la roda y codaste rebatidos sobre el plano horizontal.

8. Secciones longitudinales. Para determinar con mas exactitud la superficie del buque, sobre todo en las partes de proa y popa de la obra muerta, se emplean las *secciones longitudinales* S, S', S'' (Fig. 7.ª) que resultan de cortar el buque por planos paralelos al diametral; sus proyecciones sobre los planos transversal y horizontal son rectas paralelas á los ejes $Z\,Z$ y $X\,X$. En el plano diametral, aparecen en su verdadera magnitud, y se obtienen tomando sobre cada cuaderna y á partir de la línea de tierra las distancias de su interseccion con dichas secciones hasta la línea de tierra en el plano transversal. En la parte central del buque, estas líneas quedan mal determinadas, pues cortan con mucha oblicuidad á las líneas de agua, por cuya razon muchas veces no se representa mas que la parte de proa y popa de cada una de ellas.

Las secciones longitudinales contribuyen mucho á darnos una idea de las formas en la proa y popa y de la continuidad de la superficie.

En los dibujos se coloca la proyeccion horizontal del buque en la parte inferior del papel; encima y correspondiéndose con ella la diametral, y á la izquierda de esta y tomando como línea de tierra la prolongacion de la del plano diametral, el plano transversal. Esta proyeccion algunas veces se coloca sobre el diametral de manera que su eje coincida con la traza del plano de la cuaderna maestra; cuando la eslora del buque sea muy considerable, convendrá representarlo de

Fig. 231

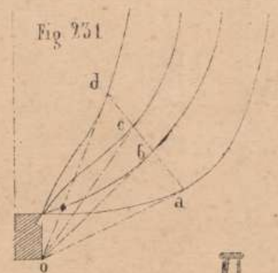


Fig. 232

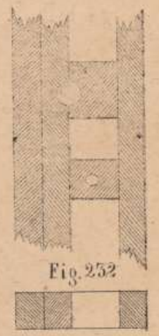


Fig. 233

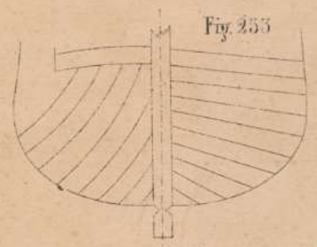


Fig. 234



Fig. 235

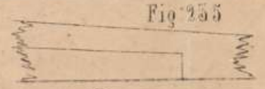


Fig. 236

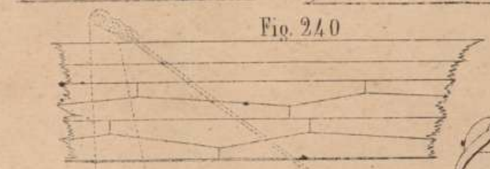


Fig. 237

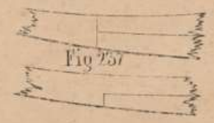


Fig. 238

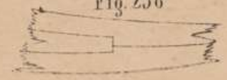


Fig. 239

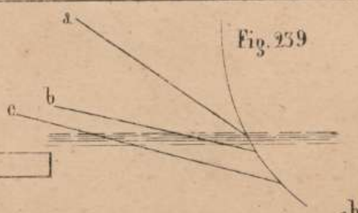


Fig. 240

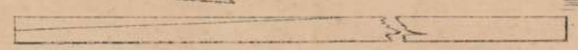


Fig. 241

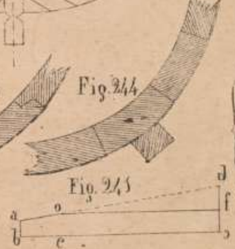


Fig. 242

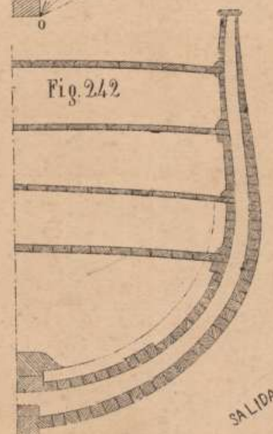


Fig. 243



Fig. 244

Fig. 245

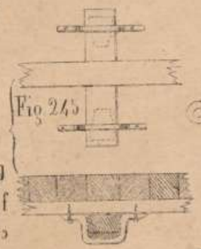


Fig. 246

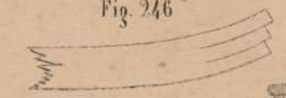


Fig. 247

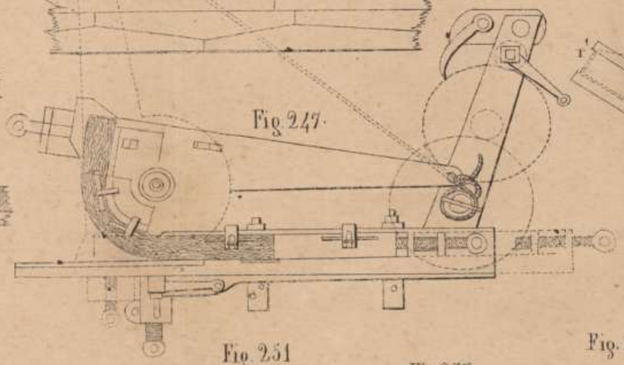


Fig. 248

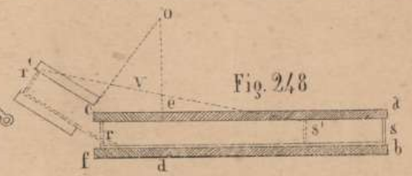


Fig. 249

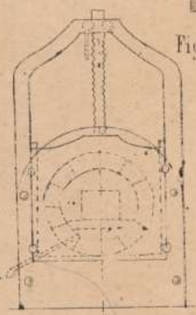


Fig. 250

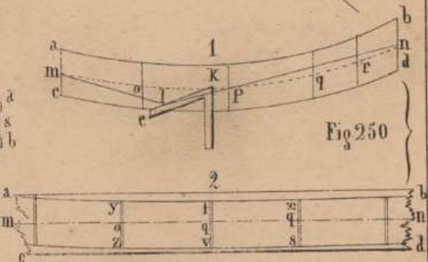


Fig. 251

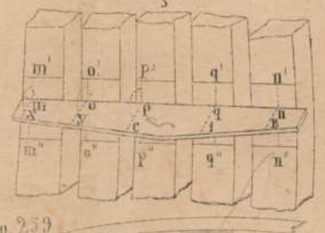


Fig. 252

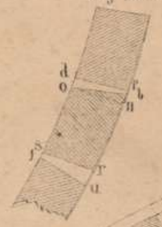


Fig. 253



Fig. 254

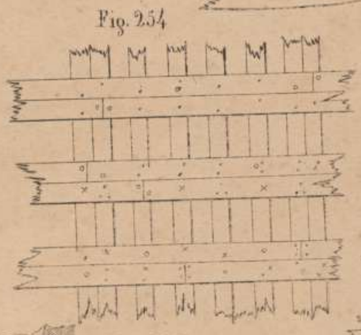


Fig. 255



Fig. 256

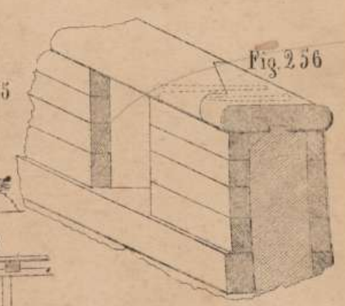


Fig. 257



Fig. 258

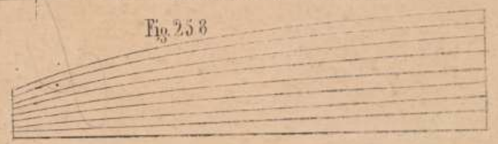


Fig. 259



Fig. 260

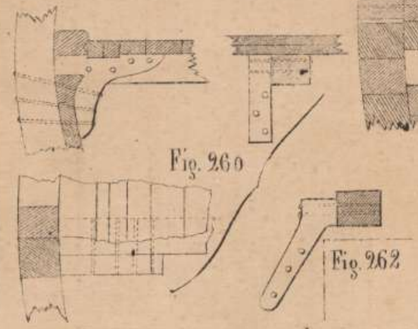


Fig. 261

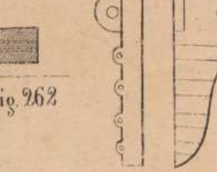


Fig. 262

Fig. 263

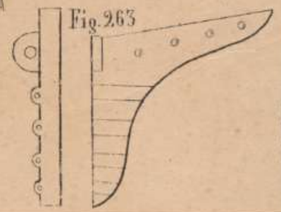


Fig. 264

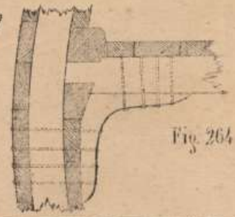


Fig. 265

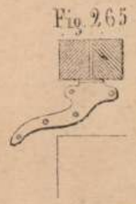


Fig. 266

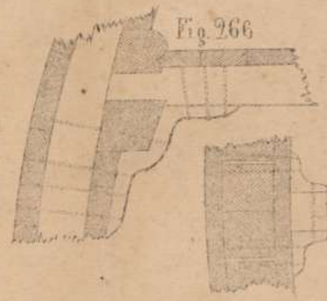


Fig. 267

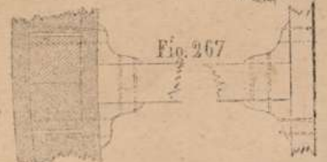


Fig. 268

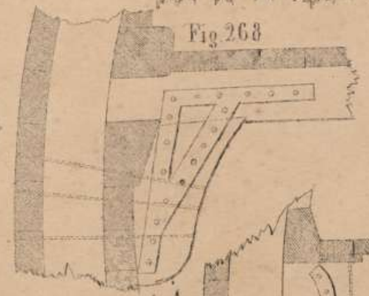


Fig. 269

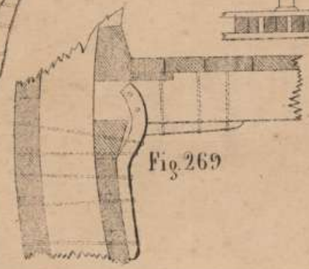


Fig. 270

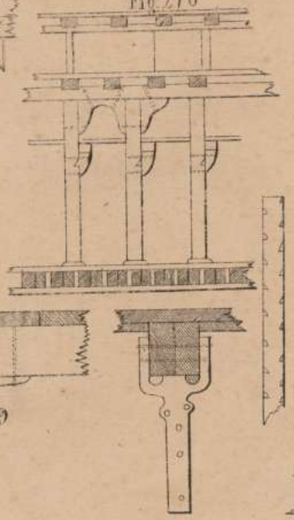
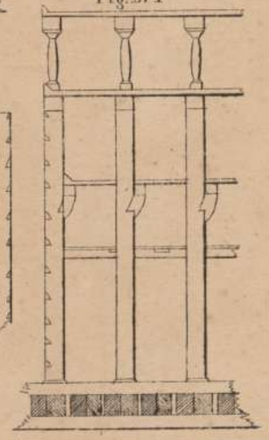


Fig. 271



esta manera, pero en los demás casos, se colocará como hemos dicho antes, pues resulta mayor claridad en el trazado.

9. Trazado del buque con diferencia de calados. Hasta ahora hemos supuesto que la flotacion era paralela á la quilla; pero si se quisiese representar el buque teniendo en cuenta la diferencia de calados, será preciso introducir alguna modificacion en el trazado anterior, suponiendo la quilla horizontal, en cuyo caso las líneas de agua y la flotacion forman con la linea de tierra un ángulo igual al formado por la quilla y el plano de flotacion en la posicion natural del buque. Tambien se puede tomar la flotacion verdadera como línea de tierra, y entonces la quilla se proyecta con la inclinacion medida por el ángulo citado.

En el primer caso las tres proyecciones de las cuadernas no sufren variacion alguna, con respecto al trazado anterior; pero las líneas de agua vienen representadas en las proyecciones horizontal y transversal por curvas que no nos dán su verdadera magnitud. Su determinacion no ofrece dificultad de ninguna especie, lo mismo que las demás líneas empleadas en el trazado.

En el segundo caso, las líneas de agua se proyectan segun rectas en los planos transversal y diametral y segun curvas que nos dán su verdadera magnitud en el plano horizontal.

No siendo conveniente en la ejecucion material del buque que las cuadernas dejen de ser perpendiculares á la quilla, en el trazado que estamos examinando se podrian representar de esta manera en el plano diametral; pero entonces sus proyecciones sobre el plano horizontal y transversal serian curvas, que no vendrian dadas en verdadera magnitud sobre el plano transversal, y segun rectas, como en los anteriores trazados, en los demas planos de proyeccion.

Los estremos inferiores de estas líneas no parten del mismo punto, pues las de proa terminan cada vez mas arriba, á partir del punto límite de la cuaderna maestra, asi como las de popa van terminando mas abajo, lo cual se comprende facilmente, sin mas que recordar la posicion inclinada de la quilla con respecto á la flotacion.

Los ingleses emplean otro procedimiento en el trazado de los buques, el cual consiste en representar la parte de proa análogamente á lo que hacemos nosotros en el caso de proyectarlo sin diferencia de calados; pero en las proyecciones transversal y diametral suponen la parte de popa mas baja que la de proa, en una cantidad igual á la diferencia de calados.

10. Instrumentos empleados en la delineacion. Los instrumentos empleados en la delineacion de los planos de trazado de los buques son los mismos que para toda clase de dibujos, con la diferencia que las curvas de las líneas de agua, vagras, etc., teniendo magnitudes bastante considerables, pues las hay que tienen un desarrollo de $1^{m}50$, son difíciles de trazar valiéndose de plantillas, puesto que haciéndolas por trozos no es fácil obtener continuidad, por lo que se hace uso de unos listones de madera llamados *junquillos* ó *verduguillos*, los cuales tienen la seccion rectangular de 0^{m} 005 á 0^{m} 003 de altura por 0^{m}, 0005 de base cuando se emplean para cuadernas, y 0^{m} 001 si son para líneas de agua y vagras planas. Para las vagras de doble curvatura se emplean junquillos cuyo espesor llega á 0^{m} 01, puesto que estas curvas son muy pronunciadas. Los junquillos tienen una

longitud variable entre 0^m 56 y 2^m 00, pues como la escala que se adopta para el trazado es de 0^m 02 por metro, basta esa longitud para las mayores curvas. Debe procurarse elegir una madera flexible para hacer los junquillos, sirviendo para el objeto la de peral con preferencia á ninguna, ó en su defecto el haya. Determinados los puntos de una curva, se hace pasar por ellos el junquillo, sugetándolo (Fig. 10) por medio de unos trozos de plomo llamados *plomos*, que tienen un gancho de laton, en cuya punta hay estrias, á fin de que agarre bien á la madera y no resbale el junquillo.

La multitud de líneas que aparecen en el trazado podrian hacernos concebir en cierta manera una idea equivocada de las formas de los cuerpos flotantes, si no se pintasen de distintos colores cada clase de líneas; asi se ha convenido en delinear de azul las líneas de agua, de carmin las secciones longitudinales, fondos de los alefrices, ejes y falsas cuadernas, y de negro lo restante.

11. TRAZADO DE LAS DIRECTRICES DE LOS BAOS Y ARCOS DE CIRCULO DE GRAN RADIO. Hemos visto que las caras superiores é inferiores de los baos eran superficies cilindricas de generatrices horizontales, y que las directrices eran curvas simétricas, con relacion al eje transversal, teniendo su brusca correspondiente. Dada esta y la linea recta ó cuerda de estas curvas, vamos á proceder á su trazado. Para ello se emplean en la práctica varios procedimientos, uno de los cuales se reduce (Fig. 11.) á dividir en un cierto número de partes iguales la mitad $a\,o$ de la recta $a\,b$, y por los puntos de division 1, 2, 3, levantar perpendiculares á la $a\,b$. Haciendo centro en o y con un rádio igual á la flecha $o\,f$, se traza un cuadrante de circunferencia: ese cuadrante y el radio $c\,o$ se dividen en el mismo numero de partes que la recta $a\,o$: unense los puntos correspondientes 1' 2' 3' con los 1" 2" 3", y tomando sobre las perpendiculares 1, 2, 3, magnitudes respectivamente iguales á 1' 1", 2' 2", 3' 3" los puntos 1"', 2"', 3"' que resulten, serán puntos de la curva $a\,f\,b$.

Otros constructores, despues de haber dividido (Fig. 12.) la recta ao en partes iguales, en lugar de trazar desde o un cuadrante, describen el semi-círculo completo, unen el punto c con los 1' 2' 3' que resultan de dividir el cuadrante $e\,f$ el mismo número de partes iguales que la recta $a\,o$, y toman sobre las perpendiculares 1, 2, 3, las magnitudes 1' 1", 2' 2", 3' 3", comprendidas entre los puntos 1', 2', 3' y las intersecciones 1", 2", 3" de las rectas c 1', c 2', c 3' con la recta $a\,o$.

El ingeniero de la marina francesa Mr. Reech ha propuesto reemplazar estas curvas empíricas por una parábola que pasase por los tres puntos dados. Para determinar un punto cualquiera de esta curva, recordarémos que la ecuacion de la parábola referida (Fig. 13.) á los ejes $c\,x$ y $o\,y$ es:

$$x^2 = k\,y \quad (1)$$

Ahora si llamamos b á la brusca y l á la longitud $a\,c$ se verifica que:

$$l^2 = k\,b \quad (2)$$

y eliminando la constante k entre las ecuaciones (1) y (2) resulta:

$$\frac{x^2}{l^2} = \frac{y}{b} \quad (3)$$

Si trasladamos el orígen o de coordenadas al punto c, la ecuacion de la curva (3) se reducirá á

$$\frac{x^2}{l^2} = \frac{b-y'}{b}$$

Fig. 272

Fig. 273.

Fig. 274.

Fig. 275

BITÁCORA MA

Fig. 276.

Fig. 277

Fig. 278

Fig. 279

Fig. 280.

Fig. 281.

Fig. 282

Fig. 283

Fig. 284.

Fig. 285.

Fig. 286

Fig. 287

Fig. 288

Fig.s 290.

Fig. 291

ALMANSA

Fig. 289.

de donde deducirémos:

$$y' = m'm = b\left(\frac{l^2 - x^2}{l^2}\right) = b\left(\frac{l-x}{l}\right)\left(\frac{l+x}{l}\right)$$

que es el valor de una ordenada cualquiera de la curva referida á los ejes $c\,e$ y $c\,y$. Para construir esta espresion, si tomamos como abcisa la $c\ m$, unirémos el punto o con el e; desde el punto r, interseccion de la recta $o\ e$ con la ordenada, se traza una recta $r\ r'$ paralela á la $c\ e$, y uniendo el punto r' con el a, obtendrémos una recta que cortará á la $m\ m'$ en un punto m' que será el que buscamos. En efecto, los triángulos $o r' r$ y $o c e$ nos dan:

$$\frac{r\ m}{o\ c} = \frac{m\ e}{c\ e}$$

y como $m e = l - x$, $c\ o = b$ y $c e = l$,

$$\frac{r\ m}{b} = \frac{l-x}{l}$$

de donde $$r\ m = b\left(\frac{l-x}{l}\right)$$

Los triángulos $r' c a$ y $m' a m$ nos dán por otra parte:

$$\frac{m\ m'}{a\ m} = \frac{r'\ c}{a\ c}$$

y como $r' c = r\ m = b\left(\frac{l-x}{l}\right)$, $c\ a = l$ y $a\ m = l + x$ tendrémos

$$y' = m m' = b\left(\frac{l+x}{l}\right)\left(\frac{l-x}{l}\right)$$

luego el punto así determinado pertenece á una parábola que pasa por los tres puntos a, o, e.

LECCION 3ª.

12. Formacion y representacion de la popá cuadrada. Aun cuando las popas cuadradas hayan caido en desuso por razones que aducirémos mas adelante, conservando todavia en nuestra armada buques antiguos que la tienen de este género, nos parece oportuno dar una idea de su formacion y representacion para el caso que sea conveniente hacer una reparacion en ellos.

Ya hemos dicho que la popa cuadrada ó el peto se compone del yugo principal, los demás yugos, la aleta y las gambotas: vamos ahora á ocuparnos de las proyecciones de todas estas piezas.

13. Yugo principal. El yugo principal es una pieza formada de cuatro caras cilíndricas paralelas dos, á dos de generatrices horizontales unas y de generatrices verticales las otras, terminando en sus estremos por dos caras planas paralelas al plano de simetria, llamadas *cabezas del yugo*, las cuales se apoyan sobre la aleta. El yugo principal tiene, por lo tanto, dos curvaturas ó *vueltas*, una horizontal y otra vertical. Se llama *linea recta* del yugo la cuerda de una de las aristas superiores de esta pieza, la cual es perpendicular al plano diametral, que es su plano de simetria; se dá el nombre de *vuelta vertical* á la flecha de la misma arista proyectada sobre el plano transversal y el de vuelta horizontal á la flecha de la proyeccion de dicha arista sobre el horizontal.

Los antiguos, para formar la parte de popa correspondiente á la bovedilla y el espejo (Fig. 14), colocaban las gambotas g, g, paralelamente al plano diametral, de manera que su arista inferior $a\ b$ se confundiese con la arista superior de popa del yugo principal: desde la mitad de la altura de éste hasta la cara inferior, se le practicaba un alefriz para alojar los tablones de forro, que terminaban en la cara superior $c\ d\ e\ f$ de dicho alefriz y en el alefriz del codaste, sobre el cual descansaba el yugo, quedando lo restante de esta pieza sin forrar. Las gambotas, que estaban unidas con el yugo á caja y espiga, iban tambien forradas en toda su longitud, hasta terminar en la arista $a\ b$ de este yugo, formando en dicha arista una junta de union de tres piezas dificiles de calafatear bien, por lo cual la tapaban con un pequeño liston l á manera de cornisa, que apoyándose sobre el canto inferior de los tablones de forro y sobre el yugo, contribuia á servir de adorno al buque, remediando, al propio tiempo, el inconveniente de obtener un mal calafateo. Si bien

292.

293.

294.

303.

296.

295.

305.

297.

298.

299.

301.

302.

300.

304.

DETALLE de B.

DETALLE de A.

con esta adicion desaparecieron algunos de los inconvenientes que presentaba esta disposicion del yugo principal, quedaba uno de no pequeña importancia y que consistia en la gran escuadría que necesitaban las piezas de madera propias para yugos, en las cuales debia desperdiciarse mucho material al labrar el alefriz; por esta razon se varió modernamente su disposicion (Fig. 15), colocando el yugo apoyado en toda su altura sobre el canto interior del alefriz del codaste y haciendo al mismo tiempo que la arista inferior de las gambotas descansase sobre la arista superior *a b* del alefriz del yugo; de esta manera, este no necesitaba tanta escuadria, porque el alefriz quedaba disminuido, evitándose asi tambien la dificultad que existia antiguamente en el calafateo. Para dar mayor claridad á la figura hemos supuesto que las gambotas no tienen espesor en sentido perpendicular al plano diametral.

Dadas las dos vueltas y la altura de la linea recta, cuya longitud es generalmente igual á los dos tercios de la manga, podrémos determinar con facilidad las proyecciones de esta pieza.

Supongamos el codaste trazado en los tres planos: la proyeccion horizontal del yugo se obtendrá trazando la línea recta *a a* (Fig. 16) á una distancia del canto interior del alefriz del codaste igual al espesor de dicho yugo, aumentada en la brusca horizontal; tomando á un lado y otro del eje las semi-mangas de la linea recta, tendremos los estremos de la arista interior, por cuyos puntos tiraremos dos rectas *a d*, iguales al espesor del yugo, las cuales nos determinarán las trazas de los planos ó cabezas de dicha pieza.

Conociendo los puntos *a*, *a* y el *c*, distante de la linea *aa* una magnitud igual á la brusca horizontal, podrémos ya trazar la curva *aca* que representa las proyecciones de las dos aristas interiores.

Del mismo modo trazaremos las esteriores *ded*, quedando asi determinado el yugo en el plano horizontal. En el transversal, dada la altura *h l*, obtendremos la linea recta *a" l*, y como conocemos el punto *c"* que dista de *l* una magnitud igual á la brusca vertical, queda determinada la curva *c" a"*, proyeccion de las aristas inferiores del yugo; las superiores se obtendrán trazando una curva paralela á esta, que pase por el punto $c"_1$ distante de *c"* una magnitud igual á la altura de dicho yugo.

Con estos datos tenemos ya lo suficiente para determinar la proyeccion diametral, pues para un punto cualquiera *m m"* obtendremos la tercera proyeccion *m'* trazando de los puntos *m"* y *m* perpendiculares á los ejes respectivos *ZZ* y *XX*; la interseccion nos dará el punto *m'*.

Las cabezas del yugo se proyectan en el diametral segun rectángulos ó cuadrados en su verdadera magnitud.

Las proyecciones de las aristas sobre el plano diametral serán todas rectas paralelas, si demostramos que el punto *m'* es tal que se tenga.

$$\frac{c'r'}{r'm'} = \frac{c'q}{q\,a'} = \text{constante.}$$

Pero *c' r'* representa la ordenada *c" r* de la arista *a" c"* del yugo, *r' m'* la ordenada *cr* de la curva horizontal *aca* y lo mismo *c' q = c" l* y *q a' = c g*, y como estas ordenadas son rectas homólogas en los cuadrantes de circulo cuyos rádios eran las

bruscas horizontales y verticales que nos han servido para trazar las aristas del yugo, su relacion será constante, con lo cual queda demostrado lo que queriamos.

14. Terminacion de las vagras en el alefriz del yugo. Como las vagras planas nos sirven solo para dar mayor exactitud á la representacion de la obra viva, y además la parte de la bovedilla y el espejo quedan bastante determinadas con las gambotas y vagras de doble curvatura, se acostumbra á detener las vagras en su interseccion con el canto alto del alefriz del yugo principal. Para determinar por ejemplo (Fig. 16) el rebatimiento del punto s' en que la vagra corta al alefriz, se toma en el plano transversal una magnitud $s'\ t'$ igual á la distancia $s'\ t'$ de dicho punto al eje y se transporta al plano horizontal sobre $t\ s$; en seguida se toma sobre esta recta, á partir del eje, la magnitud $t\ o = i\ s'$, y el punto o será el que buscamos.

15. Proyecciones de la aleta. La aleta se disponia antes de la misma manera que las demás cuadernas, pero despues se ha hecho inclinada con respecto al plano de simetría del buque, es decir, que quedando vertical su plano, se le ha inclinado hasta hacerle normal al mayor número posible de líneas de agua, con objeto de evitar el encuentro del maderámen del buque segun ángulos muy agudos, pues en este caso dicha madera queda verti-cortada y pierde mucho de su resistencia; las aletas generalmente se hacen de una pieza en lugar de armarlas á la española como las demás cuadernas.

Para conocer la verdadera magnitud y forma de la aleta cuyo plano no es paralelo á ninguno de los de proyeccion, es necesario rebatirla sobre un plano paralelo al transversal, que pase por la interseccion del plano de dicha aleta con el diametral, verificándose el rebatimiento al rededor de dicha interseccion.

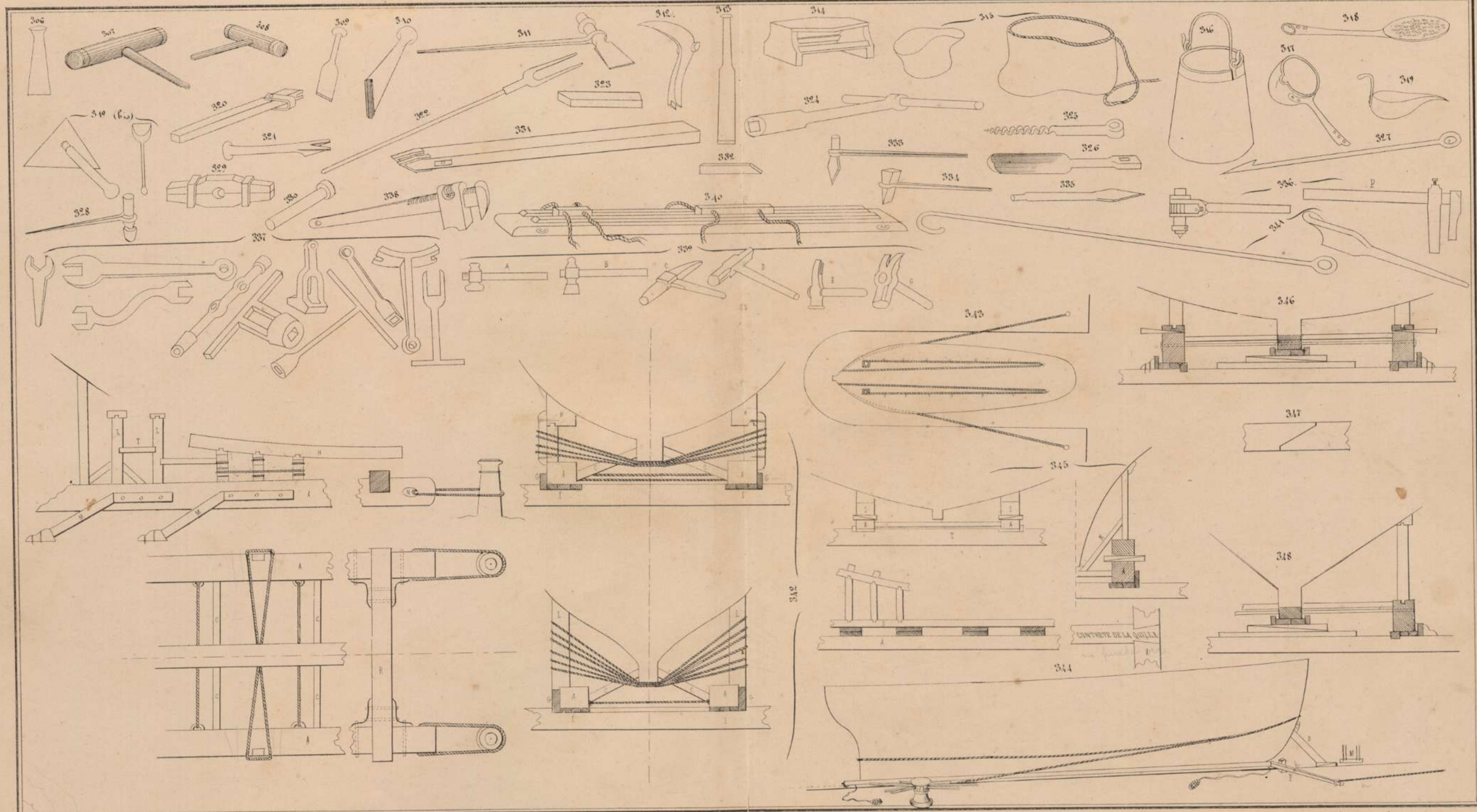
El obtener las proyecciones de la aleta sobre los planos diametral y transversal no ofrece dificultad alguna, pues siendo el plano de la aleta vertical, no hay mas que referir á la proyeccion de las lineas de agua sobre los planos diametral y transversal los puntos en que la traza horizontal del plano de la aleta encuentra á las proyecciones de dichas lineas, como se ve en la (Fig. 16), en la cual se han determinado los puntos $A''\ B''\ C''\ D''$ tomando las distancias $A''\ A''_1 = A\ A_1$, $B''\ B''_1 = B\ B_1$ etc. y los A', B', C', etc. prolongando las perpendiculares al eje XX que pasan por los puntos A, B, C, D, etc. hasta cortar las líneas de agua respectivas en el plano diametral.

Para rebatir la aleta, considerarémos únicamente el rebatimiento del punto en que una de las lineas de agua encuentra á dicha aleta, pues la cuestion es la misma para todos.

Asi los puntos $A\ A''$, $B\ B''$, pertenecientes á las intersecciones de la aleta $a\ L$ con dos líneas de agua, quedarán rebatidos sobre el plano transversal en $A''_2 B''_2$ tomando $A''_1\ A''_2 = L\ A$ y $B''_1\ B''_2 = L\ B$.

Tambien nos podemos servir de las vagras planas para determinar las proyecciones transversal y diametral de la aleta y para su rebatimiento sobre un plano paralelo al transversal.

Para ello, supongamos que sea $i_1\ V_1$ la proyeccion transversal de la vagra y $P\ Q$ su rebatimiento: hallarémos, como en el caso anterior, el punto de interseccion de la vagra con la aleta y rebatiremos este punto; pero aquí como la va-



Litogª de Puga.

P. C. grabó.

gra no está dada por dos proyecciones, sinó por una proyeccion y un rebatimiento, se complica algo mas la cuestion. Para resolver este problema se hallará la interseccion del plano de la vagra con el de la aleta, y como cada uno de estos planos es perpendicular á uno de los de proyeccion, sus trazas serán las proyecciones de la recta interseccion de ambos; esta recta se rebatirá sobre el plano horizontal; se hallará la interseccion de la recta rebatida con el rebatimiento de la vagra; se deshará este rebatimiento, encontrándose así las proyecciones del punto de interseccion de la vagra con el plano de la aleta, y la cuestion quedará reducida á los casos anteriores, puesto que ya se conocen las dos proyecciones del punto que se quiere rebatir.

Tomemos, pues, un punto cuyas proyecciones sean $k\,k'$; rebatiéndolo sobre el plano horizontal, las proyecciones del rebatimiento serán $k_1\,k'_1$, y como el punto $i_1 L$ es fijo, el rebatimiento de la recta interseccion de los dos planos de la aleta y de la vagra sobre el plano horizontal tendrá por proyecciones $i_1\,k_1$ y $L\,k_1$. La interseccion n de esta recta con el rebatimiento $P\,Q$ de la vagra será el punto de interseccion de la aleta con la vagra, rebatido sobre el plano horizontal; tomando ahora $i_1 n' = b n$ tendrémos la proyeccion transversal del punto n. Si deshacemos ahora el giro tomando $i_1 n'_1 = i_1 n'$ los puntos n'_1 y n_1 serán las proyecciones transversal y horizontal del punto de interseccion de la vagra con la aleta que deseábamos encontrar. Rebatiendo despues el punto $n_1 n'_1$ sobre el plano transversal, tendrémos el $n_2 n'_2$, que es el resultado final del problema propuesto.

La recta cuyas proyecciones son $L n_2$ $i_1 n'_2$ es la interseccion de los planos de la aleta y de la vagra rebatida sobre un plano paralelo al transversal.

En la práctica podremos simplificar las construcciones de la manera siguiente: tracemos las rectas $F\,k\,F$, $F'\,k'\,F'$ de manera que $k f = k' f'$; tomemos sobre la $f k$ una magnitud igual á $i_1 k'$, y obtendrémos el punto k_1, que unido con el L nos dará una recta que cortará á la vagra $P\,Q$ en un uu punto n. Por este punto se levanta una perpendicular al eje $X X$; se toma en la proyeccion de la vagra sobre el transversal la distancia $i_1 n'_1 = n b$; por el punto n'_1 se traza una perpendicular al eje $Z Z$, y tomando sobre esta recta á partir de b' una cantidad igual á $L n_1$, el punto n'_2 que nos resulte será un punto del rebatimiento de la aleta $M N$.

Para concluir, debemos observar como comprobacion que $L n = i_1 n'_2$, puesto que $L n$ representa la verdadera magnitud de la recta interseccion del plano de la aleta con el de la vagra.

16. INTERSECCION DE LA POPA CON EL COSTADO.—Definida la superficie de la popa, pues se conoce la generatriz que es la gambota diametral, línea plana y contenida en el plano diametral, así como se conocen tambien las dos proyecciones de la línea directriz sobre la cual se apoya constantemente la generatriz, permaneciendo su plano paralelo al diametral, nos será fácil hallar la interseccion de dicha superficie con las laterales del buque, obteniendo así las proyecciones de las aristas intersecciones de ambas superficies.

La arista interseccion de las superficies que consideramos será una línea de doble curvatura, y para obtenerla cortaremos ambas superficies por planos horizontales, hallaremos la interseccion de cada uno de ellos con las superficies de que se trata, y los puntos en que se encuentren las líneas así obtenidas serán pun-

tos correspondientes á las proyecciones de la arista buscada; así obtendremos tantos puntos de dichas proyecciones cuantos planos empleemos, la cuestion queda, pues, reducida á hallar la interseccion de los diferentes planos horizontales con las superficies en cuestion. El hallar la interseccion de un plano horizontal con la superficie lateral del buque no ofrece dificultad alguna, pues esta superficie se halla definida por las vagras de doble curvatura, cuyas tres proyecciones conocemos, por las cuadernas y falsas cuadernas: la curva de interseccion que buscamos se proyectará en los planos diametral y transversal segun la traza del plano horizontal, y para obtener esta proyeccion, verémos en la transversal los puntos en que las proyecciones de las cuadernas cortan á la traza del plano horizontal ausiliar; refiriendo estos puntos á las proyecciones horizontales de las cuadernas y uniendolas, tendrémos una curva que será la proyeccion buscada de la línea interseccion del costado del buque con el plano horizontal. Al hallar la interseccion del mismo plano con la superficie de la popa, generalmente sucede que para hallar el punto en que esta última curva encuentra á la que ya hemos determinado, hay necesidad de prolongar la interseccion del plano dado con la superficie lateral del buque mas hácia la parte de popa de lo que puede hacerse, obteniendo los puntos de interseccion situados sobre las cuadernas y falsas cuadernas, que generalmente se consideran hasta la perpendicular de popa, y entonces se colocan una ó mas cuadernas auxiliares entre esta perpendicular y el estremo del buque, lo cual permite la prolongacion de la anterior interseccion.

Obtenida la interseccion de un plano horizontal cualquiera con la superficie lateral del buque, nos falta hallar la interseccion del mismo plano con la superficie de la popa.

Como por un punto cualquiera de dicha superficie podemos hacer pasar una generatriz, consideraremos un número determinado de estas y hallaremos su interseccion con el plano horizontal dado; siendo este plano horizontal perpendicular á los transversal y diametral y á los planos de las generatrices, inmediatamente se obtienen las proyecciones transversal y diametral del punto interseccion de cada generatriz con el plano horizontal que se considera; en cuanto á la proyeccion horizontal de ese punto, no hay mas que referirlo á la proyeccion horizontal de la generatriz á que corresponde; uniendo todos los puntos asi obtenidos en el plano horizontal, tendremos la proyeccion sobre él de la curva interseccion de la superficie de la popa con el horizontal auxiliar: el punto en que esta curva corta á la anteriormente hallada, y relativa al costado del buque, pertenecerá á la proyeccion horizontal de la arista buscada; en cuanto á las otras proyecciones de ese punto se obtendrán resolviendo el problema de, dada la proyeccion horizontal de un punto y el plano horizontal sobre que se encuentra, hallar sus otras dos proyecciones.

Las generatrices que generalmente se consideran son aquellas cuyas proyecciones horizontales pasan por los puntos que nos han servido para trazar las proyecciones del yugo principal, por que estos puntos están rigorosamente definidos. Cuatro puntos á cada lado del eje son suficientes para la cuestion que nos ocupa.

Vemos, pues, que trazando las proyecciones diametrales de estas generatrices,

350.

352.

335.

349.

PROYECCION A.B.

331.

Litogª de Puga.

S.C. grabó.

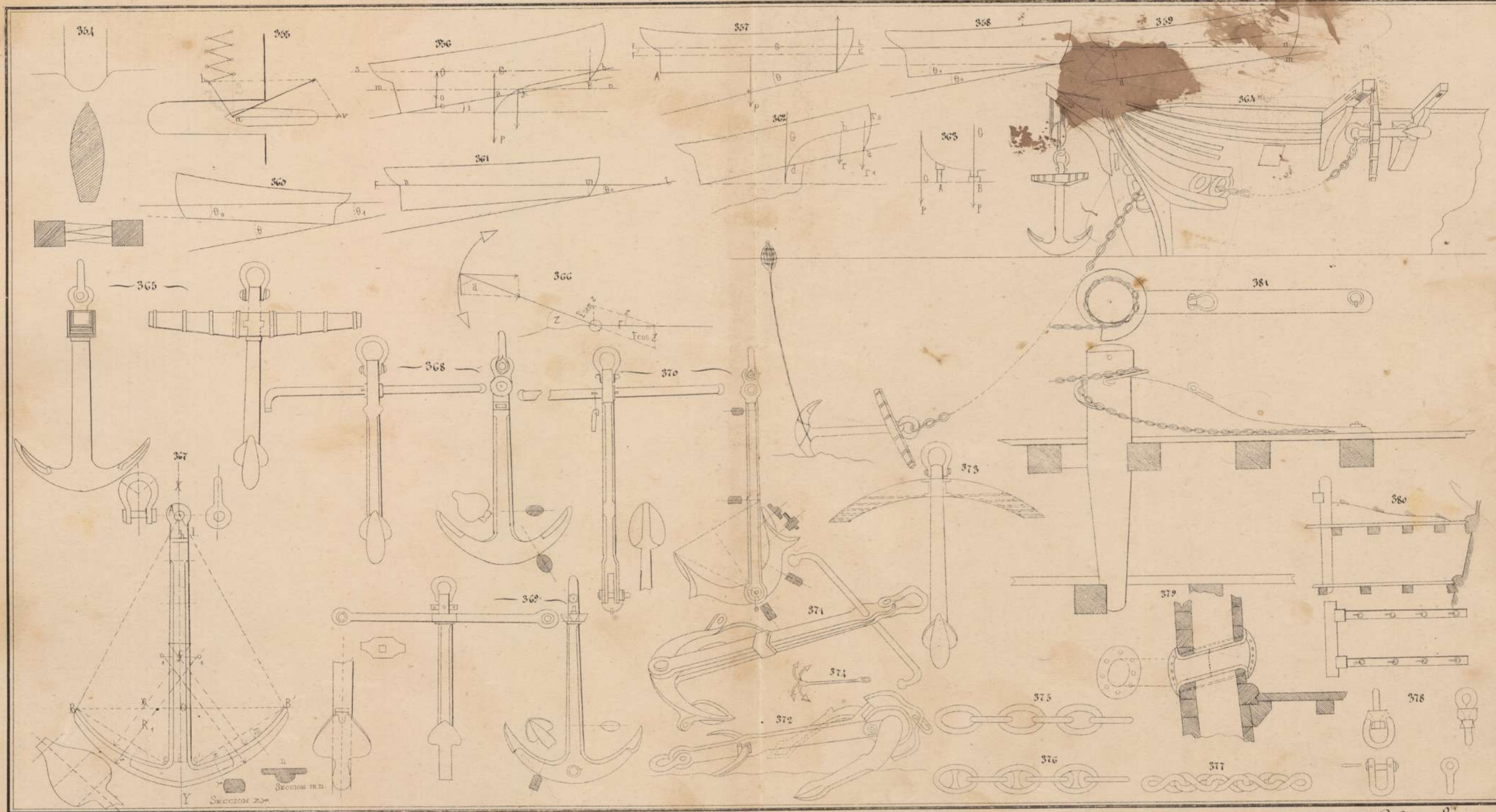
cosa muy fácil, pues son exáctamente iguales á la gambota diametral, que generalmente se compone de dos rectas ó una recta y un arco de circulo, no hay dificultad ninguna en hallar la interseccion que buscamos.

En la (Fig. 17) podemos observar las curvas $A\,B\,C\,D$, $A'\,B'\,C'\,D'$, $A''\,B''\,C''\,D''$, intersecciones de la superficie lateral del buque con los planos horizontales $H_1\,H'_1$, $H_2\,H'_2$ etc. Para determinarlas no tenemos necesidad de trazar las gambotas en la proyeccion diametral, pues estando muy próximas, quedarian mal determinados los puntos de interseccion con los planos ausiliares, por lo que no nos valdremos mas que de la gambota diametral. En efecto, consideremos que la gambota que pasa por el punto $c\,c'\,c''$ para llegar á este punto desde el plano diametral, su pié y toda ella han descendido de una cantidad igual á la ordenada $a''\,e$. Trazando, pues, la recta $m\,m'$ de esta manera, esto equivaldria á haber hallado la interseccion de la gambota con el plano ausiliar y trasportar el sistema sobre el plano diametral. En el plano horizontal tomemos, pues, á partir de c y sobre la gambota $c\,g$ la distancia $c\,n$ igual á la $m\,m'$; el punto n pertenecerá á la interseccion de la popa con el plano horizontal auxiliar $H_2\,H'_2$; de la misma manera determinarémos los demás puntos de la curva $n\,p\,q$ y de las otras secciones horizontales. El punto B, interseccion de la curva $n\,p\,q$ con la S_1, interseccion de la superficie lateral del buque con el plano auxiliar $H_2\,H'_2$, será el que buscábamos: lo mismo determinarémos los puntos restantes de la curva $A\,B\,C\,D$ en proyeccion horizontal, con los cuales obtendremos fácilmente las demás proyecciones.

17. Inconvenientes de la popa cuadrada. Si atendemos á que las gambotas lo mismo que sus forros descansan sobre el yugo principal, deduciremos inmediatamente la gran escuadria que es necesario dar á esta pieza para resistir un peso tan considerable ó bien la ligereza con que deben construirse la bovedilla y el espejo por esta misma causa. De todos modos, la popa cuadrada es la parte mas débil del buque y tambien la mas vulnerable por su forma y disposicion; en los ángulos no es posible abrir portas para los cañones, pues quedaria muy debilitada esta parte, de manera que como se vé en la (Fig. 18), tomando los máximos ángulos de tiro posibles, en la última parte del costado y en la de popa queda un angulo $a\,o\,b$, llamado *àngulo muerto*, dentro del cual se puede colocar una embarcacion enemiga sin peligro de ser ofendida. Asi sucedió, en efecto, á una fragata francesa que embarrancó, y á la que una sola lancha de un buque enemigo colocada en su ángulo muerto, estuvo enviándole proyectiles, á los que no pudo contestar hasta destruir la popa y colocar cañones á la descubierta. El ángulo muerto era antiguamente el inconveniente capital de las popas cuadradas; hoy ha desaparecido por completo, pues los buques de guerra, siendo generalmente de vapor, no están obligados á seguir un rumbo limitado durante el combate como los antiguos de vela y, por lo tanto, pueden evitar todas las posiciones desfavorables. Además de los inconvenientes citados, no debemos echar en olvido que la oblicuidad del espejo hace que por mucho que se aproxime la boca del cañon á las *portas de Santa Bàrbara*, de *retirada* ó tambien *guarda-timones* (que así se llaman las que van sobre el yugo principal), siempre queda dentro de la bovedilla y en el momento de la esplosion el aire encajonado que producirá vibraciones capaces de comprometer la solidez de la popa.

La misma forma del buque en esta parte facilita los incendios durante el combate, y finalmente, hallándose muy reducido el ángulo de punteria para los fuegos por elevacion y depresion, las portas de retirada serian casi inútiles, porque se hallan completamente encajonadas: este defecto y el del ángulo muerto pueden corregirse haciendo las portas muy grandes, pero esto, además de debilitar mucho el buque, presentaría un blanco á los cañones enemigos.

Lámina 16.



Litogª de Puga.

P. C. Grabº.

LECCION 4.ª

18. Popas redondas. Vistos los graves inconvenientes que las popas cuadradas presentaban, sobre todo en los buques de guerra, empezaron á ocuparse los constructores y marinos en sustituirlas por otras que, á la par que reuniesen todas las ventajas de aquellas, careciesen de sus inconvenientes. La primera idea fué suprimir los yugos, reemplazándolos por cuadernas que analogamente á la aleta formasen sucesivamente ángulos variables con el plano diametral, siendo normales, en lo posible, á las líneas de agua; con estas cuadernas, llamadas *reviradas* , se conseguia que cortando en ángulo recto á los forros del buque, presentase la popa una resistencia mayor. El espacio triangular (Fig. 19) que quedaba entre la última cuaderna y el plano diametral se rellenaba con unos tacos ó gambotas que apoyándose sobre dicha cuaderna daban una forma redondeada á la popa del buque. Al adoptar esta clase de popas, desapareció por completo el inconveniente del ángulo muerto, puesto que, no existiendo ya la arista, era posible colocar cañones de manera que no hubiese puntos del horizonte á los cuales no pudieran dirigirse los proyectiles; presentando por otra parte una superficie completamente redondeada, los choques de las olas en las empopadas no eran tan consíderables, puesto que les servia de directriz en su movimiento. Al poco tiempo de haber empezado á emplear este sistema se observó que la última cuaderna necesitaba tener una gran escuadría desde que ella era la destinada á soportar todo el peso de la popa; los tablones de forro, que abrazándola completamente, seguian continuos por la superficie lateral, exigian tambien mayores espesores que los de la popa cuadrada y, por lo tanto, estas dos circunstancias hacian subir bastante el precio de este nuevo sistema de construccion. Este defecto por un lado y la falta de espacio necesario para las cámaras y para la maniobra de las piezas de artilleria, asi como la falta de costumbre de ver innovaciones en un sistema seguido hacia tantos años, produjeron cierta indecision en los constructores, en términos que no

se decidían á desechar las popas cuadradas mas que en los buques grandes de guerra, en los que no podian mirar con sangre fria los trastornos á que podia dar lugar el ángulo muerto. Bien pronto se inclinó la balanza del lado de las popas redondas al modificar su sistema primitivo de construccion. En lugar de colocar todos los rabos de gallo paralelamente al plano diametral, apoyándolos sobre la última cuaderna, se dividió la parte de popa de la regala en partes iguales, y desde estos puntos de division se hacian partir cuadernas, (Fig. 20) de manera que se fuesen apoyando sucesivamente unas sobre otras.

Hemos observado en los buques de popa cuadrada, que la bovedilla era una de las partes mas débiles por las vibraciones contínuas que esperimentaba el maderámen durante los fuegos de la artillería, por lo cual seria conveniente que la bovedilla en estos buques, asi como su parte análoga en los de popa redonda, dejase mas campo á las portas, estando mas levantada sobre el horizonte; pero entonces tropezaríamos con la dificultad de que teniendo la mecha del timon que atravesar la superficie para gobernar desde dentro, la *limera* ú orificio por donde penetra seria mayor, debilitando así esta parte; por esta razon se procuró armonizar las dos cosas, haciendo que la bovedilla formase un ángulo de 45.° próximamente con el horizonte. El inconveniente de la limera, apareciendo tambien en los buques de popa redonda, se evitó construyendo las *popas racionales* (Fig. 21) las que no tenian casi lanzamiento, llevando el timon completamente fuera, como en nuestras embarcaciones menores. Este sistema de popas adoptado en las fragatas francesas *Austerlitz é Isly* presentaba la ventaja de ser sumamente sólido, pero en cambio no solo eran de feo aspecto, sino que la pieza mas importante del buque, como es el timon, quedaba espuesta á los fuegos del enemigo, presentándole un gran blanco en el combate: no se tardó en desechar este sistema.

Al aparecer los buques de hélice, los cuales exigian un considerable lanzamiento en la popa, no pudo menos de echarse de ver al momento la insuficiencia de revirar las cuadernas una sola vez, puesto que en este estado, su direccion con respecto á los forros no era la mas conveniente, atendido el aumento de longitud que debia darse á dichas cuadernas, por cuya razon hubo que recurrir á emplear las dobles y triples reviradas, es decir, á hacer que las caras de encoramento de las cuadernas, que ya partian desde la quilla inclinadas respecto al plano diametral, no siguiesen con la misma direccion hasta la regala, sino que se fraccionasen en dos ó tres trozos (Fig. 22), de manera que cada uno de ellos cumpliese con la condicion de ser normales á la direccion de las vagras que marca el contorno de los tablones de forro. Este es el sistema empleado en las construcciones modernas, del cual irémos dando mas detalles en lo sucesivo.

19. Distribucion de las reviradas. Las cuadernas se determinan con la condicion de que formen los batientes de las portas, porque siendo las piezas principales, no deben cortarse como las de henchimiento ó relleno pues estas ya son de una importancia secundaria.

Las portas de *retirada*, que son las de popa, se colocan de manera que su eje sea paralelo al plano diametral; las demás portas se reparten sobre la vagra de batiportes, después de lo cual se traza la última cuaderna revirada y la última cuaderna recta; se divide en un cierto número de partes iguales la distancia

382

383

384

386

385

387

Section P.Q

388

389

Section M.N

Section A.B

Pl. de Pupa, Cimatta

comprendida entre los piés de dichas dos cuadernas de manera que cada una de estas partes sea igual á su espesor; se hace la misma division en la parte de la vagra de batiportes y de la regala compreadida entre las dos cuadernas citadas, se unen los puntos correspondientes de cada vagra con los de la quilla y se tiene hecha la distribucion de cuadernas reviradas las cuales no deberán, como hemos dicho, cortar nunca á las portas sinó formar sus batientes.

20. PROYECCIONES Y REBATIMIENTO DE LAS REVIRADAS DOBLES, TRIPLES ETC. Al ocuparnos de la aleta, hemos obtenido no solo sus proyecciones sinó su rebatimiento sobre un plano paralelo al transversal con el objeto de determinar su verdadera magnitud: ahora nos toca hacer lo mismo con las reviradas dobles y triples, no ocupándonos de las sencillas puesto que el procedimiento para obtener sus proyecciones y rebatimientos no difiere en nada absolutamente del empleado para la aleta.

Para resolver el problema, nos valdrémos de las vagras planas buscando sus puntos de interseccion con los planos de las reviradas y rebatiendolos sobre uno paralelo al transversal que pase por los piés de dichas reviradas.

Sean AB, BC y CD las trazas horizontales de la cara de encoramento de una triple revirada; LV la traza vertical del plano de una vagra y PQ su rebatimiento; analogamente á lo que hemos hecho para la aleta determinarémos el rebatimiento de la interseccion del plano de la vagra con los planos AB, BC, y CD.

El punto BB' se rebatirá sobre el plano horizontal en $B_1 B_1'$ y como el AL es fijo, tendrémos ya rebatida la recta cuyas proyecciones son AB y $B'L$. Ahora como tenemos en B_1B_1' el punto BB' de la recta BC si hacemos lo mismo con el punto C, obtendrémos toda la recta, pero si observamos que la recta BC prolongada corta al eje en el punto A_1 que sería fijo en el rebatimiento, quedará ya completamente determinada la direccion y posicion del rebatimiento de BC uniendo el punto B_1 con el A_1: si la revirada fuese solamente doble, la recta $A_1B_1C_1$ sería el rebatimiento de la ABC, pero como estamos examinando el caso de una triple revirada tendrémos que buscar el punto C_1 el cuál deberá estar sobre la recta A_1B_1.

El rebatimiento de la recta CD se determinará uniendo el punto C_1 con el A_2: de manera que la interseccion de los planos de la triple revirada con el de la vagra tiene por proyeccion horizontal la linea quebrada $AB_1C_1D_1$ y por vertical la LR. Esta linea corta á la vagra PQ en el punto m m' cuyas proyecciones despues de deshacer el giro son m_1m_1'. Para rebatir este punto sobre el plano vertical cuya traza horizontal es AN lo harémos girar primero alrededor de un eje vertical proyectado horizontalmente en C hasta que venga á m_2 sobre la prolongacion de la BC, luego al rededor del eje proyectado en B, pasando á m_3 sobre la recta AB, cayendo finalmente sobre la recta AN en el punto M que es el buscado. La proyeccion vertical del punto m_1, durante su giro hasta llegar al M, no ha salido de la recta m_1A'; por lo tanto el punto M se proyectará verticalmente en M'.

Así hemos obtenido los demas puntos de la revirada $ABCD$ cuyo rebatimiento sobre el transversal es $L'M'N'S'$.

La determinacion del rebatimiento de las reviradas en la parte correspondiente

á la obra muerta donde no alcanzan las vagras planas es de mucha sencillez y por la sola inspeccion de la figura se comprenderá como se ha obtenido el punto SS' rebatimiento del ss' interseccion del plano de la revirada con la vagra de doble curvatura FG, $F'G'$.

21. Popas de los buques de hélice. En los buques de hélice, que hemos visto, tenian dos codastes, las lineas de agua terminan en el de proa; mas como el eje de la hélice atraviesa la parte de la popa que tiene muy poco espesor, á fin de proporcionar mayor resistencia á la construccion se dá á las cuadernas y al codaste en sentido transversal un henchimiento el cual modifica la forma de dicho codaste cuyo contorno aparente en la proyeccion transversal (Fig. 7.ª) presenta una forma curvilínea en lugar de ser una linea recta como en los buques de vela ó de ruedas. Con esta modificacion las lineas de agua en la proyeccion horizontal se separarán mas del eje de esta proyeccion en la parte inmediata al eje de la hélice que si no tuviesen este henchimiento.

El órgano propulsor en la clase de buques de que nos estamos ocupando presenta dos disposiciones en su colocacion las cuales introducen diferentes modificaciones en la popa.

Unas veces se coloca la hélice unida invariablemente al eje motor en cuyo caso las hélices se llaman *fijas* y otras pueden desconectarse de dicho eje y suspenderse junto con un bastidor ó cuadro que las lleva; entonces se llaman de *suspension* ó de *pozo*.

Esta disposicion presenta la ventaja sobre la primera de que siendo casi todos los buques de hélice buques tambien de vela ó *mistos* que solo emplean el vapor cuando no es posible aprovecharse de la fuerza del viento, pudiendo suspenderse la hélice fuera del agua, la resistencia del barco á la marcha disminuye algun tanto; en cambio es preciso abrir una abertura llamada *pozo* en la popa y entre los dos codastes para dar paso á la hélice con su cuadro lo cual debilita bastante esta parte del buque.

La gambota diametral en los buques que no tienen pozo se apoya sobre los dos codastes y hace el oficio de quilla sobre la que descansan las cuadernas que dan forma á la popa la cual presenta en este caso una resistencia bastante considerable. La parte de la gambota comprendida entre los dos codastes se llama *dintel* ó *puente* del *vano* de la hélice.

En los buques de pozo los codastes suben hasta la cubierta, la gambota diametral no pasa del codaste de popa, y los costados del pozo determinados por secciones longitudinales van formados por un rabo de gallo á cada banda uniéndose los dos á los diametrales por otros intermedios perfectamente empernados y consolidados entre si.

La perpendicular de popa en los buques de hélice se hace pasar indistintamente por el alefriz del codaste de proa ó por el canto esterior del codaste de popa: esta última disposicion está mandada adoptar recientemente por el gobierno francés; nosotros nos valdrémos indistintamente de una ú otra.

22. Generacion geométrica del espejo de las popas redondas. La parte que en las popas redondas ocupa una posicion análoga al espejo de las cuadradas puede determinarse con mucha sencillez de una manera geométrica evi-

390.

Seccion A.B.

391.

393.

394.

395.

396.

397.

392.

398.

Seccion S.T.

399.

400.

401.

402.

403.

405.

404.

Lit. de Pego. Coruña.

tando asi los tanteos y obteniendo formas bastante acceptables la mayor parte de las veces.

Uno de los precedimientos empleados se reduce á considerar la parte de popa que hemos indicado como un conoide cuyas directrices son una vagra de doble curvatura $C\,V$, $C'\,V'$ (Fig. 24) que será generalmente la cubierta de la bateria y una recta horizontal $M\,N$ situada en el plano diametral que pase por el punto O interseccion de la parte de la cuaderna recta $R\,S$, $R'\,S'$ (que se puede considerar como rectilinea en su estremo superior), con el plano diametral.

La generatriz de esta superficie es una recta que apoyándose en las dos directrices es paralela á un plano director que se escoje perpendicular al plano diametral y cuya traza sobre este plano sea la gambota diametral supuesta rectilinea en la parte correspondiente al espejo.

Si queremos determinar la posicion de una generatriz $a\,b$, $a'\,b'$ no tenemos mas que trazar por el punto a una paralela á $V\,G$; la recta $a\,b$ será la proyeccion diametral. La transversal se obtendrá uniendo el punto a' proyeccion transversal del punto a con el O interseccion de la cuaderna recta $C'\,R'$ con el eje transversal; la recta $a'\,b'$ será la que buscamos. Podria suceder que el punto O saliese algunas veces fuera de los limites del dibujo: en este caso como la regala $R'\,A$ es paralela á $C'\,V'$ y semejante, tendrémos:

$$\frac{R'\,e}{C'\,d} = \frac{e\,b'}{d\,a'} = \frac{b'\,A}{a'\,V'} = \frac{R'\,A}{C'\,V'}$$

y como $\frac{R'\,A}{C'\,V'}$ es una relacion conocida lo mismo que conocemos las cantidades $d\,a'$, $a'\,V'$ y $C'\,d$ podemos determinar $R'\,e$, $e\,b'$ y $b'\,A$ ó lo que es lo mismo los puntos e, b, etc. de las generatrices sin necesitar el punto O.

23. Libreta de trazado. Hecho el proyecto de un buque y dibujado sobre el papel con arreglo á una escala reducida, hace falta tenerlo en tamaño natural para proceder á su construccion ó bien en una escala intermedia para apreciar mejor en el papel sus diversos detalles. Si para todas estas operaciones nos valieramos del plano primitivo, llegariamos á inutilizarlo y en caso de desaparecer, no nos quedaria ya ni señal siquiera de sus formas y dimensiones. Para eso se forma lo que se llama la *libreta de trazado* que se reduce á un cuaderno en el que se anotan las dimensiones principales del buque, las magnitudes y posicion de las cuadernas, vagras y demas lineas de manera que con él solo se pueda trazar, siempre que se quiera y en cualquiera escala, el buque dado.

Cuando, obtenida la libreta, se procede á trazar el plano de un buque, sucede muchas veces que al unir varios puntos de una curva queda esta discontinua presentando sinuosidades; entonces se procura obtener la continuidad aun á espensas de dejar fuera algunos puntos correspondientes á dicha curva hasta tanto que la superficie quede arreglada. La práctica en los trazados y el buen ojo del ingeniero son la única guia para conocer la continuidad ó discontinuidad en las curvas que determinan la superficie.

Para dar una idea mas clara de una libreta y familiarizarse con el trazado de los buques, darémos en el apéndice un modelo de una cualquiera.

LECCION 5.ª

24 DESPLAZAMIENTO. Las condiciones á que debe satisfacer un buque pueden reducirse á dos principales: la primera es que se sostenga en el agua sin sumergirse ó lo que es lo mismo que *flote* y la segunda es que lo haga de manera que conserve una posicion proximamente igual respecto de la vertical en todos sus movimientos. De la segunda condicion nos ocuparémos mas adelante y en cuanto á la primera sabemos por la mecánica que quedará cumpiida siempre que el peso del cuerpo flotante sea igual al peso del volúmen del liquido desalojado; á este peso le damos el nombre de *desplazamiento* y para determinarlo multiplicarémos el volúmen sumergido del cuerpo por la densidad del liquido.

Si la superficie del buque pudiera determinarse analiticamente obtendríamos el volúmen tomando la integral triple de un elemento representado por el producto de las tres diferenciales de las coordenadas rectilineas de un punto cualquiera de dicho elemento y estendiendo dichas integrales á los limites relativos á la superficie, ó sea una relacion analítica entre las coordenadas correspondientes de uno cualquiera de sus puntos; pero como esa superficie tiene una forma determinada por construcciones gráficas deducidas de la esperiencia y cuya espresion analitica, como hemos dicho, no puede obtenerse, tampoco es posible aplicar el método general de cubatura que acabamos de indicar y que nos enseña el cálculo integral. La dificultad del problema en cuestion proviene pues de no conocer la ecuacion de la superficie de la obra viva por lo cual hay que determinar esta superficie, como ya hemos visto anteriormente, por una série de lineas trazadas en ella.

Asi, para hallar el volúmen de la obra viva trazarémos las lineas de agua cuyos planos esten muy próximos y á una distancia Δz la cual la multiplicarémos sucesivamente por las áreas de las superficies determinadas por las lineas de agua, y sumando estos productos tendrémos:

$$V = \Sigma S \Delta z$$

siendo V el volumen y S el área de una linea de agua cualquiera.

Vemos, pues, que lo primero que tenemos que hacer es determinar el área S de las lineas de agua.

406.

407.

408.

409.

410.

Vertera

411.

412.

413.

414.

415.

416.

417.

418.

419.

420.

423.

Seccion de B.

Seccion M N

422.

421.

Herrages del Timon.

SECCIONES

m n.

o p.

e f

q r.

Litog.a de Buga.

P.C. Grabó.

25. Áreas de las líneas de agua. El área comprendida entre una linea de agua, el eje de abcisas y dos ordenadas y_0, y_m correspondientes á las abcisas x_0, x_m, suponiendo que la ecuacion de esta línea de agua fuera $y=f(x)$, sabemos que viene espresada por

$$S=\int_{x_0}^{x_m} y\,dx=\int_{x_0}^{x_m} f(x)\,dx.$$

Pero como lo que desconocemos precisamente en este caso es $f(x)$, podrémos seguir uno de los dos procedimientos gráficos, llamados *método de los trapecios* ó *método parabólico* ó de *Simpson*.

26. Método de los trapecios. Este método se reduce á dividir la superficie comprendida entre la curva abc (Fig. 25) el eje ox y dos ordenadas cualesquiera en elementos por medio de paralelas al eje oy que disten entre si una cantidad cualquiera con tal de que sea muy pequeña y reemplazar cada elemento de área por el trapecio que forman las dos ordenadas, el eje $o\,x$ y la cuerda del arco de curva ba; la suma de los trapecios elementales asi formados dará el área buscada. Asi tendrémos que llamando y_0 la ordenada primera, y_1 la segunda, y_2, y_3 etc., las demas hasta y_m que es la última; x_0, x_1....., las distancias desde el origen o hasta los puntos a', b', etc. el área S vendrá espresada por

$$S=\left\{\begin{array}{l}\text{Area del primer trapecio}=\frac{1}{2}(x_1-x_0)(y_0+y_1)+\\ \text{Id. del 2.°}\ldots\ldots=\frac{1}{2}(x_2-x_1)(y_1+y_2)+\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots+\\ \text{Area del último}\ldots\ldots=\frac{1}{2}(x_m-x_{m-1})(y_{m-1}+y_m)\end{array}\right\}$$

Si suponemos ahora que las distancias entre las ordenadas y_0, y_1 etc. sean iguales entre si é iguales á una cantidad que llamarémos a en este caso (x_1-x_0), (x_2-x_1), etc., será iguales á dicha cantidad a y tendrémos que el valor de S se simplificará reduciéndose á

$$S=\frac{1}{2}a\,(y_0+2y_1+2y_2\ldots\ldots\ldots+2y_{m-1}+y_m)$$

$$S=a\left[\frac{1}{2}(y_0+y_m)+y_1+y_2+y_3+\ldots\ldots+y_{m-1}\right]$$

27. Limite del error. Consideremos ademas del trapecio que reemplaza al elemento exacto de curva, el rectángulo interior y el esterior. Sea S_v el área verdadera, S_1 la suma de los rectángulos interiores, S_2 la de los esteriores y S_t la de los trapecios.

Tenemos, segun lo indica la (Fig. 25) que:

$$\left.\begin{array}{l}S_v<S\\ S_v>S_1\end{array}\right\};\left.\begin{array}{l}S_t<S_2\\ S_t>S_1\end{array}\right\}$$

luego S_v y S_t que están comprendidos entre S_1 y S_2 difieren entre si en menos que estas cantidades, es decir, que el error cometido es menor que la diferencia S_2-S_1.

Vamos á calcular esta diferencia.

$$S_1=a\,(y_0+y_1+y_2+\ldots\ldots+y_{m-1})$$

$$S_2=a\,(y_1+y_2+\ldots\ldots\ldots+y_m)$$

$$S_2-S_1=a\,(y_m-y_0)$$

Vemos pues que si llamamos e al error cometido, este error es menor que S_2-S_1, es decir $e<a\,(y_m-y_0)$

Esto supone que la última ordenada y_m sea la mayor é y_0 la menor; pero si la ordenada máxima fuese intermedia entre y_0 é y_m considerarémos primero la parte desde y_0 hasta la ordenada máxima y después la parte comprendida entre esta última é y_m. Es claro que el error total será igual á la suma de los errores cometidos en cada parte y tendrémos llamando y_k la ordenada máxima

$$e < a(y_k - y_0 + y_k - y_m).$$

Se puede ver geométricamente que el error es $a(y_m - y_0)$. En efecto; esta espresion es el área de un rectángulo cuya base es a y cuya altura es la diferencia de las ordenadas máxima y mínima y_m é y_0 y ese rectángulo es precisamente la superficie de los pequeños rectángulos en que difieren el rectángulo esterior é interior á la curva. En el caso de existir una ordenada máxima intermedia, el límite del error será como ya hemos dicho

$$a(y_k - y_0 + y_k - y_m)$$

y todavia tendrémos mas exactitud tomando la mitad de esta espresion, por que se vé que segun sea la curva cóncava ó convexa se tiene

$$S_t < S_v \text{ ó } S_t > S_v$$

y por consiguiente S_v está comprendido entre S_t y S_1 ó S_2 de modc que el error ya sea en mas ya sea en menos es menor que la diferencia $S_2 - S_t$ y como

$$S_t = \frac{1}{2}(S_2 + S_1)$$

resulta

$$e < \frac{1}{2}(S_2 - S_1)$$

que es la mitad del anterior ó sea

$$e < \left[y_k - \frac{1}{2}(y_m - y_0) \right]$$

28. Método parabólico ó de simpson. Este método consiste en reemplazar el arco elemental de curva por un arco de parábola lo que reduce la cuestion á evaluar áreas parabólicas. Considerémos (Fig. 26) tres ordenadas y_0, y^1, y_2 equidistante entre si de una cantidad igual á a y correspondientes á los puntos A, B, C de una línea de agua. Si hacemos pasar un arco de parábola por estos tres puntos, el área $A\,B\,C\,D\,E$ será igual al trapecio $A\,C\,D\,E$ mas el segmento parabólico $A\,B\,C\,b$. El área de este segmento tiene por valor, segun hemos visto en la geometria analitica, los dos tercios del área del rectángulo $A\,F\,G\,C$ cuyo valor es

$$2a \times bB = 2a \times (Bm - bm)$$

pero $Bm = y_1$ y $bm = \frac{1}{2}(y_0 + y_2)$ luego

$$A\,B\,C\,b = \frac{2}{3} 2a \times \left(y_1 - \frac{y_0 + y_2}{2} \right) = \frac{2}{3}\, a(-y_0 + 2y_1 - y_2)$$

El área del trapecio $A\,C\,D\,E$ es

$$a\,(y_0 + y_2)$$

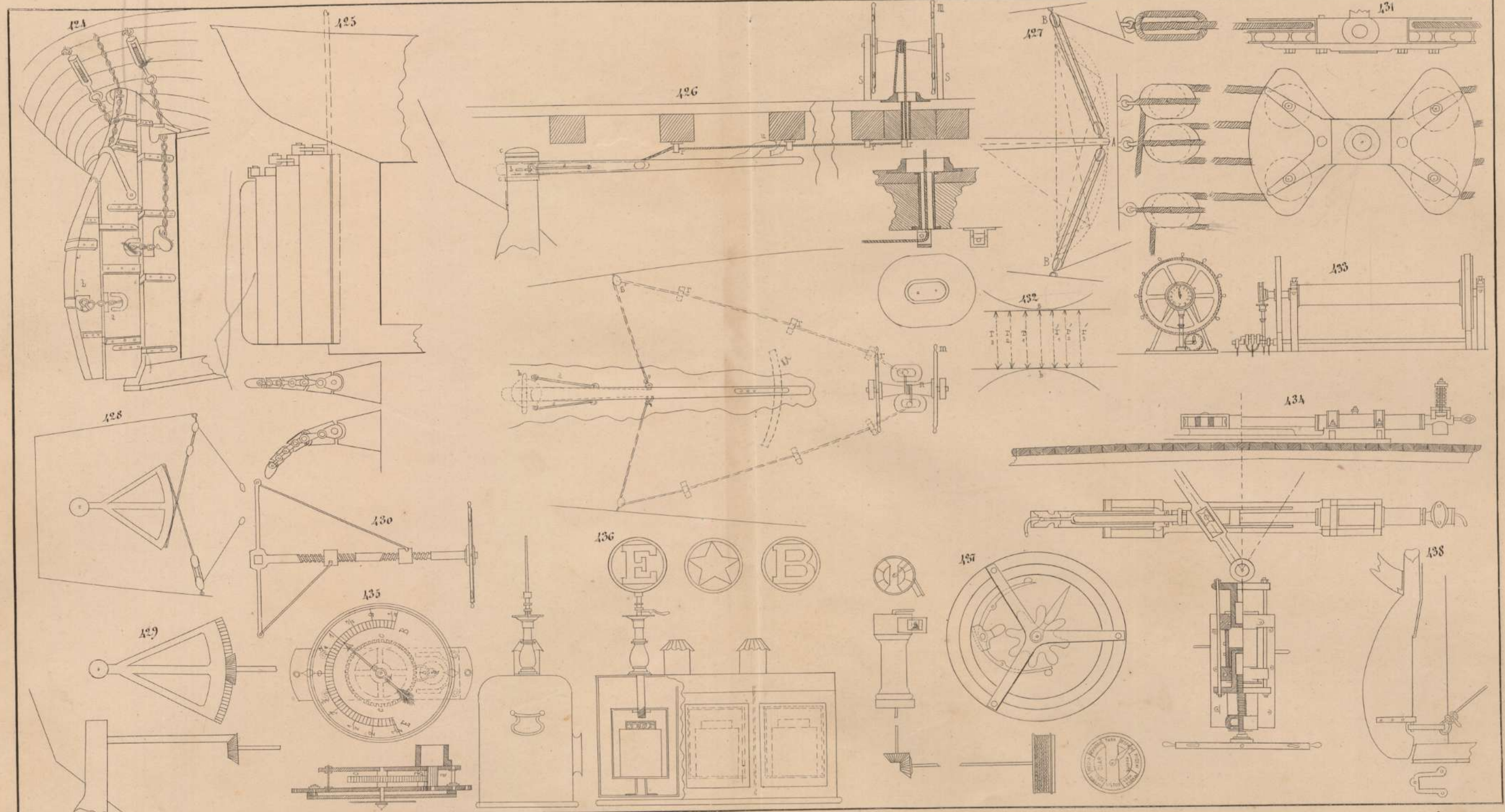
luego

$$A\,B\,C\,D\,E = a\,(y_0 + y_2) + \frac{2}{3} a(-y_0 + 2y_1 - y_2)$$

o sea

$$A\,B\,C\,D\,E = \frac{1}{3} a\,(y_0 + 4y_1 + y_2)$$

Conocida la fórmula para un elemento cualquiera, si las ordenadas de la



Lit. de Puga.

B.C. Grabó.

curva son iguales á $y_0, y_1, y_2, y_3 \ldots\ldots y_m$ tendrémos que para los diversos elementos las áreas serán

$$\frac{1}{3}a(y_0+4y_1+y_2);\ \frac{1}{3}a(y_2+4y_3+y_4);\ \ldots\ldots;\ \frac{1}{3}a(y_{m-2}+4y_{m-1}+y_m)$$

y el área total S, comprendida entre las ordenadas y_0 é y_m será:

$$S=\frac{1}{3}a\left[y_0+y_m+2(y_2+y_4+\ldots\ldots+y_{m-2})+4(y_1+y_3+\ldots+y_{m-1})\right]$$

es decir el tercio de la distancia intermedia entre cada ordenada multiplicada por la suma de las ordenadas estremas aumentada en el duplo de las pares y en el cuádruplo de las impares.

29. Comparacion entre el método parabólico y el de los trapecios. La fórmula del método parabólico puede ponerse bajo la forma

$$(1)\ S=\frac{2a}{3}\left(\frac{y_0}{2}+2y_1+y_2+2y_3+y_4+\ldots+2y_{m-1}+\frac{y_m}{2}\right)$$

que representa el área comprendida entre las ordenadas $y_0 y_m$.

Si calculamos el área comprendida solamente entre y_1 é y_{m-1}, determinamos separadamente las áreas $A\,B\,n\,E$ y $L\,M\,N\,P$ que llamarémos x y x' y sumamos estos tres valores, deberémos obtener el valor de S que será

$$(2)\ S=x+\frac{2}{3}a\left(\frac{y_1}{2}+2y_2+y_3+2y_4+\ldots\ \frac{y_{m-1}}{2}\right)+x'$$

Tomando ahora la media aritmética entre las ecuaciones (1) y (2) tendrémos

$$(3)\ S=\frac{x}{2}+\frac{a}{3}\left(\frac{1}{2}y_0+\frac{5}{2}y_1+3y_2+3y_3+\ldots+\frac{5}{2}y_{m-1}+\frac{1}{2}y_m\right)+\frac{x'}{2}$$

$$\text{Pero } x=a\frac{y_0+y_1}{2};\ x'=a\frac{y_{m-1}+y_m}{2}$$

luego sustituyendo estos valores en la ecuacion (3) despues de hacer una série de fáciles transformaciones vendrémos á parar á.

$$S=a\left(\frac{1}{2}y_0+y_1+y_2+y_3+\ldots\ y_{m-1}+\frac{1}{2}\ y_m\right)+\frac{a}{12}\left[y_{m-1}+y_1-(y_m+y_0)\right]$$

Observemos ahora que el primer término de esta espresion es el área comprendida entre y_0 é y_m evaluada por el método de los trapecios por consiguiente este método es tan exacto como el parabólico puesto que el termino aditivo

$$\left[\frac{a}{12}y_{m-1}+y_1-(y_m+y_0)\right]$$

se puede despreciar porque se aproxima mucho á cero. Nosotros empleamos el método de los trapecios esclusivamente, pues siendo tan exacto como el otro presenta la ventaja de ser mas sencillo para las aplicaciones. Los franceses emplean el mismo método que nosotros, y los ingleses hacen uso del parabólico acaso por haberlo ideado un compatriota suyo.

30. Volumen de la obra viva. Ya dijimos al principio de la leccion que el volúmen de la obra viva podia obtenerse tomando los volúmenes elementales que resultan de dividir el total por medio de secciones planas y paralelas á la flotacion. Supongamos que estas secciones equidisten entre si de una cantidad igual á c y que terminen todas en las perpendiculares de popa y proa; entonces llamando S una línea de agua cualquiera y S_0, S_1, S_2 etc. las áreas de las diversas líneas de agua el volúmen V vendrá espresado por

$$V = \int S\,dz = c\left(\tfrac{1}{2}S_0 + S_1 + S_2 + \ldots\ldots + S_{n-1} + \tfrac{1}{2}S_n\right)$$

Pero como conocemos los valores de S_0, S_1 ..... en funcion de las diversas ordenadas de estas lineas de agua, si damos á estas ordenadas por índices esponenciales los mismos de las áreas á que corresponden y por subíndices los que espresan el número de ordenadas, tendrémos la fórmula definitiva y general del volúmen representada por

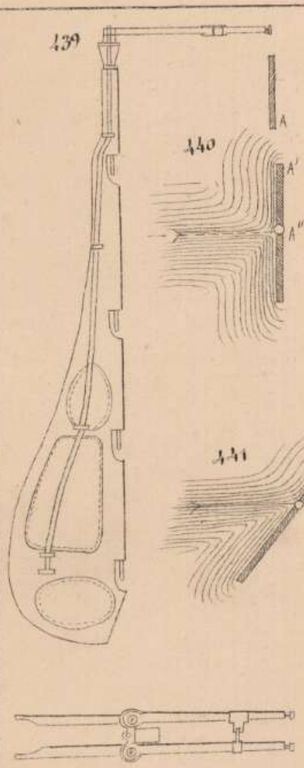
$$(\alpha)\quad V = c\left\{\begin{array}{l}
\tfrac{1}{2}S_0 = a\left(\tfrac{1}{4}y_0^{(0)} + \tfrac{1}{2}y_1^{(0)} + \tfrac{1}{2}y_2^{(0)} + \ldots\ldots + \tfrac{1}{2}y_{m-1}^{(0)} + \tfrac{1}{4}y_m^{(0)}\right) + \\
S_1 = a\left(\tfrac{1}{2}y_0^{(1)} + y_1^{(1)} + y_2^{(1)} + \ldots\ldots + y_{m-1}^{(1)} + \tfrac{1}{2}y_m^{(1)}\right) + \\
S_2 = a\left(\tfrac{1}{2}y_0^{(2)} + y_1^{(2)} + y_2^{(2)} + \ldots\ldots + y_{m-1}^{(2)} + \tfrac{1}{2}y_m^{(2)}\right) + \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \\
S_{n-1} = a\left(\tfrac{1}{2}y_0^{(n-1)} + y_1^{(n-1)} + y_2^{(n-1)} + \ldots\ldots + y_{m-1}^{(n-1)} + \tfrac{1}{2}y_m^{(n-1)}\right) + \\
\tfrac{1}{2}S_n = a\left(\tfrac{1}{4}y_0^{(n)} + \tfrac{1}{2}y_1^{(n)} + \tfrac{1}{2}y_2^{(n)} + \ldots\ldots + \tfrac{1}{2}y_{m-1}^{(n)} + \tfrac{1}{4}y_m^{(n)}\right)
\end{array}\right.$$

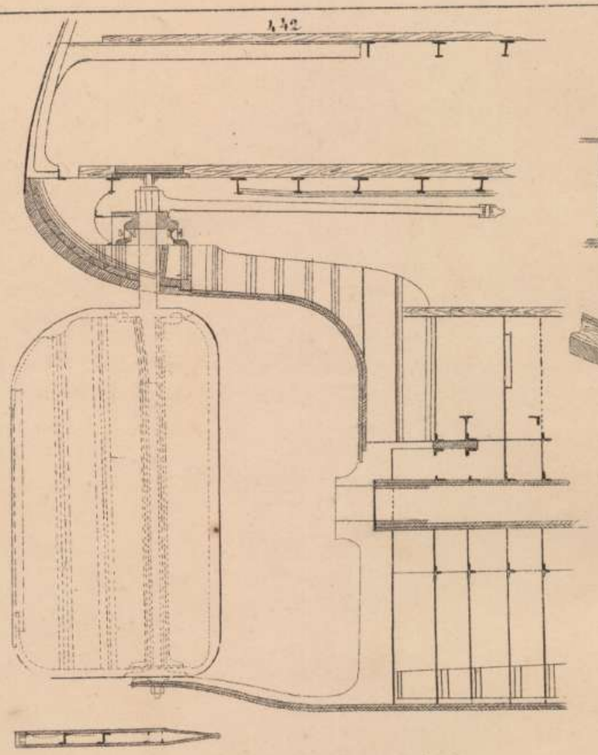
En la práctica se acostumbra á dividir la eslora entre perpendiculares en veinte partes iguales y la distancia desde el canto inferior del alefriz de la quilla hasta la flotacion en diez, de manera que la cantidad a es la vigésima parte de la eslora entre perpendiculares y c la décima del calado.

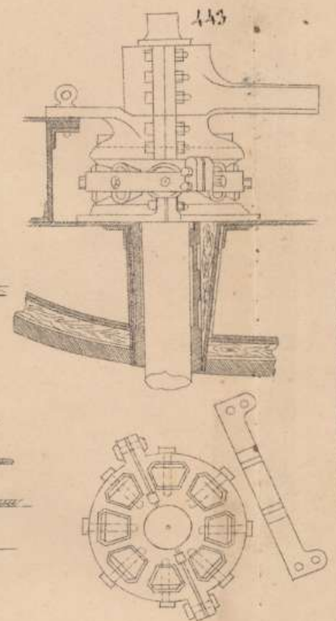
Al sumar las cantidades que están entre corchetes, podemos observar que si sumamos en el sentido horizontal, obtendrémos las áreas de las diversas lineas de agua y que si lo hacemos en el vertical, obtendrémos, despues de multiplicar por c, las áreas de las secciones transversales hechas por planos perpendiculares á la quilla y por consiguiente al plano diametral ó sea las áreas de las cuadernas.

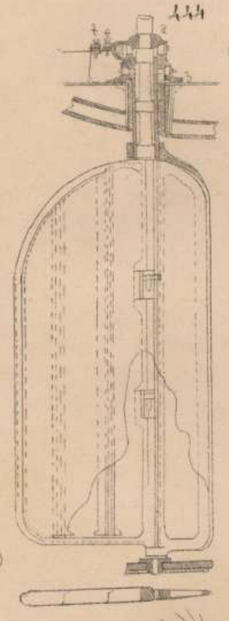
En este caso, las lineas horizontales son diez y por consiguiente cada columna vertical tendrá diez términos, en tanto que en cada suma en sentido horizontal habia veinte de estos. En lo que precede hemos considerado á las líneas de agua como limites de las áreas de secciones que corresponden á los elementos de volúmen y como es mas fácil sumar en sentido vertical que en el horizontal, formarémos un cuadro dividido en diez columnas en sentido vertical cada una de las cuales contendrá las ordenadas correspondientes á una línea de agua, de manera que habrá veinte líneas horizontales que corresponderán á las veinte cuadernas.

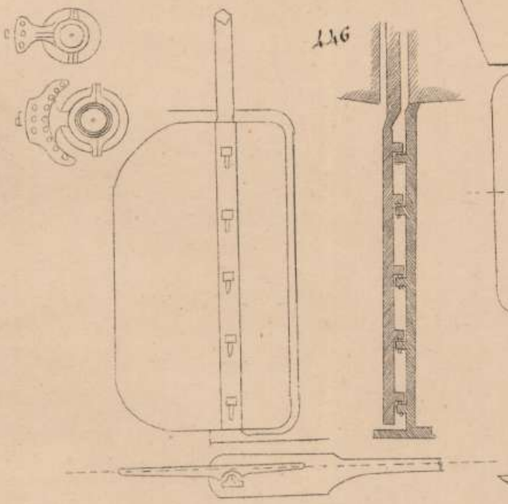
El conjunto de los cálculos así dispuestos se llama *cuadro de desplazamiento.*

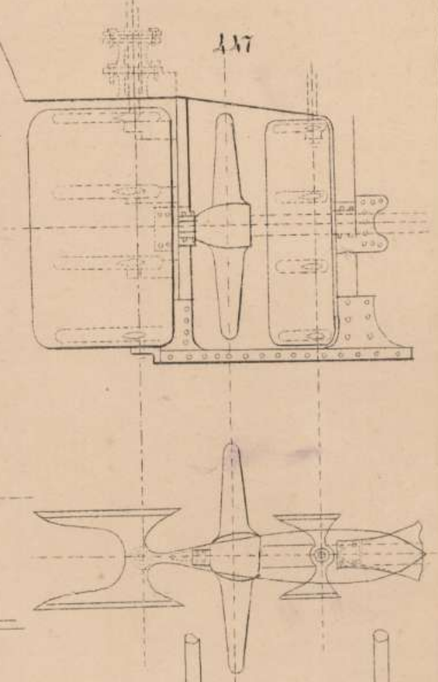


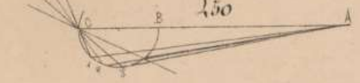


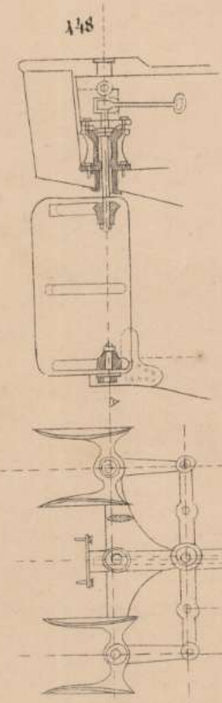


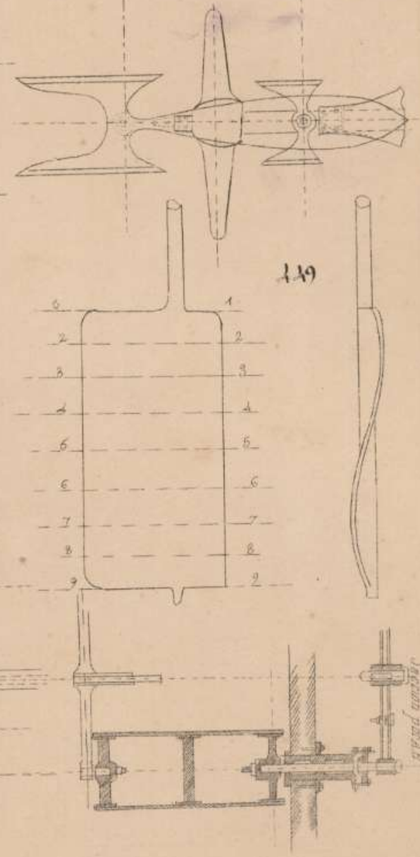


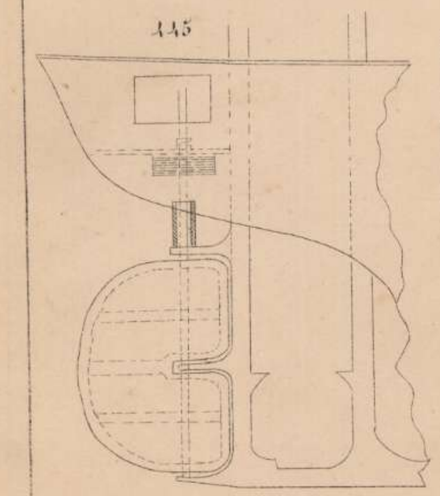


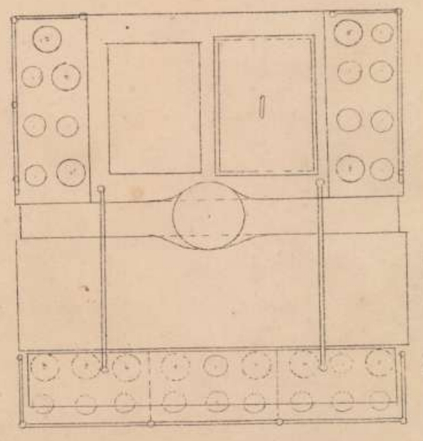


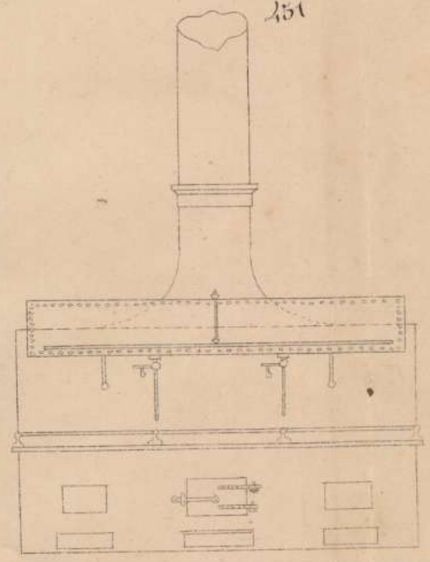


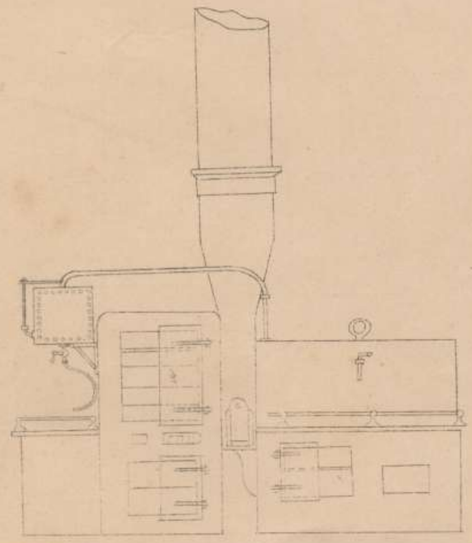












Lit. de Buga.

B.C. grabó

Debemos observar finalmente que en la fórmula (z) las ordenadas de los ángulos del cuadro están divididas por cuatro y las que limitan el contorno del mismo, si asi podemos espresarnos, aparecen divididas por dos por lo cual al colocarlas en el cuadro de desplazamiento pondrémos solo las mitades de las que corresponden á la primera y última linea tanto en el sentido horizontal como en el vertical y las cuartas partes de las de los cuatro ángulos.

En la última espresion del volúmen que hemos encontrado podemos sacar a factor comun, y múltiplicar por dos el valor de V, pues lo que llevamos dicho se refiere únicamente á la parte del buque situada á un lado solo del plano diametral.

Asi se obtiene para el volúmen total la fórmula.

$$V=2ac\ \Sigma y$$

en la que Σy representa la suma de todas las ordenadas y que proviene de agregar entre si las sumas parciales de las veinte correspondientes á cada linea de agua. Estas sumas parciales representan las áreas de las líneas de agua divididas por a. Si agregamos entre si las sumas parciales de las ordenadas horizontales, el valor final deberá ser igual al obtenido por medio de las sumas anteriores.

31. Correccion de las lineas de agua en sus estremos. Hasta aqui hemos supuesto que las lineas de agua terminaban en las perpendiculares de proa y popa· pero esto no sucede en la práctica en virtud del lanzamiento que siempre tiene la roda y algunas veces el codaste. De esto resulta, que siendo la cantidad a constante, puesto que es la vigésima parte de la eslora, no podrémos aplicar la fórmula del vólumen si no modificamos las lineas de agua. Es preciso pues hacer la modificacion de manera que terminen dichas líneas en las perpendiculares de proa y popa, conforme hemos establecido para deducir el valor de V, pero con la condicion de que sus áreas sean las mismas.

Sea PQ (Fig. 27) la perpendicular de popa ó proa en la cual deben concurrir todas las lineas de agua y supongamos que la curva ABC termine en C; consideremos la ordenada penúltima y_{m-1} que pasa por el punto B distando una cantidad a de la ordenada última PQ y transformemos el área $ABCFL$ en otra del mismo valor que corte al eje ox

Para esto, unamos el punto B con el F y tiremos por el C una paralela á la recta BF; el punto E interseccion de esta paralela con el eje ox unido con el B nos dará el área $ABEL$ equivalente á la $ABCFL$. En efecto, el área $ABEL$ se compone del cuadrilátero $ABFL$ mas del triángulo BEF y la $ABCFL$ consta del mismo segmento $ABFL$ mas del triángulo BCF, pero como los dos triángulos BCF y BFE son equivalentes por tener una misma base BF y sus alturas tambien iguales, puesto que el vértice opuesto á la base de cada uno de ellos está en la recta CE paralela á BF, las áreas totales serán tambien equivalentes.

Solo nos falta ahora hacer que la curva termine en la recta PQ, lo cual conseguirémos uniendo el punto B con el pié L de la ordenada y_{m-2}. que dista tambien de la y_{m-1} la cantidad a, tirando despues la Em paralela á BL y uniendo el punto m con los B y L.

El área $A\,B\,m\,L$ es equivalente á la $A\,B\,C\,F\,L$ puesto que esta última lo es á la $A\,B\,E\,L$ como ya hemos visto, y esta á su vez lo es á la $A\,B\,m\,L$ por componerse las dos, del segmento de área $A\,B\,L$ y de los triángulos $L\,B\,E$ y $L\,B\,m$ equivalentes entre sí, como seria fácil demostrar lo mismo que en el caso anterior.

El eje $o\,x$ á partir del cual contábamos las ordenadas, habiéndose convertido en el $o\,L\,n\,m$, las ordenadas $B\,G = y_{m-1}$ y la y_m contada sobre la $P\,Q$ quedarán sustituidas por $B\,n$ la primera y por cero la última. Vamos á ver si la fórmula del volúmen permanece cierta para estas nuevas ordenadas.

El valor del área correspondiente á la curva final..... $A\,B\,m\,L\,o$ es igual al de la... $A\,B\,m\,D\,L$ menos el triángulo $L\,m\,D$, es decir:

$$(1)\quad S = a\left(\frac{1}{2}y_0 + y_1 + \cdots + y_{m-1} + \frac{1}{2}y_m\right) - a y_m = a\left(\frac{1}{2}y_0 + y_1 + \cdots + y_{m-2} + y_{m-1} - \frac{1}{2}y_m\right)$$

Si llamamos y' á la ordenada $B\,n$ podrémos hacer entrar esta ordenada en el valor de S teniendo en cuenta que

$$y_m = m\,D = 2\,n\,G = 2\,(y_{m-1} - y')$$

y sustituyendo el valor final de y_m en la formula (1) tendrémos

$$S = a\left(\frac{1}{2}y_0 + y_1 + \cdots + y_{m-2} + y' + \frac{1}{2}0\right)$$

Vemos pues, que el valor del área no altera tomando á y' como la penúltima ordenada y haciendo igual á cero la última, la cual hemos introducido en la fórmula solo por guardar simetria en los cálculos.

Hay que advertir que hemos sustituido los elementos de las curvas $A\,B$ y $B\,C$ por sus cuerdas; eso es lo que se hace en la práctica sin temor á cometer un error sensible, puesto que en los estremos de las lineas de agua se pueden considerar como rectilineos, los elementos comprendidos entre dos ordenadas y_{m-1} y $C\,F$.

33. Determinacion de la superficie fuera de forros. En lo que llevamos dicho hemos supuesto que las ordenadas de las lineas de agua correspondian á la superficie fuera de miembros, pero como lo que nos interesa es determinar la superficie fuera de forros para tener el volúmen verdadero de la obra viva del buque á flote y en carga, vamos á obtener esta superficie.

La superficie fuera de miembros esta determinada por diversos sistemas de lineas como cuadernas, lineas de agua, vagras planas, de doble curvatura y secciones longitudinales, por lo que podemos obtener la superficie que buscamos sirviéndonos de uno ó varios de estos sistemas de generatrices que hemos considerado; asi, dada una cuaderna fuera de miembros, la obtendrémos fuera de forros, suponiendo conocido el espesor de los forros en los diferentes puntos de la proyeccion transversal de la cuaderna, trazando normales á la superficie en los distintos puntos de cada cuaderna iguales á dicho espesor y uniendo todos estos puntos entre si.

Lo mismo debe hacerse con el rebatimiento de las cuadernas reviradas pata obtenerlas fuera de forros, pero debe tenerse presente que lo que se toma tanto en las cuadernas rectas como en las reviradas es el espesor de los forros, es

Fig. 452

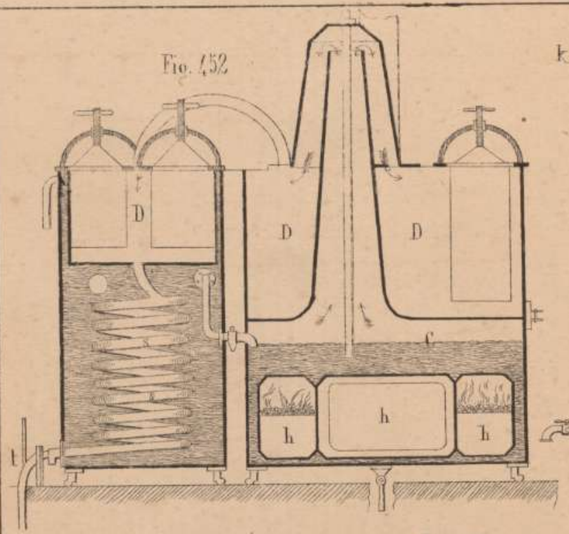


Fig. 453

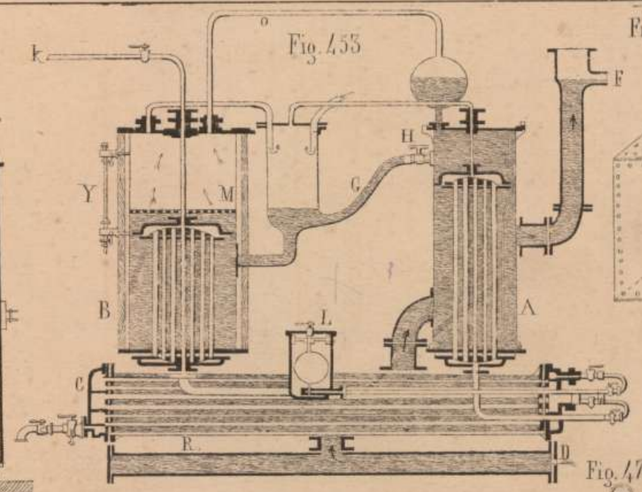


Fig. 455

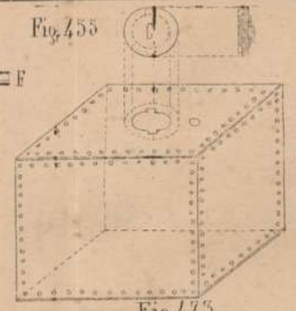


Fig. 456

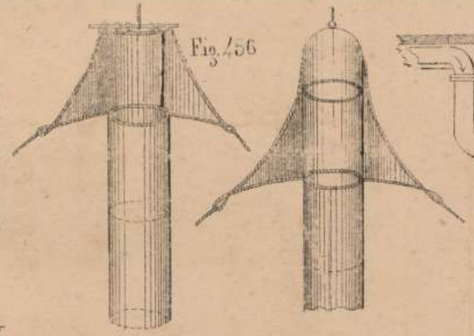
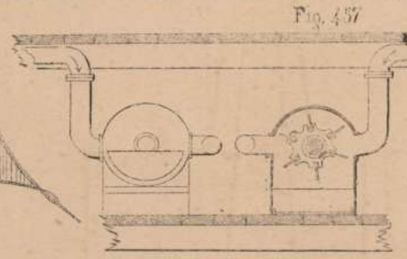


Fig. 457



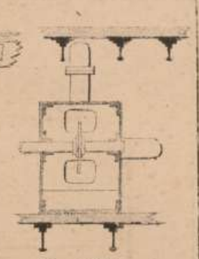


Fig. 458



Fig. 473

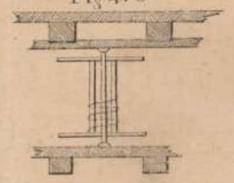


Fig. 476

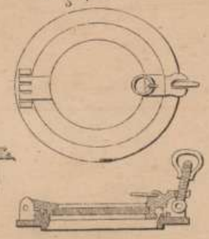


Fig. 486
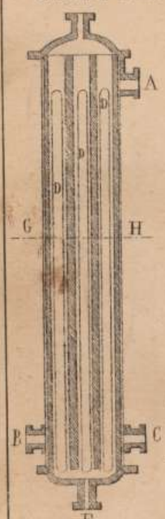


Fig. 485



Fig. 459



Fig. 454
SECCION M.N.



SECCION G.H.



Fig. 460

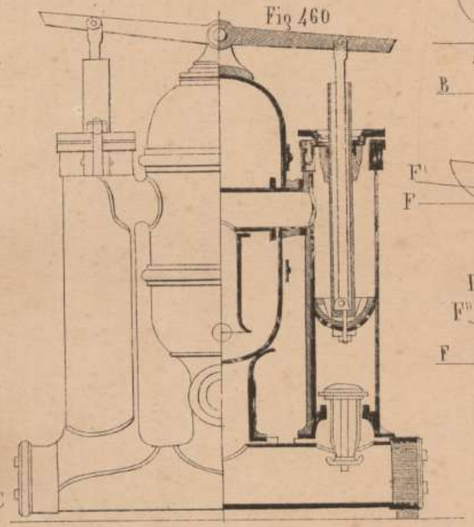


Fig. 461

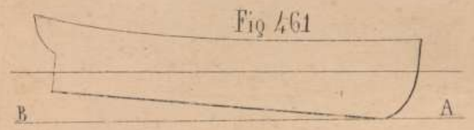


Fig. 462

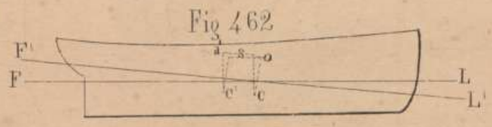


Fig. 464

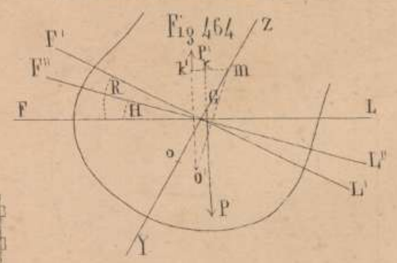


Fig. 465.

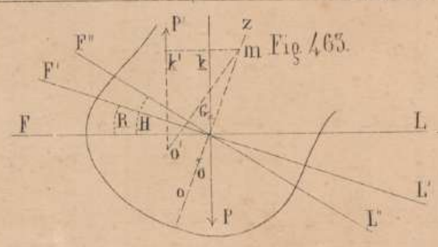


Fig. 465.

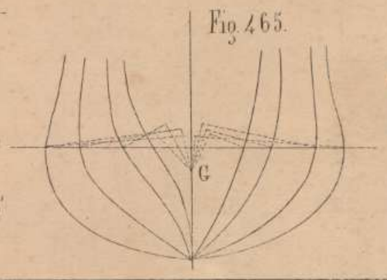


Fig. 472

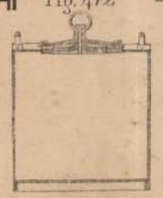




Fig. 474

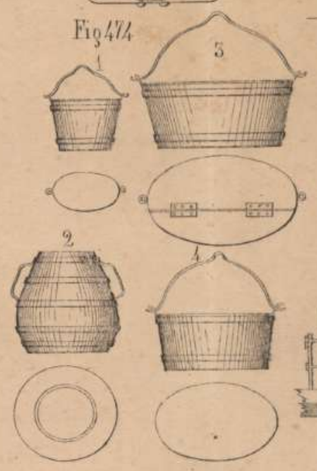


Fig. 475

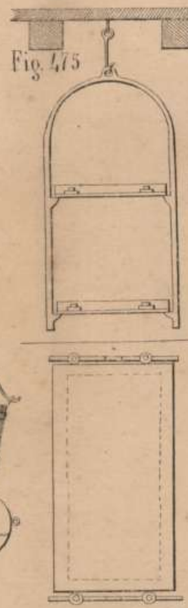


Fig. 477

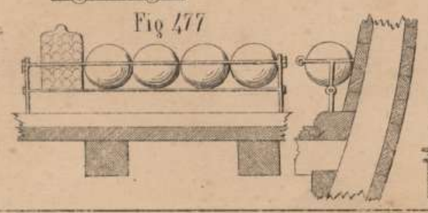


Fig. 482



Fig. 479

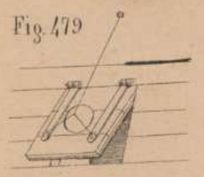


Fig. 485

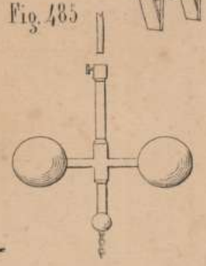


Fig. 478

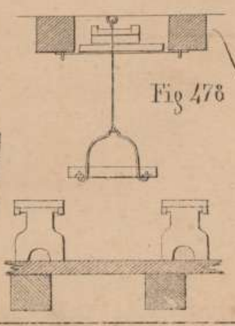


Fig. 484

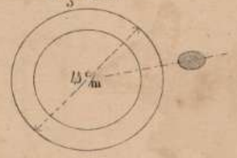
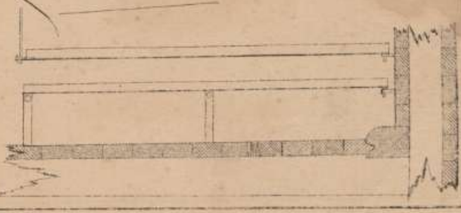


Fig. 460



Fig. 481





decir, la distancia entre las dos superficies, contada segun una normal á la superficie fuera de miembros y no sobre una normal á las cuadernas en el punto ó puntos que se considera.

Las líneas de que mas comunmente se hace uso para sacar la superficie fuera de forros son las de agua, para lo cual si suponemos que sean M, N, P, M', N', P', tres líneas de agua consecutivas fuera de miembros, por un punto cualquiera bb' de la linea de agua en cuestion trazarémos un plano vertical que contenga á la normal de la superficie en ese punto; la traza de dicho plano ca será perpendicular á la tangente tb á la linea de agua en el punto que se considera. Este plano corta á la superficie del buque segun la curva $a\,b\,c$, $a'b'c'$ que despues de rebatida sobre el plano de la linea de agua NN' al rededor de la interseccion de este plano con el vertical proyectante de la normal en el punto $b\,b'$, es $A\,b\,C$, rebatimiento que se obtiene tomando sobre las perpendiculares $A\,a$ y $C\,c$ las magnitudes $A\,a$ y $C\,c$ iguales á la distancia comun entre las lineas de agua en la proyeccion transversal; estas magnitudes se toman á distinto lado de la $a\,b\,c$ puesto que la linea de agua M está encima del plano N y la P debajo. El punto b permanece invariable por estar en el eje de giro.

Tracemos ahora la normal $B\,b$ en el punto b á la curva $A\,b\,C$, y tomemos el espesor de forros $b\,B$ sobre esta recta y las normales en los puntos A y C; la curva que resulte $A_1\,B\,C_1$ será la interseccion del plano normal á la linea de agua N en el punto b con la superficie fuera de forros rebatida sobre el plano de dicha linea N. Al deshacer el rebatimiento, el punto o no variará y será un punto de la linea de agua fuera de forros que buscamos: asi mismo pueden obtenerse cuantos puntos queramos, y construir las lineas de agua que nos definan completamente la nueva superficie.

Aqui se comete un primer error pues se toma segun una normal á la superficie fuera de miembros, una distancia que debe tomarse segun una normal á la cuaderna que pasa por el punto b que es lo que dan las libretas del espesor de forros, pero este error es despreciable. Despues se supone que las rectas $A\,A_1$ CC_1 son los rebatimientos de las normales al buque en los puntos a y c cosa que no es cierta puesto que el plano vertical antes considerado, no contiene mas que á la normal del punto bb'.

Para hallar el desplazamiento, se refieren los puntos o asi obtenidos á las cuadernas $m\,n$, trazando $o\,p$ paralela á $t\,b$: los puntos p interseccion de las cuadernas con las rectas trazadas como la op pertenecerán á la linea de agua fuera de forros. Se concibe que el error que se comete es despreciable como lo será tambien si en vez de llevar sobre las normales $C\,C_1$ y $A\,A_1$ el espesor fuera de forros y trazar la curva $A_1\,B\,C_1$ se traza por el punto B una paralela á la $A\,C$ lo cual equivale á considerar paralelas, en el intervalo de las tres lineas de agua, las superficies fuera de miembros y fuera de forros, cosa que se puede admitir sin error sensible.

En la práctica se hacen las construcciones siguientes:

Si M, N, P son las lineas de agua, para obtener el punto b fuera de forros, se traza la tangente $b_1\,t_1$ y la normal $b_1\,a_1$; sobre la perpendicular en a_1 tómese la magnitud a_1a_2 igual á la distancia entre dos lineas de agua en el plano transversal

únase a_2 con b_1, levántese en a_2 la perpendicular á la $b_1\ a_2$ y tómese la distancia $a_2\ e$ igual al espesor de forros; trácese $e\ o_1$ paralela á la $a_2\ b_1$ y desde o_1 otra paralela á $b_1\ t_1$: el punto p_1 será el buscado.

Esta construccion supone que la linea N es intermedia entre M y P; si fuera la linea de flotacion que es la última linea de agua se haria del mismo modo, solo que el punto a_1 seria la interseccion de la normal en b_1 con la linea de agua inferior.

Podemos todavia emplear un procedimiento práctico mucho mas sencillo aunque no de mucha precision para obtener las lineas de agua fuera de forros.

Teniendo en cuenta que las vagras planas son normales al mayor número posible de de cuadernas, si para cada una de estas y sobre las trazas de las distintas vagras, tomamos el espesor de forros correspondiente á partir de sus intersecciones con dicha cuaderna, obtendrémos una série de puntos que, unidos, nos darán esta última linea fuera de forros.

En este caso, los valores de las ordenadas de las lineas de agua fuera de forros, estarán determinadas por las distancias desde el eje transversal á las intersecciones de dichas lineas con las cuadernas obtenidas nuevamente.

Siendo el espesor de estos, variable en el sentido del calado con arreglo á los diferentes esfuerzos á que ha de resistir, se toma, para calcular el desplazamiento, la media aritmética de los distintos espesores.

La operacion de calcular la superficie fuera de forros aun cuando no presenta grandes dificultades, exigiendo mucha pérdida de tiempo, no se lleva á cabo muchas veces y se calcula unicamente el volúmen de la obra viva fuera de miembros.

Puesto que está admitido que el volúmen de los forros varia entre el $\frac{1}{15}$ y el $\frac{1}{20}$ del volúmen fuera de miembros se determinará el volúmen fuera de forros añadiendo al obtenido fuera de miembros, el $\frac{1}{17}$ de este volúmen que es el término medio.

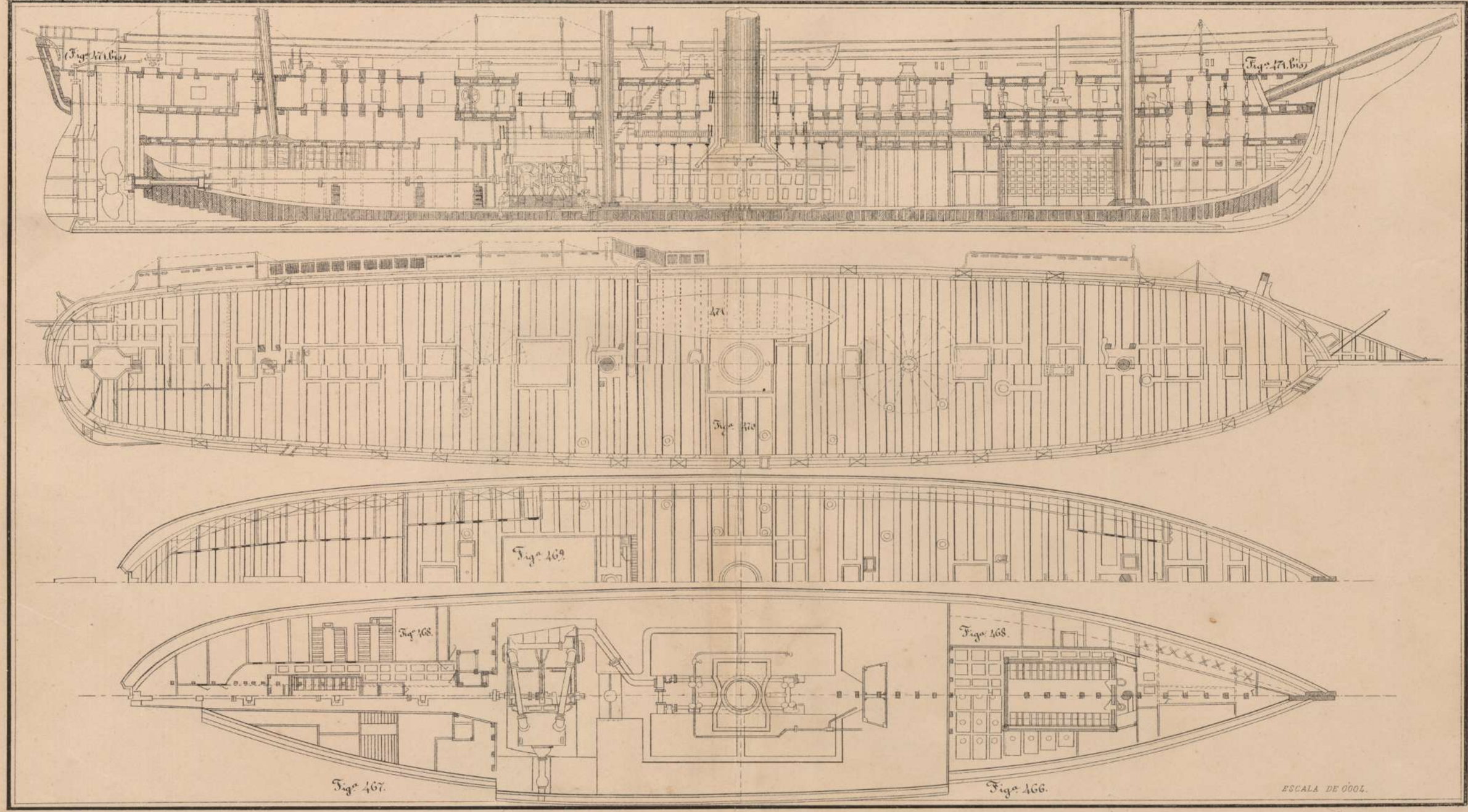
En la espresion que dimos del volúmen de la obra viva del buque no entraba mas que la parte de este comprendida entre los alefrices de la quilla, roda y codaste y la flotacion; por lo tanto, será necesario añadir al valor de V fuera de forros el volúmen de la quilla, y los de la roda y codaste hasta la flotacion. Como la roda es un trozo de superficie cilindrica y la quilla y codaste dos paralelepipedos, no nos detendrémos en esplicar la manera de cubicarlos á causa de su estremada sencillez.

Obtenido el volúmen de la obra viva de un buque, multiplicarémos dicho volúmen por 1.026 y el producto será el desplazamiento espresado en toneladas puesto que el número 1,026 nos espresa el número de toneladas métricas que pesa el métro cúbico de agua de mar en nuestros climas.

33. Centro de gravedad de las líneas de agua y del volumen de la obra viva.—Antes de pasar á resolver los problemas de estabilidad que están íntimamente ligados con la construccion del buque, necesitamos conocer algunos elementos, tales como el centro de gravedad de las lineas de agua y del volúmen sumergido del sólido.

Llamando $o\,x$ al eje de simetría de una linea de agua, y $o\,y$ á un eje perpendicular que pase por la interseccion de dicha linea con la perpendicular de popa el va-

Lámina 22.



Litogía de Puga.

B.C. Grabó.

lor de la abcisa x_c del centro de gravedad viene espresado por

$$(1)\ x_c = \frac{\int x y\, dx}{S}$$

en cuya fórmula designamos por S el área de dicha línea de agua.

Si hacemos ahora $xy = u$, el numerador de la espresion (1) será el área de una curva cuyas ordenadas serán u y las abcisas x, de modo que aplicando el método de los trapecios, tendrémos

$$\int x y\, dx = a\left(\frac{1}{2}u_0 + u_1 + u_2 + \ldots\ldots + u_{m-1} + \frac{1}{2}u_m\right)$$

Poniendo ahora en lugar de u_0, u_1, etc. los valores correspondientes

$$u_0 = x_0 . y_0 = 0 . a . y_0$$
$$u_1 = x_1 . y_1 = 1 . a . y_1$$
$$u_2 = x_2 . y_2 = 2 . a . y_2$$
$$\vdots$$
$$u_m = x_m . y_m = m . a . y_m$$

tendrémos que el valor de la integral, numerador de la espresion (1) será:

$$a^2\left(\frac{1}{2}0 . y_0 + 1\, y_1 + 2 y_2 + \ldots\ldots + \frac{1}{2} m\, y_m\right)$$

Sustituyendo finalmente en la misma espresion el valor de S que conocemos, resultará:

$$x_c = \frac{a\left(\frac{1}{2}0 . y_0 + 1\, y_1 + 2\, y_2 + \ldots\ldots + \frac{1}{2} m y_m\right)}{\left(\frac{1}{2}\, y_0 + \, y_1 + \, y_2 + \ldots\ldots + \frac{1}{2} \, y_m\right)}$$

La ordenada y_c del centro de gravedad se reduce á cero puesto que la linea de agua es simétrica con relacion al eje de las x, por lo cual no nos ocupamos de determinarla . Conocido el centro de gravedad de una linea de agua cualquiera y recordando el procedimiento de integracion que acabamos de emplear podrémos ya dar los valores de las coordenadas Z_c y X_c del centro de gravedad de la obra viva, pero antes debemos hacer notar que tomamos los ejes coordenados Z, X é Y, el primero coincidiendo con la perpendicular de popa, el segundo con el canto bajo del alefriz de la quilla y el tercero perpendicularmente al plano de los dos y en su interseccion.

Si llamamos X_c y Z_c los valores de las coordenadas correspondientes al centro de gravedad, que estarán en el plano de las XZ por ser $Y_c = 0$, puesto que este plano es el plano de simetria del buque, tendrémos:

$$X_c = a\,\frac{A}{\Sigma\, y}$$

$$Z_c = c.\,\frac{B}{\Sigma\, y}$$

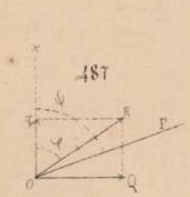
En la espresion general de estos valores la cantidad A se obtiene multiplicando en el cuadro de deplazamiento, las sumas de las ordenadas por cuadernas por 0, 1, 2.... hasta 20 y sumando estos productos.

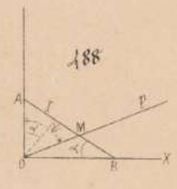
Multiplicando cada una de las sumas correspondientes á la ordenada de cada

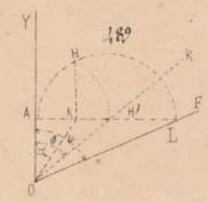
línea de agua por 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y sumando los productos, la suma nos dará el valor de B. Ya hemos dicho anteriormente que el valor de Σy es la suma de todas las ordenadas que están en el cuadro de desplazamiento Mas adelante darémos un cuadro en el que podrémos observar la disposicion de esos cálculos y la determinacion de los valores de $Z_c\, X_c$ y otros mas que nos son necesarios para la estabilidad.

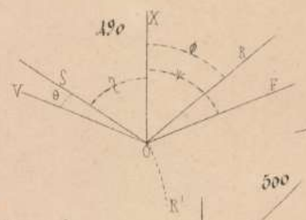
34. Curvas de desplazamiento y estabilidad. Hemos determinado ya los valores de $V, X_c\, Z_c$, para la flotacion en carga, pero no siendo siempre esta constante, resultará qne la altura de la flotacion sobre la cara alta de la quilla variará tambien y por consiguiente los valores de V, X_c, Z_c para cada flotacion serán diferentes; ahora bien, como no es posible que tengamos uua relacion analitica que nos represente estas variaciones, puesto que no conocemos la ecuacion de la superficie del buque, tratemos de obtener una representacion gráfica de las mismas para cada uno de los valores anteriores, puesto que se pueden muy bien presentar los problemas de la determinacion de esos valores para una flotacion cualquiera, lo que nos arrastraría á hacer todos los calculos, cosa que seria sumamente pesada.

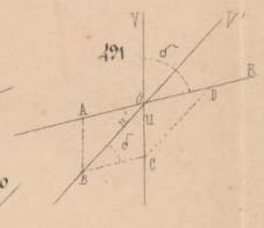
Para llevar pues á cabo esta representacion gráfica, dividirémos la distancia entre el canto bajo del alefriz de la quilla y la flotacion en carga, en diez partes iguales y considerarémos sucesivamente como flotaciones á cada una de las secciones hechas en el buque por los planos trazados por los puntos de division; para cada una de estas flotaciones se calcularán los valores de V, $X_c\, Z_c$ y asi tendrémos para estas cantidades diez valores diferentes: con estos valores vamos á ver como construimos las curvas correspondientes. Para eso, en el plano diametral se tira una paralelą á las perpendiculares de la roda y codaste y á igual distancia entre estas llamada *perpendicular del medio* que se toma como eje de abcisas y para ordenadas las proyecciones diametrales de las flotaciones: sobre cada una de estas últimas lineas como ordenadas se toman los diferentes valores de V, Z_c etc. obtenidos considerándolas como flotaciones; se unen los puntos determinados por los valores de una misma cantidad, por ejemplo V, por medio de una curva continua, y asi tenemos resuelto el problema. Solamente vamos á hacer algunas observaciones acerca de la manera de terminar estas curvas. La curva de desplazamiento llamada *escala de solidez* terminará en la interseccion de la perpendicular del medio con el canto bajo de la quilla puesto que considerando á esta como flotacion el desplazamiento es nulo y por consiguiente la ordenada de este punto es cero. La curva Z_c terminará tambien en la interseccion de la perpendicular del medio con la cara baja de la quilla puesto que cuando esta sea flotacion el centro de gravedad de la obra viva se hallará en la flotacion y por consecuencia la distancia á ella será nula. La curva de las X_c ó sea de las distancias de los centros de obra viva á la perpendicular de popa, terminará á una distancia de la perpendicular del medio, tomada sobre la linea que representa la cara baja de la quilla y en la escala en que se hayan tomado los demas puntos de la curva, igual á la distancia que hay desde el punto medio de esta cara baja á la perpendicular de popa, por que siendo la flotacion la cara baja de la quilla coincide el centro de gravedad de la obra viva con el centro de gravedad del rectángulo que es la cara baja de dicha quilla y que ya sabemos se encuentra proyectado en el punto medio de su lado mayor. Tambien podemos

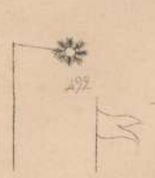

487

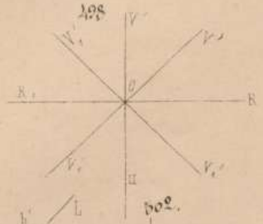

488

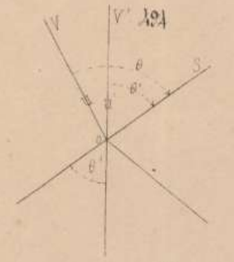

489

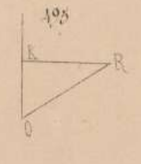

490

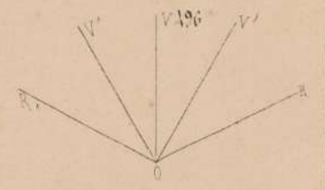

491

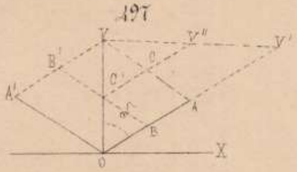

492

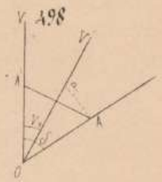

493

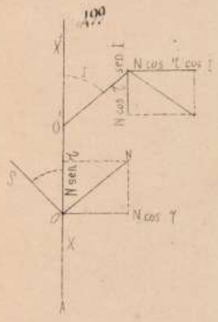

494

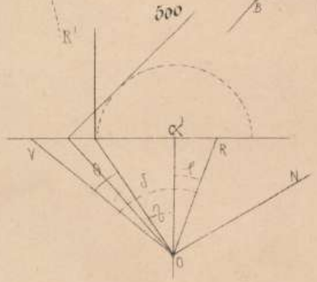

495

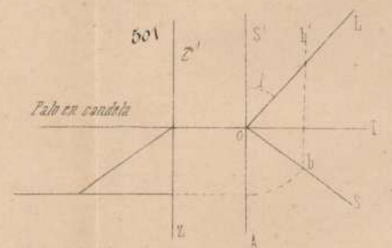

496


497

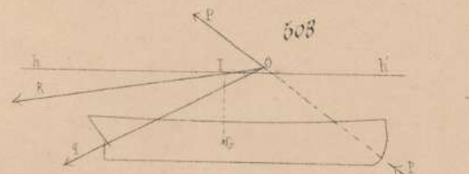

498

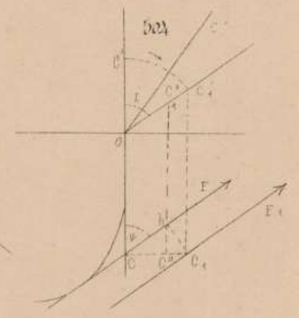

499

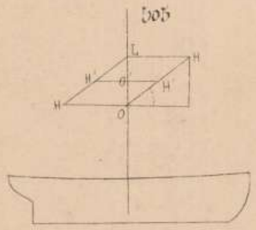

500

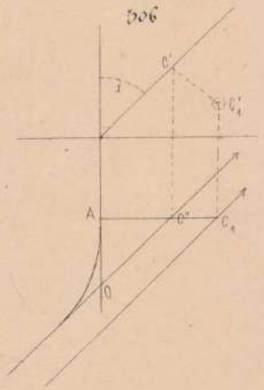

501
Palo en candela

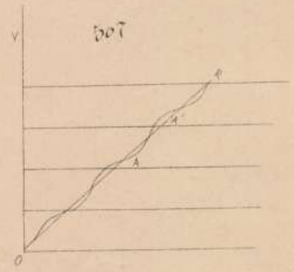

502

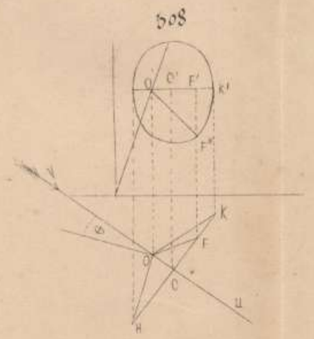

503

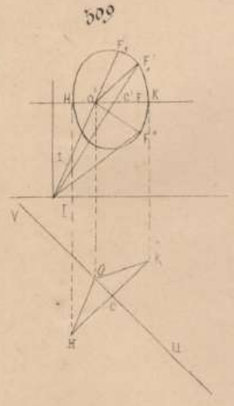

504

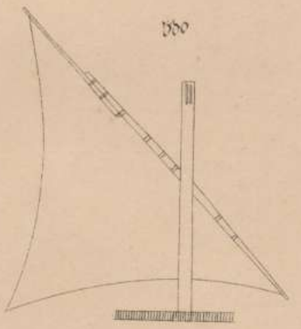

505

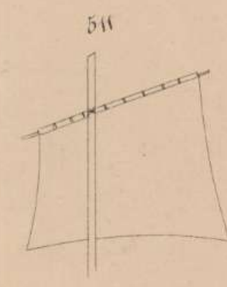

506

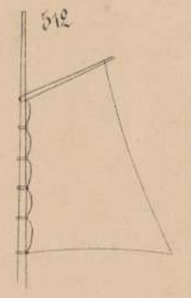

507

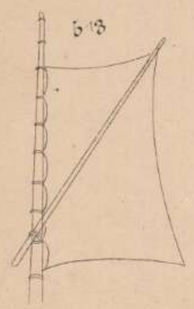

508

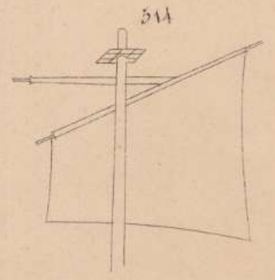

509

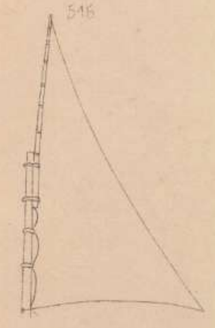

510

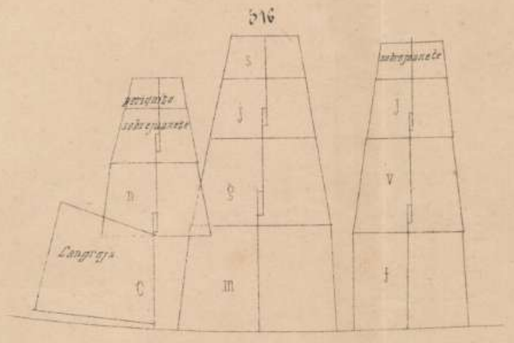

511

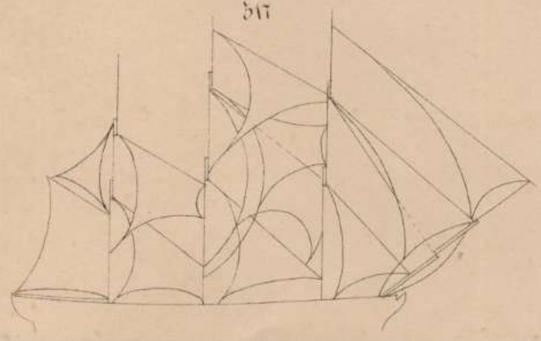

512

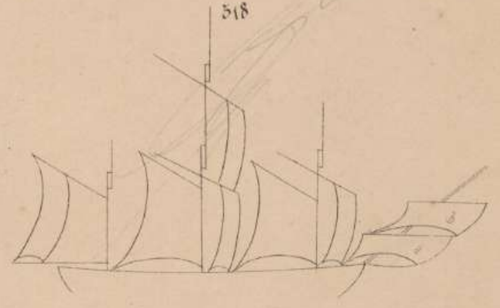

513


514


515


516
Sobrejuanete
Gavia
Sobregavia
Juanete
Mayor
Trinquete
Sobremesana
Mesana
Contramesana
Sobrecangreja
Cangreja


517


518

obtener la curva de las abcisas x_c del centro de gravedad de cada flotacion calculando estos valores como ya hemos dicho al hablar de los centros de gravedad. Esta curva se terminará en el mismo punto que la anterior puesto que para la cara baja de la quilla el centro de obra viva coincide con el centro de gravedad de la flotacion.

Se ha visto que para construir las curvas anteriores, no se hacia mas que tomar sobre las lineas de agua y con arreglo á escala, los valores que los cálculos daban para V, Z_c, X_c, x_c lo cual no tiene nada de particular para los de $Z_c\, X_c\, x_c$ que vienen espresados en unidades lineales, pero no así para los de V que representan toneladas de peso, en cuyo caso lo que se hace es tomar en una escala cualquiera el mismo número de unidades que el que nos indica las toneladas de desplazamiento para cada flotacion y despnes llevar á partir de la perpendicular esa magnitud sobre dicha flotacion.

Tambien podrémos trazar otra curva cuyas ordenadas nos representen las áreas sumergidas de la cuaderna maestra para cada flotacion, cuya curva se deducirá fácilmente del cuadro de desplazamiento.

Las escalas que se emplean comunmente para trazar todas las curvas dichas son: de $0^m,01$ por 500 toneladas para la de desplazamiento ó solidez, de $0^m,02$ por metro para la de las Z_c, de $0^m,1$ para las de X_c y x_c, y de $0^m,01$ para las de las áreas de la cuaderna maestra.

Construidas ya las curvas en coordenadas rectangulares se pueden resolver por medio de ellas una porcion de problemas de los que darémos una idea en los dos siguientes, relativos á la escala de desplazamiento.

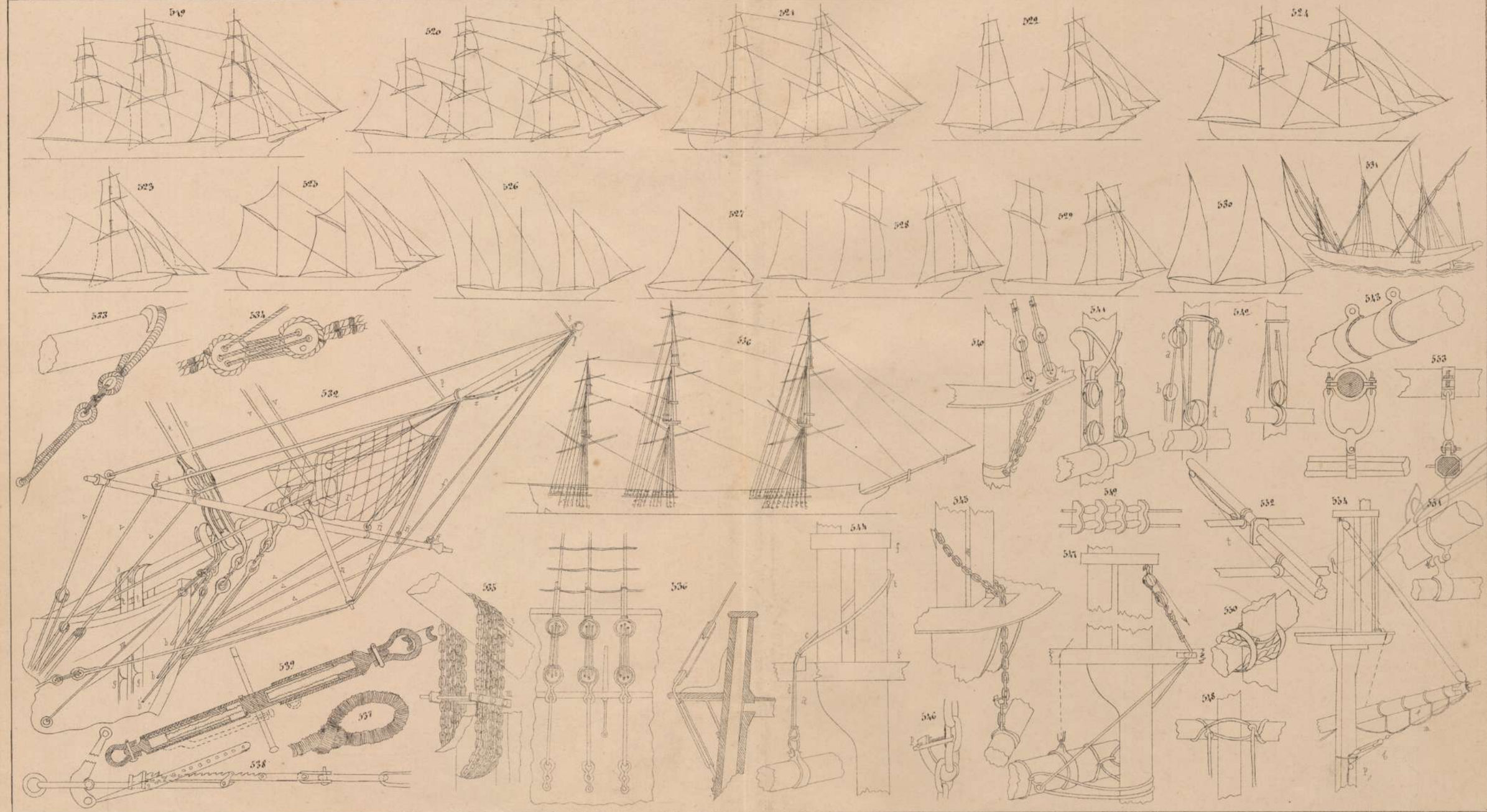
1.° «CONSTRUIDA LA ESCALA DE DESPLAZAMIENTO DE UN BUQUE DETERMINAR EL DESPLAZAMIENTO CORRESPONDIENTE Á UN CALADO DADO.» Lo que se hace es tomar sobre la perpendicular del medio el calado dado, por este punto tirar una paralela á la cara alta de la quilla hasta que encuentre á la curva de desplazamiento, y llevando la ordenada que así resulte sobre la escala en que se ha construido la curva, nos dirá, con sus unidades, el número de toneladas que el buque desplaza para aquel calado.

2.° «DADO EL DESPLAZAMIENTO DE UN BUQUE CUYA ESCALA DE SOLIDEZ ESTÁ CONSTRUIDA, DETERMINAR EL CALADO CORRESPONDIENTE.» Lo que se hace es tomar, en la escala con que se ha construido la curva, una magnitud igual al número de unidades que nos representa el desplazamiento dado, llevar esa magnitud sobre la cara baja de la quilla á partir de la perpendicular del medio, tirar por ese punto una paralela á esta hasta que encuentre á la curva y esta magnitud llevarla sobre la escala en que se ha construido el plano del buque, la que nos dirá cual es el calado del mismo correspondiente al desplazamiento dado.

Otro de los resultados generales de los cálculos de desplazamiento es la determinacion del mismo por centímetro de inmersion en la cuaderna maestra, para o cual indudablemente lo primero que se ocurre es suponer esa cantidad constante en el intérvalo comprendido entre dos lineas de agua, cuyos desplazamientos se conozcan y dividir el desplazamiento correspondiente al volúmen comprendido entre las dos, por la distancia que haya entre ellas, medida con la misma unidad; así representando por Q el desplazamiento de la quilla, por D_0 el de la primera lí-

nea de agua y por N_0 el número de centímetros que hay desde la cara baja de la quilla hasta la primera línea de agua que consideramos, la espresion $\frac{Q+D_0}{N_0}$ nos representará el despiazamiento por centímetro de inmersion hasta la primera linea de agua y en general representando por D_{n-1} y D_n los desplazamientos correspondientes á dos secciones y por N_n la distancia entre las mismas espresada en centímetros, tendrémos que la fórmula $\frac{D_n-D_{n-1}}{N_n}$ representará el desplazamiento por centímetro de inmersion entre esas dos secciones.

Otro método podemos seguir que consiste en tirar la tangente á la curva de solidez en el punto que se considera; la tangente trigonométrica del ángulo que esta recta forma con el eje vertical, nos dará lo que desplaza el buque por metro de inmersion en este punto y dividiendo por 100 esta cantidad, el cociente dará lo que desplaza por centímetro de inmersion.



Lit. de Puga.

B.C. Gerado

LECCION 6.ª

35. Teoria de las integrales gráficas de Mr. Rossin. Aunque ya dimos á conocer la manera de encontrar graficamente las integrales que tienen aplicacion á la determinacion de los elementos principales del buque, nos ocuparémos nuevamente en obtener la solucion de los problemas ya resueltos y de otros que pueden presentarse, valiéndonos de la elegante teoria de las curvas integrales de Mr. Rossin.

Supongamos (Fig. 29) una curva ABC que corte al eje de las y en un punto A cuya ordenada es y_o y llamamos $y^{(')}$ el área comprendida entre esta ordenada, la curva, una ordenada cualquiera y_m y su abcisa correspondiente x_m, esta área $y^{(')}$ vendrá espresada por

$$y^{(')} = \int_0^{x_m} y\,dx = \int f(x)\,dx = F(x)$$

En esta fórmula $y^{(')}$ será una funcion F de x porque recibirá diferentes valores conforme vayamos dándolos á esta variable, de manera que si construimos una curva $A'B'C' = F(x)$ cuyas ordenadas sean estos distintos valores de $y^{(')}$ ó sea de las distintas áreas de la ABC, la nueva curva será designada con el nombre de *curva integral* de la $ABC = f(x)$.

La curva $A'B'C'$ integral de la ABC debe pasar por el orígen puesto que para una abcisa $x = o$ el valor de $F(x)$ es tambien igual á cero.

Para construir la curva integral aplicarémos el método de los trapecios que nos determinará los distintos valores de $y^{(')}$

Si consideramos ahora á $y^{(')} = F(x)$ como la curva primitiva y operamos sobre ella como hemos hecho con la propuesta $y = f(x)$ tendrémos la curva $A'B''C''$ integral de $y^{(')} = F(x)$ ó sea la integral de segundo órden de la dada y cuya ecuacion será

$$y^{(")} = \int_0^{x_m} y^{(')}dx = \int_0^{x_m} dx \int_0^{x_m} y\,dx$$

sobre la cual haríamos las mismas consideraciones que sobre la de primer órden y asi sucesivamente.

Recorriendo el camino inverso, supongamos (Fig. 30) una curva dada $y = F(x)$

y busquemos aquella cuyas ordenadas sean tales que entre ellas, el eje de las x y la misma curva, se tengan áreas proporcionales á las ordenadas de la dada: segun ssto las ordenadas $y(')$ de la curva buscada deben satisfacer á la ecuacion

$$y = f(x) = \int_0^{x_m} y(') dx$$

luego $y(')$ es el coeficiente diferencial $\frac{dy}{dx} =$ tang. α, siendo α el ángulo que la tangente á la curva dada en un punto cualquiera forma con el eje de la x; asi, tomando sobre cada ordenada de la primera curva $y = f(x)$ magnitudes iguales á sus tangentes trigonométricas tendrémos los puntos de la curva $y = F(x)$ que será la diferencial de la $A\,B\,C$.

Para obtener la ordenada de la *curva diferencial* basta, como vemos, tomar sobre la ordenada correspondiente $o\,B$ una magnitud igual á una cuarta proporcional á la ordenada $y = F(x)$, á la subtangente correspondiente á esta ordenada y á la unidad de longitud pues como vemos que

$$\text{tang. } BTo = \frac{Bo}{oT},$$

si á partir de o tomamos $o\,Q$ igual á unoy por el punto Q tiramos la $Q\,M$ paralela á la $T\,B$,el punto M será el buscado, puesto que si haciendo centro en Q, trazamos el arco $o\,n$, este será la medida del ángulo $MQo = BTo$ y Mo su tangente trigonométrica.

Para completar estas ideas acerca de las curvas integrales, vamos á suponer que se tiene (Fig. 31) una linea que presenta muchos accidentes en su forma y propongámonos discutir la curva integral. Esta discusion puede verificarse por la consideracion de las áreas ó de las tangentes trigonométricas, haciendo uso de una ú otra segun lo creamos mejor para simplificar y aclarar los razonamientos.

Sea $A\,B\,C\,D\,E\,F\,G\,H\,I\,J\,K$ la linea dada; empezando á contarse las áreas en la ordenada $A\,o$ la curva integral pasará por el origen; su tangente en este punto será paralela á la recta $A\,o'$ que obtendrémos uniendo el punto A con el o' tomado sobre el eje $o\,x$ á la izquierda del o y á una distancia de este $o\,o'$ igual á uno. Si la línea dada pasa por el origen, es decir, si $o\,A = 0$, la curva integral tendrá por tangente en el origen la recta ox; si la curv tiene por asintota oy la integral ser tambien tangente á este eje siempre que la integracion de $y\,dx$ conduzca á nu resultado finito.

En el punto B' de la curva íntegral, que se encuentra sobre la ordenada del punto B de la propuesta, hay una inflexion pasando dicha íntegral de convexa á cóncava con relacion al eje de las x, porque desde A hasta B van creciendo las ordenadas de la curva dada y como estas son las tangentes trigonométricas, de los ángulos que las tangentes á la integral forman con el eje de las x, estos ángulos deben ir creciendo pues varian en el mismo sentido que dichas tangentes trigonométricas, esto es, aumentan cuando ellas crecen y disminuyen cuando ellas decrecen. Asi pues, en los puntos de la curva integral que corresponden á ordenadas máximas de la propuesta hay un cambio de sentido en la curvatura, pasando la línea de convexa á cóncava y por análoga razon en los puntos de la integral que corresponden á ordenadas mínimas hay inflexion en dicha integral pasando de cóncava á convexa. En el punto E' de la integral que se encuentra sobre la ordenada $E\,E'$ levantada sobre

Section M.N

Lit. de Frey

el punto E en que la dada corta al eje ox, la tangente de la curva integral es horizontal, ó mejor dicho, paralela al eje ox, porque uniendo el punto E que está sobre ox con el E' situado á una distancia de E igual á uno, tendrémos para direccion de la tangente á la integral, el eje ox.

Siguiendo el curso de la integral, ocurre una duda sobre si la rama de dicha integral debe ó no ser descendente, porque entonces $\int y\,dx$ da solamente el área limitada por la rama de la curva propuesta situada de un lado del eje ox, lo que nos autoriza á suponer que el área ELF se determina por una integracion á parte y como en L hay en absoluto una ordenada máxima, la integral en el punto correspondiente L, debe presentar una inflexion pasando de convexa á cóncava; luego por esta consideracion debe ascender, pero si admitimos ordenadas negativas, las tangentes trigonométricas representadas por ellas serán negativas tambien y entonces los ángulos á que corresponden variarán en sentido contrario y como esas tangentes van aumentando desde E hasta L dichos ángulos irán disminuyendo y la rama de curva será descendente. Si construyésemos las dos ramas ascendente y descendente, la diferencia de las ordenadas que corresponderian al punto F seria una cantidad proporcional al doble del áreá ELF. El arco $F'G'$ será una paralela á la FG, porque las tangentes en todos los puntos de $F'G'$ son paralelas al eje ox. En todos los puntos del arco $I'J'$, la inclinacion sobre el eje es constante porque el ángulo que la mide tiene por tangente trigonométrica la cantidad constante Ii; despues en todos los puntos del arco $I'J'$, la relacion de y á x es la misma, por lo tanto la porcion de línea es una recta. El arco $J'K'$ es una rama de parábola de 2.° grado. En efecto; un elemento de área tiene por espresion $ds=ydx$, pero en los puntos de la rama JK se tiene $y=ax+b$ luego $ds=axdx+bdx$, y por consiguiente s que es el valor variable de la ordenada del arco $J'K'$, viene dada en funcion de x por $\frac{ax^2}{2}+bx+c$ luego la relacion entre las coordenodas de un punto cualquiera del arco $J'K'$ es:

$$y=\frac{a}{2}x^2+b\,x+c$$

lo que nos dice que este arco es una rama de parábola de 2.° grado.

36. Aplicacion de la teoria de Mr. Rossin á la resolucion de algunos problemas de desplazamiento. Varios son los problemas en los cuales puede obtenerse mucha simplificacion aplicando las teorias precedentes: los principales son los siguientes.

Problema 1.° Determinar una linea de agua con la condicion de pasar por tres puntos dados y tener una area dada S. El objeto de este problema es dirigir en lo posible los tanteos que tenemos que hacer en la práctica. La curva pedida (Fig. 32) ademas de pasar por los puntos A y B, debe tener la semimanga OC y su área es S. Construyamos la integral de la curva pedida; dicha integral debe pasar por A elegido como origen presentando en M, punto que no conocemos y del cual solo se sabe que está sobre OC, una inflexion pasando de convexa á cóncava por tener la curva pedida su ordenada máxima en C y por último terminará en el punto N situado sobre BN de modo que $BN=S$. y que en N la tangente sea paralela á la AB. La tangente TT' en el punto M es paralela á la recta CS obtenida

uniendo C con S, siendo OS igual á la unidad de longitud. Trazada la curva AMN ya sabemos construir la pedida que es su diferencial. Las ramas AM y MN pueden ser dos arcos de circulo cuyos centros serán los puntos R y R' determinados por medio de las bisectrices de los ángulos MTA y $MT'N$. Si se diesen [separadamente las áreas de la parte de proa y popa habria mas certeza en el resultado por que en este caso se conoceria el punto M.

2.° Problema. Determinar las coordenadas del centro de gravedad de una línea de agua. Sea ABC (Fig. 33.) la linea de agua propuesta; construyamos su integral primera OMN y su integral segunda OST. Las ecuaciones de estas integrales son

$$y^{(')} = \int_{x_0}^{x} y\,dx = S_x$$

$$y^{('')} = \int_{x_0}^{x} y^{(')}\,dx = \int_{x_0}^{x} S_x\,dx$$

Para mas generalidad vamos á encontrar el centro de gravedad desde x_0 hasta x y cuya área es S_x ; el teorema de los momentos dá:

$$S_x x_c = \int_{x_0}^{x} x(y\,dx)$$

Integrando por partes y tomando por parte integrable $y\,dx$ tendrémos:

$$S_x x_c = x\int_{x_0}^{x} y\,dx - \int_{x_0}^{x} dx \int_{x_0}^{x} y\,dx,$$

ó sea $$S_x x_c = xS_x - \int_{x_0}^{x} S_x\,dx = xS_x - y^{('')}$$ de donde

$$x_c = x - \frac{y^{('')}}{y^{(')}} \quad (1)$$

Para hallar el centro de gravedad del área total debemos poner en la última fórmula en vez de x su valor x_m, lo que reduce las $y^{(')}$ é $y^{('')}$ á $y_m^{(')}$ é $y_m^{('')}$ y la espresion (1) á la siguiente:

$$x_c = x_m - \frac{y_m^{('')}}{y_m^{(')}}$$

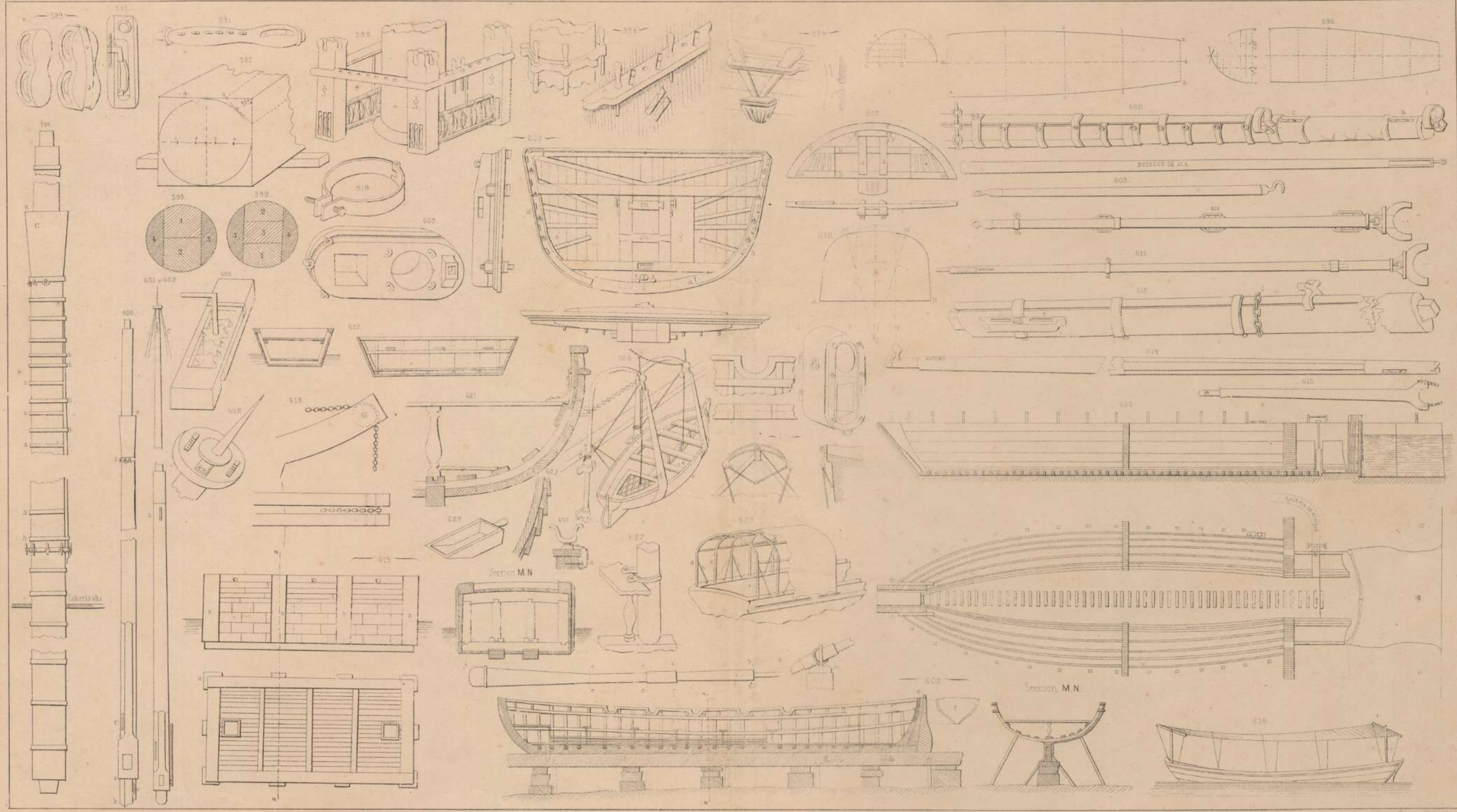
ó bien como se vé en la figura

$$x_m - x_c = x_c l = \frac{y_m^{('')}}{y_m^{(')}}$$

Para calcular $x_m - x_c$ tenemos la proporcion $x_m - x_c : 1 :: y^{('')} : y^{(')}$ lo que nos dice que la recta Tx_c es la tangente á la integral segunda en el punto T. Para hallar la ordenada del centro de gravedad harémos construcciones análogas tomando por eje de las x la recta oA en vez de la ol.

Problema 3.° Determinar la forma del casco de un buque que tenga un desplazamieto dado. La escala de solidez no es otra cosa que una integral de las áreas de las lineas de agua ó sea la integral segunda de las líneas de agua. Sabemos pasar de una curva dada á su diferencial; pasarémos pues de la integral de las áreas á estas áreas y de estas á las curvas que las limitan y asi tendrémos las diversas líneas de agua que determinan bastante la forma de la obra viva de un buque.

Por medio de esta teoria podrémos determinar el centro de obra viva. Este punto se encuentra desde luego en el plano diametral, luego nos basta conocer sus coordenadas X_c y Z_c. Siguiendo una marcha análoga á la que practicamos para


Seccion M N
Seccion M N

las líneas de agua. con la sola diferencia de que á aquellas curvas debemos reemplazar la escala de desplazamiento y de que en vez de áreas tendrémos que considerar volúmenes, llegarémos á las construcciones siguientes.

Siendo $A\,BC$ (fig. 34) la curva de desplazamiento se construye su integral primera $A\,PN$ y su integral segunda $A\,MQ$, se tira la tangente QZ_c á esta integral segunda por el punto Q en que corta á la flotacion y $A\,Z_c$ es la ordenada Z_c del centro de obra viva. En lugar de tomar la escala de desplazamiento, se puede construir una curva cuyas ordenadas sean magnitudes tomadas sobre las diferentes líneas de agua proporcionales á las áreas de estas líneas; en este caso la curva pasaría por el orígen A porque en el canto alto de la quilla la flotacion no es de una área nula y como los elementos de volúmen no difieren de las áreas de las líneas de agua correspondientes sino por el factor $2a\,c$, las ordenadas de esa curva serian tambien proporcionales á los volúmenes elementales. Teóricamente se tendria por la ecuacion de los momentos,

$$V Z_c = \int z\,x\,dz = x \int x\,dz - \int dz \int x\,dz;$$

pero $$x^{(')} = \int_{z_0}^{z_m} x\,dz = V;\; x^{('')} = \int_{z_0}^{z_n} dz \int_{z_0}^{z_n} x\,dz:$$ luego:

$$Z_c = Z_n - \frac{x^{('')}}{x^{(')}}$$

siendo Z_n la ordenada de la flotacion.

Para hallar X_c se divide (fig. 35) la eslora en veinte partes iguales, se toma sobre cada una de ellas una longitud igual al área sumergida de la cuaderna cuyo plano de encoramento coincida con esa ordenada y se tendrá una curva $A\,B\,C$; se construye la integral primera $O\,M$ y la segunda $O\,N$ de la $A\,BC$ y por el punto en que esta integral corta á la última ordenada, se le tira una tangente que vendrá á cortar al eje ox en un punto X_c que dista del origen la cantidad buscada.

El teorema de los momentos dá:

$$V X_c = \int x\,z\,dx = x \int z\,dx - \int dx \int z\,dx$$

pero $$Z^{(')} = \int_{x_0}^{x_m} z\,dx = V;\; Z^{('')} = \int_{x_0}^{x_m} dx \int_{x_0}^{x_m} z\,dx:$$ luego

$$X_c = X_m - \frac{Z^{('')}}{Z^{(')}}$$

en la que X_m representa la eslora entre perpendiculares.

36. Método de Bonjean para calcular el desplazamiento teniendo en cuenta la diferencia de calados. El valor del desplazamiento tal cual lo hemos estudiado está complicado de un error el cual proviene de haber reemplazado la flotacion verdadera y con diferencia, por la flotacion media.

Mr. Bonjean ha propuesto calcular el desplazamiento del buque con diferencia de calados para lo cual divide el buque en ocho partes por medio de planos perpendiculares á la quilla y trazando en cada porcion de la obra viva la perpendicular del medio, construye, sirviéndose de ella como eje de abcisas la escala de solidez correspondiente á dicha porcion, suponiendo las líneas de agua

paralelas á la quilla lo mismo que la flotacion que hace pasar por la intersec-cion de la verdadera con la perpendicular del medio; si en estos puntos de interseccion trazásemos las ordenadas de la curva de solidez que serían paralelas á la quilla, sus valores nos darian uno por uno los desplazamientos de cada una de las ocho partes y la suma de ellos el desplazamiento total del buque.

Este método no es del todo exacto pues lo que debiamos hacer en rigor es remplazar la perpendicular del medio por una curva, lugar geométrico de los centros de gravedad de las distintas líneas de agua de cada division, puesto que si tenemos un sólido cualquiera (Fig. 36) y se le corta por un plano P el volúmen de la parte situada á un lado cualquiera de la seccion difiere mny poco del que deja hácia el mismo lado, otro plano secante Q que pasa por el centro de gravedad del área de la seccion P siempre que los planos P y Q formen un ángulo ϑ muy pequeño.

Vamos ahora á determinar el desplazamiento con diferencia de calados aplicando el método de Bonjean en el fondo, aunque con variacion de forma. Suponiendo el buque dividido en veinte partes por planos perpendiculares á la quilla que no serán otros que los de las veinte cuadernas que existen en el cuadro de desplazamiento, este se obtendrá, multiplicando la densidad del agua del mar por el volúmen de la obra viva que puede espresarse bajo la forma

$$V = a\left(\frac{1}{2}C_0 + C_1 + \ldots\ldots + C_{m-1} + \frac{1}{2}C_m\right)$$

en cuya espresion a representa la vigésima parte de la eslora y C_0, C_1, etc. las áreas de las cuadernas.

Supongamos ahora (Fig. 37) cada cuaderna rebatida sobre el plano diametral, construyamos sus curvas integrales y por los punto a, a', a'', etc. en que las trazas del planos de las cuadernas cortan á la flotacion levantemos las ordenadas ab, $a'b'$ etc. de las curvas integrales: esas ordenadas nos representarán las áreas de las cuadernas que hemos considerado.

Ahora bien, si á partir del eje XX y sobre las prolongaciones de las trazas de los planos de las cuadernas, tomamos las magnitudes mn, $m'n'$, $m''n'$... iguales á ab, $a'b'$, $a''b''$... y unimos los puntos $n'n'n''$... el área de la curva que nos resulte nos dará el volumen V de la obra viva. Trazarémos ahora otra curva $ll'l''$... cuyas ordenadas sean iguales al peso de la unidad de longitud en cada seccion transversal y su área representará el peso del casco del buque y deberá ser igual al área de la curva $nn'n''$... multiplicada por la densidad del agua del mar. Esto exigirá que el segmento M sea igual á la suma de los segmentos P y Q.

Debemos observar que la curva $ll'l''$... por la construccion del buque y reparticion de peso es casi una recta paralela á la XX al paso que la $nn'n''$... se estrecha mucho en las estremidades por el menor desplazamiento en estas partes.

Lar ordenadas de la curva $nn'n''$... representan las fuerzas verticales de abajo arriba que actuan sobre el buque y las ordenadas de la linea $ll'l''$ representan los pesos ó fuerzas verticales de arriba abajo que deben equilibrar á las anteriores La comparacion de las ordenadas de ambas curvas nos di ce que en la parte de popa y en la de proa el peso es mayor que el empuje del fluidó y

634

637

636

Plea Mar

Seccion A B.

633

635

Lit. de Puga.

P. C. Cyadó

que en la parte media del buque sucede lo contrario pues el empuje del fluido es mayor que el peso.

La diferencia ln entre las ordenadas lm y nm es pues el esceso del peso sobre el empuje del líquido y al contrario la $l'''n'''$ es el esceso de la presion del liquido sobre el peso del buque en la seccion correspondiente á las ordenadas $l'''m'''$ y $n'''m'''$. De esta diferencia entre el peso de las diferentes partes de un buque resulta que este debe esperimentar cierta flexion en el sentido del plano diametral; esta flexion se hace sensible sobre todo en la quilla y se llama *quebranto ó arco de quilla.*

37. Manera de medir el quebranto. Para la determinacion del quebranto se colocan tres miras sobre el costado del buque que esten una á popa, otra á proa y la tercera hácia el medio; se hacen enrasar estas tres miras cuando el buque está en grada y se las dispone á igual altura sobre el canto bajo de la quilla; despues de la botadura del buque se hacen enrasar las dos miras estremas y la visual que pase por ellas irá á cortar en un punto á la vertical tirada por la terccra mira; la distancia vertical de dicho punto á la tercera mira, ó sea la del medio, es la flecha que se busca.

Cuando el buque está á flote se mide el quebranto por medio de un cuadro (Fig. 38) cuyos dos brazos laterales llevan escalas de medir longitudes; se aplica ese cuadro al buque hasta que su brazo horizontal se ajuste contra el canto bajo de la quilla y el agua llegará en la flotacion á cierta division de la escala; se anotará el número de partes de escala en la rama de babor y en la de estribor tomando en seguida la media aritmética entre ambos resultados para mas exactitud Corriendo la pieza ó cuadro á lo largo de la quilla y repitiendo la operacion en cada punto que se quiera se conocerá la distancia de ese punto á la flotacion y por consiguiente la ordenada correspondiente del arco de la quilla.

38. Influencia del quebranto en el desplazamiento. Supongamos que el arco (fig. 39) haya hecho tomar á la quilla la forma ACB: si la línea de flotacion estuviese trazada sobre el buque tomaria la forma FOL, y como el plano de flotacion permanece siempre horizontal habrá salido un filete del agua cuyo desplazamiento debe restarse del que hemos calculado sin contar con el quebranto del buque.

Sea el buque una batea y la parte que ha salido del agua un segmento parabólico. Como sabemos, el área de un segmento parabólico es igual á los $\frac{2}{3}$ de la del rectángulo circunscrito: así si llamamos A el área de este segmento, E la eslora, M la manga de la batea y F la flecha del segmento tendrémos:

$$A = \frac{2}{3} FE$$

y representando por V el volúmen del segmento parabólico

$$V = \frac{2}{3} FEM;$$

su desplazamiento será:

$$\omega V = \frac{2}{3} \omega FEM$$

siendo ω la densidad del líquido en que flota.

Restando este desplazamiento del de que hemos calculado, nos quedará para el verdadero de la batea, despues del quebranto:

$$D - \frac{2}{3} \varpi F E M = D - \frac{2}{3} \varpi F S$$

llamando S el área de la flotacion representada por $E M$; pero el desplazamiento D calculado sirviéndose del calado medio $\frac{\iota + \iota'}{2}$ es

$$D = \varpi S \left(\frac{\iota + \iota'}{2} \right)$$

poniendo este valor en la espresion anterior se tiene

$$D - \frac{2}{3} \varpi F S = \varpi S \left(\frac{\iota + \iota'}{2} \right) - \frac{2}{3} \varpi S F =$$

$$\varpi S \left(\frac{\iota + \iota'}{2} - \frac{2}{3} F \right)$$

lo que nos demuestra que la correccion que hay que hacer es restar del calado medio los $\frac{2}{3}$ de la flecha. Ahora si sobre la escala de solidez tomamos el calado medio disminuido en los $\frac{2}{3}$ de la flecha y por el punto obtenido tiramos una paralela al eje paralelamente al cual se toman los desplazamientos, esta coordenada nos dará el desplazamiento de la batea despues del quebranto ó sea el desplazamiento modificado.

39. Superficie de la obra viva. Como mas adelante verémos, los buques de madera van forrados de plancha de cobre, por lo cual para conocer la cantidad de planchas que hacen falta, puede sernos preciso determinar la superficie de la obra viva así como tambien se nos puede ofrecer buscar el volúmen de los tablones de forro que se obtendrian multiplicando el espesor medio de este por dicha superficie.

Considerémos en un punto M (Fig. 40) cualquiera de la superficie, un elemento $d A$ que podemos imaginar coincidiendo con el plano tangente en dicho pnnto M. La proyeccion sobre el plano diametral ó de la $x z$ siendo $d x d z$ y llamando ε al ángulo de estos planos que no será otro que el formado por la normal en dicho punto con el eje de las y tendrémos.

$$d A = \frac{d x d z}{\cos \varepsilon}$$

y por consiguiente:

$$A = \int \int \text{sec. } \varepsilon \, d x \, d z$$

Vemos pues que si deducimos los valores sec. ε para todos los puntos de la obra viva estableceremos un cuadro análogo al de desplazamiento cuyas ordenadas serán los distintos valores de esta secante y del cual obtendrémos el valor de la superficie de obra viva A.

Lo que tenemos que hacer ahora es conocer el valor de dicha secante.

Para esto sabemos que la ecuacion del plano tangente en un punto cualquiera es:

$$y = a x + c z$$

en la que a representa la tangente del ángulo que la traza del plano tangente sobre el de las $x y$ forma con el eje de las x y c la tangente del ángulo de la traza del citado plano sobre el de las $y z$ con el eje de las z.

Llamando ahora α, ς, γ los ángulos que la normal forma con los ejes, sabemos por la analitica que

$$\cos \varsigma = \frac{1}{\sqrt{1+a^2+c^2}}$$

y por consiguiente

$$\sec. \varsigma = \sqrt{1+a^2+c^2}$$

Vamos ahora á determinar graficamente los valores de a y c para cada punto, y á construir el valor de sec. ς. Para esto, si concebimos que por M como origen pasan los nuevos ejes coordenados paralelamente á los dados, la traza del plano tangente sobre el plano de las xy se confundirá con la tangente MR á la curva oMQ; luego si tomamos sobre Mx una magnitud $MP=1$ y trazamos en P la perpendicular RP, esta magnitud será la tangente del ángulo RMP que hemos llamado a. En la proyeccion vertical M' del punto M, la recta $M'R'$ será la traza del plano tangente en M' á la superficie sobre el plano yz. de manera que si llevamos en $M'z$ la magnitud $M'P'=1$ y levantamos la perpendicular $P'R'$, esta dará el valor de c. Ahora, tirando por R' una perpendicular á $R'M'$ y tomando sobre ella una magnitud igual á a ya determinada, tendrémos la recta

$$H'M' = \sqrt{a^2+\overline{R'M'}^2} = \sqrt{a^2+c^2+1}$$

En la proyeccion horizontal, tomando la perpendicular $RH=c$, se tendrá

$$HM = \sqrt{c^2+\overline{RM}^2} = \sqrt{c^2+a^2+1}$$

por consiguiente está perfectamente determinado el valor que buscabamos y que nos faltaba para que se pueda conocer la superficie de la obra viva.

LECCION 7.ª

40 Fuerzas que actuan sobre un cuerpo sumergido en un liquido en equilibrio. Hemos visto en el número (24) las condiciones principales á que debia satisfacer un buque y ahora vamos á analizar detalladamente dichas condiciones y la manera de cumplirlas, para lo cual estudiarémos sucesivamente el equilibrio y movimiento de un cuerpo cualquiera en un liquido.

Si de un cuerpo sumergido en un liquido en equilibrio consideramos un filete horizontal, la diferencia de presiones horizontales en las dos estremidades será igual á la componente horizontal del peso del filete, es decir, que será nula; de modo que el cuerpo no estará solicitado por ninguna fuerza horizontal. Si por el contrario tomamos un filete vertical, las leyes de la hidrostática nos dicen que actuarán sobre él una fuerza igual al peso del filete del liquido y si integramos este filete en toda la estension del cuerpo, deducirémos que actua sobre este y de abajo arriba, una fuerza igual al peso del volúmen del liquido desalojado por él. El cuerpo (Fig. 41) está pues sometido á dos fuerzas ϖV, ó lo que es lo mismo densidad del liquido por volumen desalojado, producto que representa el empuje del fluido de abajo arriba aplicado en el centro de figura C y al peso P del cuerpo obrando en el centro de gravedad G el cual no coincidirá con C si la densidad no es constante para todos los puntos del cuerpo. Este esperimentará pues un esfuerzo de traslacion espresado por $P - \varpi V$ y otro de rotacion $\varpi V \times G h$, tomando como origen estático el punto G.

41. Equilibrio de traslacion de un cuerpo flotante. La fuerza $P - \varpi V$ de traslacion será positiva nula ó negativa segun que P sea mayor, igual ó menor que ϖV. En el primer caso, el cuerpo se irá al fondo del vaso en que está sumergido; en el segundo se quedará en la posicion en que le coloquemos y se llamará *cuerpo flotante entre dos aguas* y en el tercero, subirá á la superficie hasta que se verifique que P sea igual á ϖV, lo cual siempre tendrá lugar porque siempre se podrá trazar un plano de flotacion que nos permita cumplir con esta condicion: entonces el cuerpo se llama *flotante*. En lo sucesivo no nos ocuparémos mas que de esta clase de cuerpos.

42. Del equilibrio de rotacion. Siendo infinito el número de posiciones

que puede tomar un cuerpo flotante en el liquido de manera que el esfuerzo de traslacion sea nulo, nos hace falta buscar cual será la condicion necesaria para que el esfuerzo de rotacion lo sea tambien; esto se verificará cuando $G\,h$ sea igual á cero, es decir, cuando el centro de gravedad del cuerpo y el de figura de la parte sumergida esten en una misma vertical. De todo lo dicho se deduce, como ya habiamos anunciado, que para que un cuerpo flotante se mantenga en equilibrio en el liquido es necesario: 1.° que el peso del cuerpo sea igual al esfuerzo de elevacion representado por el peso de un volúmen de líquido igual al desalojado por dicho cuerpo y 2.° que estas dos fuerzas obren en una misma vertical.

43. Estabilidad del equilibrio de los cuerpos flotantes. Cuando un cuerpo flotante está en equilibrio en un fluido, si se ejerce sobre él una accion que lo desvie de su posicion, volverá despues de un cierto tiempo á recobrarla ó se irá alejando de ella; en el primer caso se dice que el cuerpo se mantiene en equilibrio *estable* é *inestable* en el segundo. Vamos á estudiar pues las condiciones necesarias para la estabilidad del equilibrio y la manera de que queden satisfechas.

Considerémos (Fig. 42) un cuerpo flotante y en equilibrio, en un liquido homogéneo en cuyo caso los centros de gravedad del liquido desalojado y el del cuerpo estarán sobre una vertical siendo iguales las fuerzas aplicadas en ellos. Separémos ahora al cuerpo infinitamente poco de su posicion primitiva de equilibrio cuya flotacion era $F\,L$ imprimiendo á todos sus puntos velocidades infinitamente pequeñas; supongamos que el plano de flotacion primitivo se haya convertido en el $F'\,L'$

Tomando como eje de las Z la direccion de la fuerza P que será una perpendicular al plano $F'\,L'$ pasando por G, las componentes de todas las fuerzas del sistema proyectadas sobre los ejes coordenados X é Y serán nulas y el teorema de las fuerzas vivas vendrá espresado por

$$(1)\quad \Sigma\, v^2\, dm = 2\,\Sigma dm \int Z\,dz + c$$

Ahora puesto que hemos supuesto que las velocidades eran infinitamente pequeñas, el primer miembro de la ecuacion será infinitamente pequeño de segundo órden y por lo tanto podrémos despreciar en el otro miembro todas las cantidades que sean de un órden superior

Para poder aplicar la ecuacion general (1) al caso de que nos ocupamos, tendrémos que examinar las diversas fuerzas que actuan sobre el cuerpo las cuales se reducen á dos principales; peso del sólido y presiones del líquido.

El valor de $\int Z\,dz$ correspondiente al peso del cuerpo será gz de modo que se tendrá

$$(2)\quad 2\Sigma dm \int z\,dz = 2gMz_0$$

siendo z_0 la ordenada Gm del centro de gravedad G del cuerpo.

Al determinar la parte correspondiente á los esfuerzos verticales del líquido dividirémos el volumen sumergido del cuerpo en dos; el primero estará comprendido entre el plano $F'L'$ y otro paralelo $F''\,L''$ y cuya interseccion con el $F\,L$ pase por el centro de gravedad o de las dos flotaciones. El segundo volúmen será el $F''KL''$ el cual será igual al separado por el plano $F\,L'$.

aumentado de la cuña FOF'' y disminuido de la LOL'.

El término general del segundo miembro de la ecuacion (1) para los esfuerzos verticales del liquido sobre el sólido se espresará por

$$2\Sigma dm\int Z\,dz = -2g\,\varpi\int z d\omega$$

en cuya espresion $\int z\,d\,w$ es el momento con relacion al plano de las XY del volumen sumergido del cuerpo, estando dicho momento afectado del signo menos por ser estos esfuerzos contrarios á los del peso P.

Si llamamos B al área de la seccion $F''L''$, δ á la distancia entre $F''L''$ y $F'L'$ y consideramos que el volumen comprendido entre estos dos planos es un cilindro, en lo cual cometerémos un error muy pequeño siempre que δ lo sea, tendrémos para el momento de dicho volúmen:

$$(3)\ \int z d\omega = \frac{1}{2} B\,\delta^2.$$

El momento del volúmen $FKL = V$ tendrá por valor

$$\int z\,d\omega = V \times n\,C.$$

Ahora como $nC = mG - pG$, si llamamos a á la distancia CG, θ el ángulo $pGC = FOF''$ y z_c la ordenada del centro de gravedad tendrémos

$$n\,C = z_c - \text{a cos. } \theta$$

luego

$$\int z\,d\omega = V\,(z_c - \text{a cos. } \theta)$$

y puesto que se supone que θ es infinitamente pequeño, desarrollando el valor de cos. θ se tiene despues de sustituir

$$(4)\ \int z\,d\omega = Vz_c - V\text{a} + \frac{V\text{a}\,\theta^2}{2}$$

En el caso que el centro de gravedad estuviera encima del punto C el 2.º término de esta espresion seria positivo y si coincidiera con él, seria nulo.

El volúmen de la cuña $L''OL$ se determinará suponiendola descompuesta en elementos prismáticos cuyas bases estén en el plano FL y sus alturas en el sentido del eje de lá Z, de modo que para un elemento correspondiente á un punto r su volúmen será

$$rs \times d\lambda \cos.\ \varepsilon$$

en que $d\lambda$ representa el elemento de la base.

Si llamamos ahora u á los distintos valores de rs tendrémos para el volumen elemental buscado:

$$u\,\theta\,d\lambda$$

Multiplicando este valor por la z del punto medio de rs que es $\delta + \frac{1}{2}u$ tang. θ ó sea $\delta + \frac{1}{2}u\theta$ tendrémos que la diferencial del momento de la cuña será para un elemento cualquiera.

$$(5)\ u\,\theta\,d\lambda\left(\delta - \frac{1}{2}u\,\theta\right)$$

Al determinar la integral de la espresion (5), el primer término desaparecerá puesto que $u\,d\lambda$ representa el momento de las áreas elementales de la seccion

FL con relacion á o que es su centro de gravedad; solo nos queda pues.

$$(6)\ \frac{\theta^2}{2}\int u^2 d\lambda$$

que no es otra cosa que el producto de $\frac{\theta^2}{2}$ por el momento de inercia de la flotacion FL con relacion al eje II' y que representarémos abreviadamente por $B' K^2$ en cuya espresion B' es el área de la flotacion FL y K el radio de giracion.

Sustituyendo los valores (2) (3) (4) y (6) en la fórmula (1) tendrémos.

$$\Sigma v^2 dm = 2Mgz_0 - 2g\varpi x \frac{1}{2} B\delta^2 - 2g\varpi\left(Vz_0 - Va + \frac{Va\theta^2}{2}\right) - 2g\varpi\frac{B' K^2}{2}$$

y como el valor de la masa es $M = \varpi V$, la espresion anterior después de hechas las reducciones, se convertirá en

$$(\alpha)\ \Sigma v^2 dm = -g\varpi B\delta^2 - g\varpi(B' K^2 + a V)\theta^2 + c$$

Debemos advertir que el valor $2\varpi g Va$ lo hemos introducido en la constante c la cual la determinariamos por los valores iniciales correspondientes da v, θ y δ que si fueran iguales á cero ó infinitamente pequeños, tambien c serie una cantidad infinitamente pequeña.

La fórmula (α) es general, puesto que si el centro de gravedad estuviera mas bajo que el centro C no habria mas que variar en ella el signo de a; tambien nos indica la misma fórmula que siendo su primer miembro positivo debe serlo igualmente el segundo para lo cual es preciso que los términos negativos den una suma infinitamente pequeña puesto que ha de ser menor que la constante c lo que exige ademas que θ y δ sean infinitamente pequeños.

De todo lo dicho aparece *que cuando el centro de gravedad del cuerpo está mas bajo que el del volúmen sumergido, la desviacion ó movimiento del cuerpo ser-sumamente pequeña y por lo tanto que el equilibrio será estable.*

Si el centro de gravedad del cuerpo estuviese mas alto que el del volúmen desalojado entonces siendo a negativa la fórmula (α) se reduciria á

$$\Sigma v^2 dm = -g\varpi B\delta^2 - g\varpi(B' K^2 - a V)\theta^2 + c$$

en la que vemos que aunque c fuese infinitamente pequeña θ y δ podrian dejar de serlo si todos los términos que encierran su cuadrado no fuesen negativos, por consiguiente es necesario que para que el equilibrio sea estable se tenga

$$B' K^2 - a V > 0$$

ó sea

$$a < \frac{B' K^2}{V}$$

y como el momento de inercia $B' K^2$ varia segun varie el eje II'. para que la condicion quede satisfecha siempre será necesario qne tomemos como eje aquel con respecto al cual el momento de inercia de la flotacion sea el minimo.

En resúmen vemos que *aun cuando el centro de gravedad esté encima del centro del volúmen sumergido puede haber estabilidad en el equilibrio siempre que la distancia* a *entre dichos centros sea menor que el cociente del mínimo momento de inercia de la flotacion con relacion à un eje situado sobre ella pasando por su centro de gravedad, entre el volúmen del liquido desplazado.*

Hemos supuesto hasta aqui que los volúmenes interceptados por los planos FL y

$F'L''$ eran iguales para lo cual es necesario que las cuñas FOF' LOL' lo sean tambien en cuyo caso, admitiendo la hipótesis de que fuesen cilindricas las superficies comprendidas sobre el sólido y entre los dos planos, la interseccion de estos pasará por los centros de gravedad de dichos planos segun nos indica la mecánica.

Lo mismo que acabamos de decir sucederia si el cuerpo flotante estuviese terminado por superficies dotadas de centro siempre que los planos que interceptan volúmenes constantes fuesen planos diametrales; pero si no sucediera ninguna de las dos cosas, entonces no se cortarian todos en un punto sino que considerando estos planos infinitamente próximos sus intersecciones determinarian una superficie envolvente la cual por consecuencia goza de la propiedad de que sus diversos planos tangentes interceptan en el cuerpo flotante volúmenes constantes verificándose el contacto en el centro de gravedad de dichos planos.

A esta superficie envolvente de las flotaciones la designarémos con la letra F.

44. Movimiento de un cuerpo flotante separado de su posicion de equilibrio. El movimiento completo de un cuerpo se reduce á una traslacion y á una rotacion que proyectadas sobre una vertical y un plano horizontal se convierten en cuatro movimientos que son: traslacion horizontal, traslacion vertical, rotacion al rededor de un eje horizontal y rotacion al rededor de un eje vertical.

Los movimientos horizontales que provienen de una traslacion horizontal y de una rotacion al rededor de un eje vertical son aqui nulos.

Las oscilaciones verticales ó sea las traslaciones en este sentido no influyen en la inclinacion del flotador y solo varian con la fuerza debida al empuje sobre el filete $F'L'F'L''$: estas variaciones, siendo entre limites bastantes próximos, producirán un movimiento estable; de modo que la estabilidad final del equilibrio depende solo de los giros de eje horizontal los cuales están determinados por la rodadura sobre el plano de flotacion de la superficie F (43) que considerarémos intimamente unida al cuerpo.

En resúmen el movimiento geométrico de un cuerpo flotante se reduce á una simple rodadura de F sobre el plano de flotacion, si existe el movimiento al rededor de un eje horizontal ó si va este acompañado del de rotacion al rededor de un eje vertical, pero en el caso de haber movimiento horizontal habrá rodadura y deslizamiento en el contacto del plano y la superficie.

Toda la sencillez que presenta el estudio del problema tal como la acabamos de presentar, desaparece cuando se considera la cuestion bajo el punto de vista mecánico. Desde luego toda inmersion ó emersion del plano horizontal tangente á la superficie F, engendrará la fuerza debida al empuje sobre el filete asi como el momento con relacion al centro de gravedad G, tomado como origen estático, á causa de las velocidades adquiridas: asi es que la rotacion al rededor de este centro, se compondrá:

1.° De la velocidad de rotacion adquirida al rededor de un eje generalmente oblicuo tirado por dicho centro de gravedad.

2.° Del efecto de las fuerzas centrifugas debidas á esta rotacion.

3.° Del efecto del par parcial producido por la fuerza $= g B \delta$.

4.° Del efecto del par engendrado por las fuerzas P y ϖV.

No obstante, aun cuando la rodadura se presente muy complicada debe tenerse entendido que el par $P, \varpi V$ domina de tal modo que casi es el único que debe tenerse en cuenta en el estudio del movimiento, pues el par debido al empuje del filete $D'L'F''L''$ cambia de sentido segun que F esté sumergido ó emergido y produce movimientos alternativos que no son en general sincronos con ninguna oscilacion rotatoria del fiotador de modo que el par parcial de esta fuerza solo puede dar lugar á una accion perturbatriz sin tendencia á la estabilidad, contrariamente á lo que sucede con el par $(P, \varpi V)$

De todo lo dicho sacarémos en consecuencia que el elemento principal de la estabilidad por no decir el unico es el par $(P, \varpi V)$ el cual vamos á determinar.

45. Par de estabilidad. Consideremos un cuerpo flotante (Fig. 43.) cuya posicion de equilibrio sea $F L$ y hagámoslo pasar á otra posicion cuya flotacion $F'L$ nos dé un volúmen sumergido igual al anterior: la interseccion de las flotaciones nos dará un eje de rotacion al que llamarémos *eje de inclinacion*, designando por *plano de inclinacion* á todo el que sea perpendicular á dicho eje. El centro de gravedad GG' habrá permanecido invariable mientras que el centro de obra viva $C C'$ habrá pasado á $C'_1 C_1$. Las fuerzas aplicadas en estos puntos siendo paralelas y en sentido contrario nos darán el par llamado *de estabilidad*, que tendrá por valor $P \times G'h'$, siendo esta recta la minima distancia entre las verticales que pasan por $GG', C'_1 C_1$.

Como vemos, para determinar este par necesitarémos conocer las distancias entre las verticales que pasan por C y C_1 lo cual exigiria mucho trabajo. Nosotros lo determinarémos mas fácilmente espresando esta distancia en funcion del ángulo de inclinacion y de la cantidad constante $a = G'C'$.

46. Determinacion de la estabilidad de un buque. Cuando el buque se inclina al rededor de un eje situado en el plano diametral y paralelo á la quilla, resultando lo que se llama el *movimiento de balance*, el centro de la obra viva no saldrá del plano de inclinacion y en este caso la distancia que buscamos será (Fig. 44.) $G n = (C m - C G)$ sen. θ. Si llamamos ρ á la distancia $C m$ y tenemos en cuenta que hemos designado por a la magnitud $C G$, puesto que θ es muy pequeño, el par de estabilidad que llamarémos *transversal* será:

$$\varpi V (\rho - a) \theta$$

Tomados ahora como plano de inclinacion el plano diametral del buque, el movimiento que resulta se llamará de *cabezada* y en este caso el centro de carena no saldrá tampoco del plano de inclinacion y el valor general del par de *estabilidad longitudinal* tendrá una espresion análoga á la anterior difiriendo solo en el valor de δ.

Vemos pues que en estas dos clases de movimientos, la determinacion de par de estabilidad depende de la distancia $C m$ llamada *radio metacéntrico*, la cual está comprendida entre el centro de obra viva y el punto m llamado *metacentro*.

Determinemos por lo tanto el radio metacéntrico para los movimientos del balance y cabezada.

47. Radio metacéntrico transversal ó latitudinal. Si consideramos (Fig. 45.) que $F L$ sea la fiotacion de equilibrio, $F' L'$ la flotacion despues de un balance de un ángulo θ, el cuerpo flotante estará sugeto á un par de fuerzas $(P, \varpi V)$ situa-

das en el plano de inclinacion y aplicadas en los centros C y G.

En la nueva flotacion $F'L'$ tenemos que la cuña FIF' habrá salido del agua y por lo tanto ejercerá una presion de arriba abajo igual á su peso y que designarémos por p: además la cuña LIL' estando sumergida, su centro de gravedad estará sometido á un esfuerzo de abajo arriba al que llamarémos p'.

Las fuerzas p y p' serán verticales y por lo tanto paralelas, siendo además iguales y situadas en un plano paralelo al de inclinacion pues las cuñas de inmersion y de emersion pudiendo considerarse, para pequeñas inclinaciones, como superficies cilíndricas de revolucion al rededor del eje de inclinacion y teniendo en cuenta la simetría del buque tendrán sus centros de gravedad simétricamente colocados respecto á la vertical que pasa por el centro de gravedad de la flotacion.

En vista de lo dicho resultará que las fuerzas p y p' formarán nn par que podrá componerse con el $(P, \varpi V)$ cuyo valor vendrá espresado por

$$(1)\quad \varpi V \times C h = \varpi V a \theta$$

siendo de signo contrario al de las fuerzas p y p'.

Antes de componer estos últimos pares con el anterior, calculemos primero su valor, para el caso de que nos ocupamos, en funcion de las ordenadas de la flotacion.

Puesto que hemos considerado á las dos cuñas como superficies cilindricas de revolucion, si tomamos un elemento cuya altura ó espesor sea dx la base de este elemento será $\frac{1}{2} y^2$ siendo y θ la ordenada $F'I$. El volúmen de un elemento será

$$\frac{1}{2}\theta y^2 dx \text{ y su peso } \frac{1}{2}\varpi\theta y^2 dx$$

Como estos elementos cilindricos son de base triangular el centro de gravedad se encuentra distante del eje la cantidad $\frac{2}{3} y$ de modo que el par pp atendiendo á que su brazo de palanca será el doble de dicha distancia, vendrá espresado por ;

$$(2)\quad \frac{2}{3}\varpi\theta\int_0^m y^3 dx$$

siendo los límites de la integral los correspondientes á las ordenadas estremas de la flotacion.

Conocidos ya los dos pares (1) y (2) su suma algébrica debe ser igual al par de estabilidad calculado ya anteriormente, de modo que tendrémos, después de suprimir el factor $\theta\varpi$ comun á los dos miembros.

$$(3)\quad V(\rho - a) = \frac{2}{3}\int y^3 dx - Va$$

Aquí harémos notar que el par de estabilidad se compone de dos parciales; el primero, que es variable con las ordenadas del buque, se llama *par de estabilidad de forma* puesto que de esta depende y el otro *par de estabilidad de peso* el cual es constante siempre que permanezcan á una misma distancia los centros de gravedad y obra viva.

Vemos que la estabilidad existirá siempre que el primer término del segundo miembro de la ecuacion sea mayor que el segundo lo cual ya habiamos visto, (43) y al mismo tiempo que un buque será mas ó menos estable en los movi-

mientos de balance conforme aumenten ó disminuyan las ordenadas de la flotacion y como estas entran elevadas al cubo, un aumento muy pequeño en su valor hará crecer notablemente la estabilidad.

De la espresion (3) podrémos deducir el valor del rádio metacéntrico latitudinal, el cual designandolo por r será

$$r = \frac{2}{3}\int \frac{y^3\, dx}{V}$$

La integral $y^3\, d\, x$ se obtendrá fácilmente observando que es el área de uua curva cuyas ordenadas son los cubos de las de la flotacion, de manera que añadiendo á la derecha del cuadro de desplazamiento una columna donde se coloquen las veinte ordenadas de la flotacion elevadas al cubo, la suma de todas ellas multiplicada por la cantidad a intérvalo entre dichas ordenadas nos dará el valor de la integral. Inútil es decir que se tomarán. antes de hacer la suma, la mitad de los cubos de las ordenadas primera y última.

Si obtenemos los valores de r correspondientes á cada línea de agua considerada como flotacion, podrémos trazar la curva de los radios metacéntricos latitudinales que nos permitirá calcular la estabilidad transversal para una flotacion cualquiera.

48. Radio metacéntrico longitudinal. Para determinar el radio metacéntrico longitudinal considerémos (Fig. 46) que sea $F'L'$ la nueva posicion de la flotacion $F\,L$ despues de haber girado el buque un ángulo θ muy pequeño al rededor del eje de inclinacion II' perpendicular al plano de simetría considerado como plano de inclinacion: el centro de gravedad y el de obra viva estarán en dicho plano y por lo tanto tendrémos en él, análogamente al caso anterior, (47) el par $\varpi\, V a\, \theta$ que se compondrá con los pares debidos á las cuñas $F\,I\,F'$ y $L\;IL$ de inmersion y emersion las cuales se considerarán de revolucion al rededor del eje II' puesto que el ángulo θ es muy pequeño y al mismo tiempo sus centros de gravedad estarán en el plano de inclinacion á causa de la simetría del buque. Calculemos ahora los volúmenes de estas cuñas para lo cual tomarémos la interseccion de la flotacion $F\,L$ con el plano de inclinacion como eje de las x y el eje de iuclinacion como eje de las y. Si consideramos en la flotacion $F\,L$ un elemento $y\,dx$ y suponemos que este elemento gire al rededor del eje II'. engendrará un elemento de la semi-cuña $F\,I\,F'$ y aplicando el teorema de *Guldin* tendrémos para su valor

$$\theta\, x\, y\, d\, x$$

de manera que multiplicando por ϖ obtendrémos su peso y si despues integramos, y tomamos su momento con relacion al eje de inclinacion y lo duplicamos para obtener toda la cuña $F\,I\,F'$ verémos que su valor vendrá espresado por

$$\varpi\, \theta \int x^2\, y\, d\, x$$

Llamando x' é y' á las coordenadas de la curva $L\,L'$ para evitar la confusion de signos su momento será

$$2\,\varpi\,\theta \int x'^2\, y'\, d\, x'$$

Ahora, sumando estos momentos con el $\varpi\, V a\, \theta$ que es de signo contrario la suma deberá ser igual al par de estabilidad ya determinado, en el cual sustitui-

rémos R en lugar de ρ para designar el valor del radio metacéntrico longitudinal.

Asi tendrémos

$$\varpi V(R—a)\theta = 2\varpi\theta\left(\int x^2 y\,dx + \int x'^2 y'\,dx'\right) — \varpi V a\,\theta$$

de donde deducirémos.

$$R = \frac{\int x^2 y\,dx + \int x'^2 y'\,dx'}{V}$$

La espresion general $\int x^2 y\,dx$ del numerador la obtendrémos fácilmente en la práctica pues aplicando el método de los trapecios se tiene

$$(1)\quad \int x^2 y\,dx = a\left(\tfrac{1}{2}o^2a^2y_0 + 1^2a^2y_1 + 2^2a^2y_2 + \ldots + (m—1)^2a^2y_{m-1} + \tfrac{1}{2}m^2a^2y_m\right) =$$

$$= a^3\left(\tfrac{1}{2}o^2y_0 + 1^2y_2 + 2^2y_2 + \ldots + (m—1)^2y_{m-1} + \tfrac{1}{2}m^2y_m\right)$$

Esta espresion y su análoga $\int x'^2 y'\,dx'$ se calcularán por medio de las ordenadas que se hallan en el cuadro de desplazamiento con tal que el eje de inclinacion coincida con una de las ordenadas de dicho cuadro. Como esto no siempre sucederá será preciso hacer desaparecer este inconveniente para lo cual tendrémos en cuenta que la espresion general $\int x^2 y\,dx$ representa el momento de inercia del area de la flotacion con relacion al eje de inclinacion. Si llamamos, para abreviar, ds á un elemento de flotacion, su momento de inercia con relacion al eje II' será $\int x^2 ds$. Transportemos ahora el eje de las y paralelamente á sí mismo y á una distancia k: el valor de $\int x_1^2\,ds$ llamando x_1 la nueva abcisa será

$$\int x^2\,ds + 2k\int x\,ds + k^2\int ds$$

En virtud de pasar el eje II' por el centro de gravedad $\int k\,x\,ds$ será igual á cero y solo tendrémos

$$\int x_1^2 ds = \int x^2\,ds + k^2\int ds$$

Llamando ahora S el área de la flotacion, el valor de $\int x^2 ds$ será:

$$\int x^2\,ds = \int x_1^2\,ds — k^2 S$$

Vemos pues que podrémos hacer coincidir el eje de las y con una ordenada cualquiera: para calcular el numerador del valor de R tomarémos el momento de inercia con relacion al nuevo eje restándole el producto del área de la flotacion por el cuadrado de la distancia del eje de inclinacion á la ordenada que tomemos como eje de las y el cual será generalmente una de las perpendiculares.

La espresion (1) nos dice que para obtener el numerador del radio metacéntrico debemos sumar los productos de las ordenadas consecutivas por los cuadrados de números naturales hasta un número igual al de ordenadas en la inteligencia de tomar la mitad de los productos estremos: la suma total debe multiplicarse por el cubo de la distancia de las ordenadas. Restando del resultado así obtenido el producto del área de la flotacion por el cuadrado de la abcisa

del centro de gravedad de la flotacion, y duplicando la resta obtendríamos la espresion de cada término del numerador.

49. ESTABILIDAD DEL BUQUE GIRANDO AL REDEDOR DE UN EJE CUALQUIERA. Hemos supuesto hasta aquí que el par debido á las cuñas se encontraba en un plano paralelo al de inclinacion y que esto tenia lugar en los movimientos de balance y cabezada pero es fácil concebir que para los demás movimientos del buque el plano del par en cuestion será paralelo al par de las fuerzas P y $= V$.

Supongamos pues que el plano de inclinacion sea uno cualquiera, FL la flotacion primitiva, G y C los centros de gravedad del buque y del volúmen sumergido.

Tomemos (Fig. 47) tres ejes rectangulares de modo que siendo C el orígen, el eje de la z coincida con la vertical que estará situada en el plano de inclinacion pasando por G y C; coloquemos el eje de las y en el plano de inclinacion y el de las x perpendicularmente á dicho plano. Imprimamos al cuerpo un movimiento que le haga girar de un ángulo θ al rededor de su centro de gravedad G; en este caso la nueva flotacion será $F'L'$.

Concibamos otro sistema de ejes que tengan las x comunes, las y' paralelas al plano de flotacion $F'L'$ y las z' perpendiculares al plano de las otras dos. Para la posicion $F'L'$ del flotador, el centro de obra viva C habrá pasado á C' que no estará en el plano de las yz de manera que la direccion del empuje del líquido no cortará á la vertical primitiva y por lo tanto no existirá el metacentro tal como lo hemos definido.

El par de estabilidad en el caso que examinamos tendrá por brazo de palanca la distancia C_1C' traza del plano de dicho par sobre el plano de las xy' Si descomponemos el par de estabilidad en dos cuyos brazos de palanca sean $C''d$ parálela á Cx y Cd situado sobre el eje Cy', lo cual podrémos hacer introduciendo en d dos fuerzas contrarias é iguales á $= V$, tendrémos que el par de estabilidad en este caso se compondrá de dos. El primero cuyo brazo de palanca es C_1d tiene por valor

$$P(\rho - a)\theta$$

El segundo, llamando δ á su brazo de palanca $C''d$; será

$$P\delta.$$

Para conocer el valor de estos pares necesitamos determinar el radio metacéntrico ρ y el brazo de palanca del mentacentro δ.

Supongamos nuevamente (Fig. 48) las dos flotaciones FL y $F'L'$ que formen un ángulo θ y que nos separen un volúmen constante V: las fuerzas que actuarán sobre el sólido serán el peso del cuerpo P aplicado en G y el peso del volúmen desalojado aplicado en C', nueva posicion del centro de obra viva C las cuales formarán un par situado en un plano perpendicular al eje de inclinacion y cuyo valor será $P a \theta$.

Las dos cuñas FOF' LOL' nos darán lugar á otro par cuya fuerza será p y su brazo de palanca la distancia gg' de sus centros de gravedad teniendo por proyeccion horizontal la recta $g_1g'_1$ que no será perpendicular al eje de inclinacion $II'O$ no pudiéndose por lo tanto componer con el par $P a \theta$.

Tirémos por el punto g_1 una paralela al eje de inclinacion y por el g'_1 una

perpendicular á dicho eje: la interseccion de esas dos rectas nos dará un punto g_2 en el cual si aplicamos dos fuerzas iguales y contrarias á p, tendrémos que el par $p \times g_1 g'_1$ se podrá sustituir por los

$$(p \times g'_1 g_2) \text{ y } (p \times g_1 g_2)$$

Componiendo el primero de estos pares con el P a ϵ tendrémos

$$(1)\quad P\,(\rho - a)\,\epsilon = p \times g'_1 g_2 - P\,a\,\epsilon$$

El segundo par deberá ser igual al par $P\,\delta$ obtenido de modo que estableciendo la igualdad

$$(2)\quad P\,\delta = p \times g_1 g_2$$

podrémos deducir de ella el valor de δ lo mismo que en la (1) el de ρ determinando los valores de los pares $(p \times g'_1 g_2)$ y $(p \times g_1 g_2)$ en funcion de las ordenadas del buque.

Observemos que el primero de estos pares no es otra cosa que el momento de la fuerza p con relacion al eje de rotacion; pero la fuerza p es fácil obtener puesto que no es otra cosa que el peso de la cuña.

Si tomamos como eje de las x el de inclinacion, como eje de las y una recta perpendicular que pase por un punto cualquiera y consideramos las cuñas como de revolucion, tendrémos para el elemento de volúmen que supondrémo engendrado por un elemento $d\omega$ del área de flotacion $F'L'$.

$$y\,\epsilon\,d\omega$$

Multiplicando por ϖ tendrémos el peso elemental é integrando el peso total de cada cuña.

Obtenido el peso de cada una de las cuñas que no difieren mas que en el signo de las ordenadas, se encontrará el momento multiplicando por y de manera que el par que buscábamos será

$$(3)\quad (p \times g'_1 g_2) = \varpi\,\epsilon \int y^2 d\omega$$

El par $(p \times g_1 g_2)$ se determinará tomando el momento con relacion al eje de las y de las cuñas de inmersion y emersion de manera que su valor vendrá espresado por

$$(4)\quad (p \times g_1 g_2) = \varpi\,\epsilon \int xy\,d\omega$$

Para obtener el valor (3) se ha supuesto que el orígen pasaba por el centro de gravedad de la flotacion $F'L'$ pues si tomásemos otro eje distante del ox la cantidad a tendriamos que el momento de la cuña sería

$$\int xy\,d\omega + a \int y\,d\omega$$

en cuya espresion solo desapareceria el segundo término cuando el eje de las y pasase por el centro de gravedad puesto que entonces $\int y\,d\omega$ seria cero.

Finalmente. sustituyendo los valores (3) y (4) en las espresiones (1) y (2) endrémos para el radio metacéntrico.

$$\rho = \frac{\int y^2 d\omega}{V}$$

y para el brazo de palanca del metacentro

$$\delta = \frac{\theta}{V} \int xy \, d\omega$$

50. EJES PRINCIPALES DE ESTABILIDAD. Sustituyendo los valores de ρ y δ en los momentos de estabilidad que hemos visto (49) eran $P(\rho - a)\theta$ y $P\delta$ tendrémos

$$(1) \quad \left(\varpi \int y^2 \, d\omega - P a\right) \theta = P(\rho - a)\theta$$

$$(2) \quad \varpi \theta \int xy \, d\omega = P\delta$$

Si por el centro de gravedad I de la flotacion (Fig. 49.) hacemos pasar dos ejes Ix é Iy de los cuales el primero coincida con el eje de inclinacion y el segundo le sea perpendicular, el momento (1) obrará en el plano de inclinacion y el (2) en el plano vertical que pasa por Ix.

Puesto que el primer término del primer miembro de la espresion (1) no es mas que un momento de inercia con relacion al eje Ix y que además sabemos que siempre existe un sistema de ejes rectangulares para los cuales se verifica que los momentos de inercia referidos á ellos son un máximo y un mínimo en cuyo caso $\int xy \, d\omega$ es igual á cero, resulta de ahi que habrá dos ejes llamados *principales* que tomados como ejes de inclinacion nos darán nn brazo de palanca del metacentro nulo y por consiguiente que existirá verdadero metacentro.

Para los buques los ejes principales serán uno IX paralelo á la quilla y otro IY perpendicular al anterior y situado en el plano de flotacion; para estos ejes se tendrá que el brazo de palanca $\varpi\theta \int XY \, d\omega$ será nulo y por consiguiente las alturas máxima y minima del metacentro sobre el centro de gravedad serán

$$r = \frac{1}{V} \int Y^2 \, d\omega$$

$$R = \frac{1}{V} \int X^2 \, d\omega$$

cuyos valores verémos que concuerdan con los de los números (47) y (48) sin mas que sustituir en lugar de $d\omega$ su valor $dx\,dy$ y verificar la integracion indicada.

51. ESTABILIDADES INTERMEDIAS. Propongámonos ahora determinar los elementos de la estabilidad suponiendo conocidas las estabilidades principales y el ángulo α (Fig. 49) que forman con los ejes principales los dos ejes rectangulares Ix é Iy intermedios.

Si llamamos x é y las coordenadas de un punto m con relacion á los ejes Ix é Iy; sus valores en funcion de los ejes principales serán

$$x = Ip = In + np = X \cos. \alpha + Y \operatorname{sen}. \alpha$$

$$y = mp = mn' - pn' = Y \cos. \alpha - X \operatorname{sen}. \alpha$$

de modo que los momentos de estabilidad con relacion al eje intermedio Ix teniendo en cuenta que $\int XY \, d\omega = 0$ serán

$$\left[\varpi\left(\int X^2 \operatorname{sen}^2 \alpha \, d\omega + \int Y^2 \cos^2 \alpha \, d\omega\right) - P a\right]\theta,$$

que estará situado en el plano de inclinacion y

$$= \left[\left(\int X^2 d\omega - \int Y^2 d\omega \right) \text{sen. } \alpha \cos. \alpha \right]_\theta$$

actuando en un plano paralelo al eje $I x$.

Análogamente los momentos de estabilidad con relacion al otro eje $I y$ serán

$$\left[\varpi \left(\int X^2 \cos^2 \alpha \, d\omega + \int Y^2 \operatorname{sen}^2 \alpha \, d\omega \right) - P \mathfrak{a} \right]_\theta$$

situado en un plano perpendicular al eje **y**

$$= \left[\left(\int Y^2 d\omega - \int X^2 d\omega \right) \text{sen.} \alpha \cos. \alpha \right]_\theta$$

que obra en un plano paralelo á dicho eje.

Para conocer si los ejes $I X$ é $I Y$ son ó no principales no tendrémos mas que establecer la condicion.

$$\int X Y d\omega = o$$

a cual se reduce á la ecuacion

$$\left(\int X^2 d\omega - \int Y^2 d\omega \right) \text{sen. } \alpha \cos. \alpha = o$$

qne quedará satisfecha haciendo $\int X^2 d\omega = \int Y^2 d\omega$ ó bien sen. α cos. $\alpha = o$.

En el primer caso vemos que siendo iguales los momentos de inercia con relacion á un eje cualquiera el radio metacéntrico tendrá un valor constante y el brazo de palanca del metacentro será nulo. Un cuerpo flotante esférico nos ofrece un ejemplo de este caso.

Si sen. α cos. $\alpha = \frac{1}{2}$ sen. $2\alpha = o$, tendrémos que quedando para $\alpha = o$ y $\alpha = 180°$ satisfecha la condicion, solo habrá dos valores distintos correspondientes á dos ejes rectangulares lo cual ya sabiamos.

En el caso de que los ejes X é Y no fuesen principales determinaríamos la posicion de los ejes principales Ix é Iy sustituyendo en lugar de x é y sus valores en funcion de X, Y y α en la espresion $\int xy \, d\omega$ é igualándola á cero, lo que nos daria

$$(1) \int (X^2 - Y^2) \, d\omega \text{ sen. } \alpha \cos. \alpha + \int X Y (\cos.^2 \alpha - \text{sen.}^2 \alpha) \, d\omega = o$$

Haciendo ahora

$$(X^2 - Y^2) \, d\omega = A \text{ y } \int X Y d\omega = B$$

y reduciendo, la ecuacion (1) se convierte en

$$\text{tang. } 2\alpha = -\frac{B}{2A}$$

de la cual deduciríamos el valor de α que nos fijaria la posicion de los ejes principales.

52. ALTURAS DE LOS METACENTROS Y BRAZOS DE PALANCA DE LOS MISMOS. Siendo $\frac{1}{V}\int y \, d\omega$ las magnitudes de los radios metacentricos para las rotaciones de un cuerpo flotante al rededor de un eje cualquiera Ix y $\frac{\theta}{V}\int y \, d\omega \, l$ as de los brazos de palanca de los metacentros si ponemos dichos valores en funcion de los

ejes principales y recordamos que hemos designado por r y R los radios metacentricos maximo y mínimo ó sean principales, tendrémos:

$$\rho = R \text{ sen.}^2\alpha + r \cos.^2\alpha$$

$$\delta = \theta(R-r) \text{ sen. } \alpha \cos. \alpha$$

ó bien:

$$(1)\quad \rho = \frac{R+r}{2} - \frac{R-r}{2} \cos 2\alpha$$

$$(2)\quad \delta = \theta(R-r)\frac{\text{sen. } 2\alpha}{2}$$

Estas dos ecuaciones nos dan las alturas del metacentro sobre el centro de obra viva y los brazos de palanca de dicho metacentro en funcion de los radios metacéntricos principales para los distintos ejes de inclinacion correspondientes á los diferentes valores de α.

Pasando ahora á discutir los valores de ρ verémos que para $\alpha = o$, $\rho = r$ y para $\alpha = 90°$ $\rho = R$ cuyos valores corresponden á un máximo y mínimo de las alturas metacéntricas.

Si tomamos un valor de $\alpha = 45.°$ intermedio entre los dos anteriores, observarémos que entonces $\rho = \frac{R+r}{2}$ por consiguiente si á partir (Fig. 50.) del centro C' de obra viva tomamos las magnitudes $C'M$ y $C'm$ iguales á R y r el punto medio o de la distancia Mm nos dará el metacentro correspondiente á $\alpha = 45.°$ Podemos evitarnos el continuar la discusion atendiendo á que por la forma de la espresion (1) las alturas metacéntricas serán iguales para valores de α suplementarios.

En la misma espresion harémos notar que siendo $\frac{R+r}{2}$ igual a $C'o$ obtenrémos la aitura metacéntrica correspondiente á un ángulo cualquiera α, contando á partir de o hácia arriba ó hácia abajo el valor $\frac{R-r}{2}$ cos. 2α segun sea su signo.

Conocidas las variaciones de ρ, determinarémos los valores δ haciendo $\alpha = 0$ y $\alpha = 90°$, la espresion (2) nos da para estos dos casos $\delta = o$ es decir, que el brazo de palanca es nulo lo cual ya sabíamos, para $\alpha = 45°$, $\delta = \theta \frac{R-r}{2}$ Como para valores mayores ó menores, δ sigue creciendo ó decreciendo vemos que el que acabamos obtener es un máximo.

52 Curva de los estremos de los brazos de palanca del metacentro. Sabiendo que el brazo de palanca del metacentro tiene por valor

$$\delta = \theta \frac{R-r}{2} \text{sen. } 2\alpha.$$

vamos á construir un valor cualquiera de δ correspondiente á la rotacion θ del buque al rededor de un eje Cx que forma con el principal CX el ángulo α.

Si tomamos (Fig. 50) un circulo de radio om que sabemos es igual á $\frac{R-r}{2}$ y tiramos luego el radio ON que forme el ángulo 2α con el o C'el punto n proyeccion del N sobre el diámetro Mm será el metacentro, puesto que $on = \frac{R-r}{2} \cos. 2\alpha$. Ahora bien podemos obsèrvar que $nN = \frac{R-r}{2}$ sen 2α luego

multiplicado esta cantidad por θ, tendrémos el brazo de palanca $n\,E'$. Este producto, si suponemos que la inclinacion es constante para todas las rotaciones al rededor de un eje cualquiera, nos dará un punto E' que no es otra cosa que la ordenada de una elipse que tiene por eje mayor $m\,M$ y por semi-eje menor $o\,a$ el cual, atendiendo á que

$$o\,a = o\,A \times \theta$$

se determinará construyendo una cuarta proporcional $o\,a$ á las cantidades $o\,A$, $o\,P = \theta$ y $o\,Q = 1$. El punto $E\,E'$ que hemos obtenido como estremo del brazo de palanca del metacéntro, debe encontrarse en el plano $C\,x$; por lo tanto llevándolo á su posicion verdadera tendrémos que el brazo de palanca será el $C\,e, n\,e'$.

Podemos ver fácilmente que el lugar geométrico de los puntos $e\,e'$ tiene por proyeccion horizontal la curva llamada *Folium* de *Descartes* la cual está situada en el espacio sobre un elipsoide de revolucion engendrado por la elipse $M\,a\,m$. Este elipsoide será mas alargado que el que representamos, pues hemos tomado á θ muy grande con el objeto de hacer mas clara la figura.

Si θ no fuera constante entonces tendríamos que hacer las construcciones que hemos indicado, distintas para cada punto y si θ fuese constante é igual á 1 entonces la curva estaría colocada en la superficie de la esfera $o\,N$.

53. Efecto de los pares de estabilidad. Cuando un cuerpo flotante gira al rededor de un eje $I\,x$ (Fig. 51) que forme con el principal $I\,X$ un ángulo α, hemos visto que habia dos momentos de estabilidad el uno $P(\rho - a)\,\theta$ que obra en el plano de inclinacion $y\,Z$ y el otro $P\,\delta$ situado en uno vertical paralelo al eje.

El primer par tiende á disminuir el ángulo δ puesto que tiende á volver la vertical $I\,z$ á su primitiva posicion $I\,Z$ y el segundo hace describir á la recta $I\,z$ una superficie cónica cuyo eje es $I\,y$ de modo que al cabo de un instante la recta $I\,z$ tendrá por proyeccion $I\,y'$ en lugar de $I\,y$ pero como el plano proyectante es siempre el de inclinacion, el $I\,y'$ será el nuevo plano de inclinacion y por lo tanto el eje $I\,x$ se habrá convertido en $I\,x'$. De aquí resulta que lo que hace el segundo par es levantar el cuerpo aproximando al mismo tiempo el eje de rota- $I\,x$ al plano de menor estabilidad $I\,Y$ donde se anulará dicho par, pero si saliese del plano seria solo para oscilar á uno y otro lado de dicho plano disminuyendo estas oscilaciones hasta fijarse en él.

55. Momentos de estabilidad referidos a los planos principales. Si descomponemos cada uno de los dos pares de estabilidad en otros dos situados respectivamente en los planos principales y componemos los de cada plano tendrémos para el par situado en el plano $I\,Y$

$$P(\rho - a)\,\theta\,\cos\alpha + P\,\delta\,\theta\,\text{sen.}\,\alpha$$

y para el contenido en el $I\,X$

$$P(\rho - a)\,\theta\,\text{sen.}\,\alpha + P\,\theta\,\delta\cos\alpha$$

Sustituyendo en estas dos espresiones por ρ y δ sus valores en funcion de los rádios metacéntricos principales (52) tendremos

$$(1)\quad P\,\theta\,\cos.\,\alpha\,(r - a)$$

$$(2)\quad P\,\theta\,\text{sen.}\,\alpha\,(R - a)$$

Se concluye de aquí y por la inspeccion de la forma de los valores finales, que una rotacion θ de un cuerpo flotante al rededor de un eje cualquiera puede-

traducirse por las rotaciones ó pares (1) y (2) situados en los planos principales de estabilidad.

55. Estabilidad absoluta y mista. De todo lo que llevamos dicho acerca de la estabilidad de los cuerpos flotantes, resulta que habrá estabilidad en el equilibrio cuando los pares de que hemos hablado en el parrafo anterior tienden á llevar el cuerpo á su posicion de equilibrio, lo cual sucederá cuando el rádio metacentrico sea menor que la cantidad a, es decir, siempre que el metacentro mas bajo esté por encima del centro de gravedad en cuyo caso se dice que hay *estabilidad absoluta*.

Cuando el centro de gravedad esté situado entre los metacentros mas alto y mas bajo podrá haber estabilidad ó inestabilidad, verificándose lo primero para los ejes á que correspondan metacentros mas altos que el centro de gravedad y lo segundo para los que nos los den mas bajos.

Para el caso que examinamos podemos observar que entre los distintos valores de los angulos que formen los ejes de rotacion con el eje principal de las X, habrá uno al cual corresponde un valor de $\rho = a$; á partir de este valor, ρ ira creciendo hasta llegar á r disminuyendo despues para volver á tener el mismo valor: en este intermedio habrá estabilidad en el equilibrio pasando luego á una posicion inestable, por eso se dice que cuando el centro de gravedad esta situado entre los dos metacentros la *estabilidad en el equilibrio es mista*.

Para concluir, haréinos notar (Fig. 52.) que si ϵ es el ángulo que forma el eje de las X con el de inclinacion, al cual corresponde un valor de $\rho = a$, habrá estabilidad para los ángulos AOD y COB é inestabilidad para los AOB y COD iguales á 2ϵ siempre que el centro de gravedad esté entre los dos metacentros.

56. Modificacion que debe introducirse en las formulas de estabilidad por tener en cuenta el peso de la atmósfera. Hasta ahora hemos considerado los cuerpos flotantes como sujetos á dos fuerzas únicas que eran peso del cuerpo P y peso del volumen desalojado ϖV, pero estando parte del cuerpo V' (Fig. 53) sumergido en el aire, se originará una nueva fuerza $\varpi' V'$ ó sea, densidad del aire ϖ' por dicho volumen, aplicada en el centro C' del volumen V' que actuará de abajo arriba, de manera que lo que debemos hacer ahora, es examinar la variacion que esperimentarán las fórmulas de estabilidad con la introduccion de la fuerza $\varpi' V'$ de la que habiamos prescindido.

Si aplicamos en C centro de figura del volúmen V sumergido en el liquido, dos fuerzas $\varpi' V$ iguales y contrarias, una de ellas se compondrá con la ϖV y nos dará la resultante $(\varpi - \varpi') V$ y la otra compuesta con la $\varpi' V'$ producirá la $\varpi' (V + V')$ aplicada en C'. Esta última resultante puede á su vez componerse con la P y obtendrémos la $P - \varpi' (V + V')$ aplicada en G'.

Las dos fuerzas del sistema quedan pues reducidas á la $(\varpi - \varpi') V$ que es el peso en el aire del volumen sumergido en el liquido que estará aplicada en C y la $P' = P - \varpi' (V + V')$ ó sea peso del cuerpo tambien en el aire que segun hemos dicho actua en G' de suerte que la única modificacion que tendrémos que introducir en las fórmulas se reduce á sustituir los pesos aparentes por los reales, estando el punto de aplicacion del peso del fluido desalojado en C y el del cuerpo en G'.

Este punto que es el centro de gravedad del cuerpo en el aire es facil de obtener.

Teniendo en cuenta las consideraciones que acabamos de esponer no hay dificultad ninguna, como vemos, en la aplicacion de las formulas de estabilidad, razon por la cual no nos hemos ocupado de esta cnestion al principio de la estabilidad.

LECCION 8.ª

57. NUEVA MANERA DE CONSIDERAR EL PROBLEMA DE LA ESTABILIDAD.—SUPERFICIE DE CENTROS DE OBRA VIVA.—Si consideramos un número infinito de posiciones de un cuerpo flotante en las que se verifique que el volúmen sumergido sea constante para cada una de ellas, existirá tambien un número infinito de centros de obra viva los cuales estarán muy próximos siempre que las inclinaciones sucesivas del flotador formen entre si ángulos muy pequeños. El lugar geométrico de estos diversos centros será una superficie denominada *superficie de centros de obra viva*, la cual representa un papel importante en los problemas de estabilidad por lo que tratarémos de determinarla y examinar sus propiedades.

Sea C (Fig. 54) el centro de obra viva correspondiente á la posicion de equilibrio para la flotacion FL; tomemos dicho punto como origen de los ejes coordenados, Cz vertical, Cx y Cy paralelos al plano de flotacion. Si llamamos x_1, y_1, z_1, las coordenadas del centro de obra viva C' para otra flotacion $F'L'$ debemos observar que el volúmen $F'KL'$ es igual al $FK'L$ mas el LIL' y menos el FIF'; si designamos al propio tiempo por $x', y', z', x'', y'', z''$, las coordenadas de los centros de gravedad g y g' de las dos cuñas $u = LIL'$ y $u' = FIF'$ podrémos establecer las ecuaciones

$$(1)\quad \begin{cases} Vx_1 = u(x' - x'') \\ Vy_1 = u(y' - y'') \\ Vz_1 = u(z' - z'') \end{cases}$$

puesto que los momentos del volúmen FKL con relacion á los ejes son nulos.

De las ecuaciones que acabamos de deducir podríamos obtener la ecuacion de la superficie y la posicion de los centros G' cuyos puntos, por ser $z' - z''$ una cantidad esencialmente positiva, estarán siempre encima del plano de las xy que será tangente á la superficie de centros de obra viva en el punto C.

Las consideraciones que acabamos de hacer, siendo independientes del centro de obra viva que tomemos por orígen, vienen á demostrarnos que la superficie de que nos ocupamos, dejando todos los planos tangentes á un mismo lado, es convexa, que las direcciones del empuje del fluído son las normales á dicha superficie que pasan por los centros de obra viva correspondientes y que además los planos tangentes en dichos puntos son paralelos á los de flotacion de manera que la

superficie F de flotaciones (43) y la de centros de viva son paralelos y semejantes.

Podemos añadir además que puesto que en todas las posiciones de equilibrio de un cuerpo flotante la vertical que pasa por el centro de obra viva debe pasar tambien por ei de gravedad del cuerpo, para determinar dichas posiciones y su número no tendrémos mas que trazar desde el centro de gravedad todas las normales posibles á la superficie de centros de obra viva.

La resolucion del problema depende, como acabamos de ver, de la determinacion del centro de gravedad y de la superficie de los centros de obra viva. En cuanto al primer punto tratarémos de determinarlo mas adelante, pero para deducir la ecuacion de la superficie, acudirémos á las coordenadas polares puesto que por medio de las ecuaciones (1) será en general muy complicada.

Tomando el punto G como polo, llamando r al rádio vector, α y λ los ángulos que forma con el eje polar GC, la ecuacion de la superficie será

$$F(r, \alpha, \lambda) = o \quad (2)$$

Conocida la superficie nos hace falta determinar el número y posicion de los rádios vectores normales á ella que nos dan las posiciones de equilibrio.

Para eso, si suponemos un rádio vector $G\,C' = r$ y otro infinitamente próximo $GC'' = r + dr = r + \text{sen}\,\omega\, ds$, se vé que para que dicho rádio sea normal es preciso que ω sea igual á cero y por lo tanto que lo sea tambien dr.

Diferenciando la ecuacion (2) puesto que $dr = o$ se tiene la ecuacion

$$\frac{dF}{d\alpha} d\alpha + \frac{dF}{d\lambda} d\lambda = o$$

la cual quedará satisfecha haciendo

$$(3)\ \frac{dF}{d\alpha} = o \quad (4)\ \frac{dF}{d\lambda} = o$$

por ser α y λ variables independientes.

Las ecuaciones (2) (3) y (4) nos darán los valores de r, α y λ correspondientes á los puntos en que r es normal á la superficie, para lo cual eliminando α entre (2) y (3) y λ entre (3) y (4) obtendrémos las

$$(5)\ F_1(r, \lambda) = o \quad (6)\ F_2(r, \alpha) = o$$

Sustituyendo los valores de α y λ deducidos de las ecuaciones (5) y (6) en la (2) vendrémos á parar á la ecuacion $F_3(r) = o$ que nos resolverá el problema.

Este procedimiento es idéntico al que se seguiria para determinar los máximos y minimos de la variable r, por consiguiente *las posiciones de equilibrio de un cuerpo flotante están determinadas por los ràdios vectores màximos y mínimos de la superficie de centros de obra viva cuyo polo es el centro de gravedad de dicho cuerpo.*

Del teorema que acabamos de enunciar se deduce que si de una posicion de equilibrio hacemos pasar el cuerpo á otra infinitamente próxima, la interseccion de los rádios de curvatura nos darán el metacentro de que ya hemos hablado en la leccion anterior y en el caso que no se encuentren, la mas corta distancia será el brazo de palanca del metacentro.

Resulta además que siempre podemos obtener una posicion de equilibrio para un buque, pues si se nos dá G, siempre será posible colocar dicho buque de modo que

el centro de obra viva está en la misma vertical que dicho centro d gravedad y si fuera conocido el centro de obra viva, arreglariamos la *estiva* ó sea la carga del buque de modo que el centro de gravedad viniese á colocarse sobre la vertical del punto *C*.

58. CONDICIONES DE ESTABILIDAD Ó INESTABILIDAD EN EL EQUILIRRIO. Despues de demostrar que la determinacion de las posiciones de equilibrio de un cuerpo flotante se reduce á la investigacion de los radios vectores máximos y minimos de la superficie de los centros de obra viva, vamos á examinar si á dichos radios corresponde estabilidad ó inestabilidad.

Si suponemos (Fig. 55.) que *C* sea el centro de obra viva para una posicion de equilibrio, la normal á la superficie de dichos centros en ese punto representará la direccion del empuje en la cual deberá encontrarse el centro de gravedad. Consideremos las lineas de curvatura principales ó las secciones principales de la superficie en el punto *C* las cuales estarán situadas en planos perpendiculares, de los que uno de ellos podrémos suponer coincidiendo con el plano del dibujo. Para una posicion del punto *C* infinitamente próxima, en cada una de las curvas la direccion del nuevo empuje cortará á la recta *Cz* en dos puntos *m* y M que serán los metacentros principales ó centros de curvatura de las secciones dichas.

Asi las cosas, el centro de gravedad puede estar situado debajo del centro de curvatura *m* correspondiente al radio minimo, encima del *M* que pertenece al maximo ó entre los dos.

En el primer caso [Fig. 55,(1)] tracemos en cada seccion los circulos de radio *MC* y *mc* y rebatámoslos sobre el plano del papel.

Si describimos ahora otro circulo cuyo radio sea *GC* y consideramos un radio vector cualquiera de la superficie de centros de obra viva que pase por *G* vemos que todos serán mayores que *GC* y por consiguiente que este es un minimo; pero sabemos que cuando el centro de gravedad está debajo de los dos metacentros (55) hay estabilidad absoluta en el equilibrio, luego los *radios vectores minimos nos dan posiciones estables absolutas de equilibrio.*

Supongamos ahora que *G* esté encima de M (Fig. 55,2); entonces haciendo consideraciones análogas á las indicadas en el caso anterior, vemos que el radio vector *GG* es un máximo y si tenemos en cuenta que estando *G* encima de M hay inestabilidad absoluta, podrémos decir que *el equilibrio inestable corresponde à los puntos de la superficie cuyos radios vectores son màximos.*

Pasemos á considerar (Fig. 55,3) el caso en que *G* esté entre *m* y M para lo cual cortarémos á la superficie de centros de obra viva por un plano *PP* paralelo al tangente á dicha superficie en *C* y á una distancia de él infinitamente pequeña. Sabemos por el teorema de Dupin (*) que la seccion será una *elipse indicatriz* de la curvatura de la superficie en el punto *C*. Si proyectamos esta elipse horizontalmente, asi como la interseccion del plano *PP* con una esfera de rádio *GC* observarémos que para todas los posiciones del punto *C* comprendidas en los ángulos *AOB* y *DOC* el equilibrio será inestable y que para todas las situadas en los *AOD* y *BOC* habrá estabilidad.

(*) Ch. Dupin. Développements de géometrie avec des applications á la stabilité des vaisseaux. IIe Mémoire, p. 149.

Este es el caso del *equilibrio mixto* que ya hemos considerado.

Al hacer aplicacion de este caso á la práctica para determinar los planos AC y BD, limites de las estabilidades é inestabilidades podria ocurrir la dificultad de que siendo la elipse indicatriz sumamente pequeña no podria construirse con exactitud pero si tenemos en cuenta que dicha elipse está situada sobre un paraboloide osculador á la superficie en el punto C y que todas las secciones del paraboloide en cuestion paralelas á elipse indicatriz le son semejantes, podrémos trazar una tan grande como queramos.

59. Teorema de Reech. *Cualquiera que sea el cuerpo flotante, siempre se verifica que el número de posiciones de equilibrio es par.*

Vamos á dar la elegante demostracion de este teorema debida al director de la escuela de ingenieros de la marina francesa, Mr. Reech.

Sea ABC (Fig. 56;1) la superficie de los centros de obra viva y G el centro de gravedad del cuerpo flotante. Con un radio mayor que el vector máximo y cuyo centro está en G, imaginemos una esfera liquida de la cual la superficie ARC es un núcleo.

Supongamos que el líquido se vaya evaporando de manera que la esfera conservando su forma disminuya sucesivamente de radio; llegará un momento en que empezará á ser tangente á la superficie de centros de obra viva apareciendo en forma de isla cuya orilla será la $a\ b\ c\ d$ (3) 56;2).

Continuando la evaporacion, á una isla sucederá otra $e\ f\ g\ h$ (3) y asi irá aumentando su número á medida que el radio de la esfera vaya disminuyendo con lo que resulta que cada isla que empieza á nacer sobre las aguas, nos acusa una posicion de equilibrio inestable puesto que nos da radios vectores máximos.

Al cabo de un cierto tiempo, las orillas de las islas, al ensancharse, se unirán entre si hasta que en el caso de ser por ejemplo dos, concluirán por convertirse en una; pero antes de suceder esto las orillas se cruzan ó se tocan.

En el primer caso (Fig. 56;4) existe en el punto de interseccion c una posicion de equilibrio porque las dos orillas $a\ b\ c\ d$ y $c\ f\ g\ h$, encontrandose á la vez sobre la esfera y sobre la superficie de centros de obra viva, tienen sus tangentes $c\ t$ y ct' normales al radio de la esfera Gc que es el radio vector de manera que este es normal á las dos superficies y por lo tanto siéndolo á la de los centros de obra viva, nos da una posicion de equilibrio.

En el segundo caso (Fig. 56;5) en que las orillas $a\ b\ c\ d$ y $c\ f\ g\ h$ tienen una tangente $t\ c\ t'$ comun, si demostramos que el radio vector Gc es normal á otra curva cualquiera que pase por c diferente de la de las orillas estarémos seguros que dicho radio será tambien normal á la superficie de centros de obra viva por que será perpendiculor al plano tangente en c determinado por la recta $t\ c\ t$ y por la tangente á la curva propuesta.

Retrocedamos al momento en que las orillas no se tocan todavia (Fig. 56;3) y tiremos por el punto c de la (Fig. 56;5) en que deben tocarse un plano perpendicular á la tangente $t\ c\ t'$. Este plano cortará á la esfera segun un circulo y á la superficie de centros de obra viva segun una curva que en el limite tendrán en c la misma tangente y como esta es perpendicular al radio de la esfera $G\ C$ resulta

demostrado lo que queriamos, es decir, que en el caso de ser tangentes las orillas de dos islas, el punto de contacto pertenece á una posicion de equilibrio.

Sigamos á la esfera en su evaporacion y verémos que las dos islas que tenemos se reducen á una sola y lo mismo sucede con las demás que van sucesivamente reuniéndose, pero antes de pasar adelante observarémos que el punto *c* (Fig. 56; 4 y 5) que nos daba una posicion de equilibrio, es del género misto pues si consideramos la seccion hecha por el plano que pasa por *c' c"* como en el sentido de esta seccion el punto *c* es el último que se descubre es un máximo y por lo tanto nos da una posicion de equilibrio estable al paso que concibiendo una seccion por *t t'*, el punto en cuestion es el primero que sale del agua de modo que nos dá un máximo; el equilibrio es pues inestable.

Al reunirse las islas entre si, puede acontecer que dejen un lago que irá disminuyeudo al ensancharse las orillas de las islas agrupadas hasta llegar á reducirse á un solo punto. Dando esto lugar á un rádio vector minimo, indicará una posicion de equilibrio estable de manera que tendrémos tantas posiciones de estabilidad en el equilibrio como lagos aparezcan.

Cnando todos los lagos se hayan secado la esfera liquida se habrá evaporado en su totalidad y entonces ya no podrá existir ninguna posicion mas de equilibrio.

Despues de todo lo dicho solo nos queda ahora contar todas las posiciones de equilibrio, hacer la suma y demostrar ques esta es par. El cuadro siguiente nos lo hará ver claramente.

Islas.	Mares ó lagos.	Número de posiciones de equilibrio.
0	1	0
I	1	I
I—R	1	I+R
I—R	1+P	I+R+P
I—R	1+P—S	I+R+P+S
1	0	N

Vamos á dar su esplicacion.

En el origen de la evaporacion, el número de islas es cero, el mar es uno, tampoco existe orilla ninguna puesto que no hay islas, y por lo mismo el número de posiciones de equilibrio es tambien cero.

Mas tarde empieza á aparecer un número de islas *I* que dá lugar á *I* posiciones de equilibrio inestable permaneciendo el mar en el mismo estado.

Al seguir disminuyendo el radio de la esfera, van agrupándose varias islas entre si y como cada union de dos islas produce una posicion de equilibrio misto y hace desaparecer una isla, si tenemos *R* uniones quedarán solo *I—R* islas, un mar *I+R* posiciones de equilibrio, de las cuales *R* son mistas.

Mas tarde las uniones de las diversas islas dan origen á *P* lagos de manera que siendo las islas las mismas, los mares serán 1+*P* y las posiciones de equilibrio *I+R+P* puues á cada lago corresponde un minimo ó sea una posicion de equilibrio estable.

Supongamos ahora que se sequen S lagos de manera que no quede mas que uno; el número de islas no habrá cambiado, el de lagos habrá disminuido en S y será por lo tanto $1+P-S$; pero cuando aparecieron los S lagos formaron el último eslabon de una cadena de islas asi es que cada uno de ellos produjo una posicion de equilibrio misto, luego el número de posiciones de equilibrio en este instante es $I+R+P+S$.

Finalmente, al desaparecer por completo el agua se tiene una isla sola, ningun lago ni orilla y un cierto número N de posiciones de equilibrio el cual no es completamente arbitrario como vamos á ver; pero antes de secarse el último lago se tiene una isla, un lago y $N-1$ posiciones de equilibrio; luego podemos establecer las ecuaciones siguientes.

$$(1)\quad I-R=1$$
$$(2)\quad 1+P-S=1$$
$$(3)\quad I+R+P+S=N-1$$

Sacando de las (1) y (2) los valores de R y P y sustituyendolos en la (3) obtendrémos la ecuacion. $(4)\quad 2I+2S=N+2$

lo que nos dice que el número de posiciones de equilibrio es par, que es lo que queríamos demostrar.

Debe advertirse para la aplicacion de este teorema, que si en lugar de salir un punto de un islote aparece una línea ó superficie esférica tendrémos infinidad de posiciones de equilibrio inestable que debemos contar por una sola: lo mismo dirémos de las líneas ó superficies que provienen de los fondos de los lagos que producen equilibrio misto.

60. Numero de posiciones de equilibrio de un cuerpo flotante en el caso de moverse al rededor de un eje horizontal. Si consideramos un cuerpo que gire al rededor de una recta fija horizontal, el centro de obra viva engendrará una curva plana que es la línea de contacto de una superficie cilíndrica de generatrices horizontales y perpendiculares al plano de inclinacion con la superficie de centros de obra viva.

En el caso que examinamos fácil seria ver que cuando el centro de gravedad esté encima del metacentro la posicion de equilibrio correspondiente será inestable y cuando esté debajo estable; pero podria suceder que los dos puntos coincidiesen. Trazando entonces (Fig. 57) desde el punto m G un círculo mC osculador á la curva, esta y el círculo se cortarian y el equilibrio seria estable al inclinarse el buque de un lado é inestable en el caso contrario.

Como ya demostramos en el caso general, el número de posiciones de equilibrio es par y estas se sucederán alternativamente pues si suponemos que G (Fig. 58) sea el centro de gravedad y GC, GC' $G'C'$ los rádios vectores mínimos, al inclinarse el cuerpo flotante hácia uno ú otro lado de uno de ellos por ejemplo, del GC, se origina un momento de estabilidad $P(\rho-a)\operatorname{sen}\theta$ que tenderá á traerle á su posicion primitiva; pero al aumentar la inclinacion, llegará un momento en que el cuerpo pasará á la posicion tambien estable GC'; luego debe existir necesariamente una posicion intermedia en que el momento de estabilidad sea nulo, el cual será inestable, puesto pue al inclinarse entonces el flotador tenderá á recobrar la GC ó GC' sin volver á las intermedias.

61. Evoluta de la curva lugar de los centros de obra viva. Para determinar con facilidad las posiciones de equilibrio en el caso de que la curva de centros de obra viva sea plana, obtendrémos su evoluta y trazarémos desde el centro de gravedad tangentes á dicha evoluta las cuales, siendo normales á la curva propuesta, nos darán lo que buscamos.

Ahora, puesto que la evoluta de la curva es el lugar geométrico de las intersecciones de las normales á la evolvente, los puntos de contacto de estas normales con la evoluta de la curva de los centros de carena serán los metacentros: por esta razon la curva en cuestion se llama evoluta metacéntrica.

Si tenemos (Fig. 59) la curva ACB de los centros de obra viva, determinarémos su evoluta $m_1 m m'$ y suponiendo que G sea el centro de gravedad obtendrémos dos posiciones de equilibrio trazando las tangentes GC y GG': la primera sera inestable puesto que el centro de gravedad está encima del metacentro m y la segunda que tiene el punto G debajo será estable. Pero si el centro de gravedad estuviese en G' dentro de la evoluta, no pudiendo trazarse ninguna tangente, no habria entonces posicion de equilibrio.

Vamos á ver lo que sucederia en el caso que el centro de gravedad estuviera coincidiendo con m. Considerando las posiciones C' y C_1 anterior y posterior á la del centro de obra viva C, el empuje ϖV estaria aplicado en la direccion Cm y el peso del cuerpo aplicado en m en la misma direccion de modo que resultaria un par que tenderia á llevar el cuerpo á su posicion primitiva mC en el primer caso y en el segundo, obrando el empuje segun $m_1 C_1$ lo mismo que el peso aplicado en m, se originaria otro par que obligaria cada vez mas á separar el cuerpo de su posicion.

Para examinar este caso mas á fondo recurrirémos al cálculo.

62. Exámen analitico de las posiciones de equilibrio. Llamemos $F(\theta)$ al momento de estabilidad puesto que en él la variable independiente es θ y desarrollemos esta funcion por la fórmula de Maclaurin la cual nos dará;

$$(1)\ F(\theta)=F(0)+F'(0)\theta+F''(0)\frac{\theta^2}{2}+\ldots\ldots\ldots$$

Como el momento de estabilidad es nulo cuando $\theta=0$, $F(0)$ será tambien igual á cero de modo que haciendo $F'(0)=A$, $\frac{F''(0)}{2}=B$ etc. la formula (1) se reducirá, despreciando los términos de orden superior al primero, á

$$F(\theta)=A\theta$$

pero $A=P(r-a)$ luego el momento de estabilidad será $P(r-a)\theta$ que es el caso que ya hemos considerado.

Cuando θ sea igual á cero, tomarémos solo el primer término y nos quedará.

$$F(\theta)=B\theta^2$$

lo que nos dice que el momento de estabilidad no cambia de signo con θ y por lo tanto que existen dos posiciones de equilibrio, una estable y otra inestable.

Si ademas de tener el primer término de la espresion (1) igual á cero, consideramos que lo sea tambien el segundo, entonces

$$F(\theta)=C\theta^3$$

es decir que el momento de estabilidad varia segun θ sea positivo ó negativo pero en este caso la condicion $B=0$ nos hace ver que el equilibrio es esencialmente estable ó inestable puesto que el par actuará del mismo modo para θ que para $-\theta$. Todo lo que llevamos dicho se refiere al caso en que $r-a=o$, es decir, que el centro de gravedad coincida con el metacentro.

Ahora bien, una recta tangente á una curva en un punto no puede tener sinó una de las cuatro posiciones representadas en la (Fig. 60) de las cuales descartaremos la (4) puesto que la evolvente de esta curva tendria un punto de retroceso lo cual sabemos que no puede ser en virtud de la convexidad y continuidad de la superficie de los centros de obra viva.

En la posicion (2) observarémos, con la sola inspeccion de la figura, que al inclinarse el cuerpo y tomar el centro C las posiciones C' y C' obtendrémos siempre estabilidad.

Del mismo modo veriamos que cuando la evoluta metacéntrica tiene la forma (3) el equilibrio es esencialmente inestable y reasumiendo podemos decir que siendo $B=o$ el equilibrio es estable ó inestable segun la forma de la evoluta metacéntrica.

Hagamos ahora $C=o$; entonces

$$F(\theta)=D\,\theta^4$$

que es un caso análogo á aquel en que siendo el valor del momento igual á $B\,\theta^2$ el equilibrio era siempre estable ó inestable segun el signo de θ.

Siguiendo los mismos razonamientos llegarémos á deducir que la posicion (1) corresponde á los momentos que contienen potencias pares de θ y las (2) y (3) á los que las tienen pares.

63. Posiciones de equilibrio en el caso de variar G. Estudiemos lo que sucede cuando teniendo la evoluta metacéntrica las formas (1) y (2) de la (Fig. 60), el centro gravedad no coincide con m.

Si está G' mas alto que m en la (Fig. 60;2) podemos observar que las posiciones C' y C'' son estables y que la intermedia $G'C$ es inestable y que en la evoluta (3) solo existe una posicion intermedia que es estable.

Cuando el centro de gravedad G'' esté mas bajo, sucederá lo contrario de caso anterior, es decir, que la intermedia será siempre estable y las demás de la evoluta (3) inestables.

64. Posiciones de equilibrio de un cuerpo flotante deducidas de la evoluta metacéntrica cuando el cuerpo tiene un plano de simetria. Cuando el cuerpo flotante es simétrico con relacion á un plano, su evoluta metacéntrica solo puede tener una de las formas (2) ó (3) (Fig. 60.) En el primer caso, si el centro de gravedad G está debajo del metacentro m, el equilibrio es estable y solo existe esta posicion de manera que la mayor ó menor estabilidad depende solamente de la magnitud de la distancia $m\,G$. En el caso que el centro de gravedad G' estuviera por encima de m, ya hemos visto (63) que existen tres posiciones de equilibrio, la intermedia $G'C$ inestable y las $G'C'$ y $G'C''$ estables.

Supongamos ahora que la evoluta tenga la forma (3); en este caso si m está encima de G'' habrá dos posiciones de equilibrio $G''C'$ y $G''C''$ inestables y la $G''C$ estable; esta region, estando determinada por el ángulo $C'G''C''$, vemos que

la estabilidad será tanto mayor cuanto mayores sean estos ángulos, es decir, que en este caso convendrá bajar C' á fin de obtener mejor resultado. Si G' estuviera encima de m, solo existiria una posicion de equilibrio inestable en todos los casos.

De todo lo dicho podrémos deducir que la forma mas conveniente para la evoluta metacéntrica será la (2).

65. DEFINICION PRECISA DE LOS MOMENTOS DE ESTABILIDAD POR LA EVOLUTA METACÉNTRICA. Considerémos (Fig. 61) un cuerpo flotante en la posicion media de equilibrio: sea GC la direccion del empuje cuando el cuerpo se encuentra en esta posicion, G el centro de gravedad y C el de obra viva.

Si mnm_1 es la evoluta de la curva de los centros de obra viva $C'CC''$ y m el centro de curvatura de esta curva correspondiente al punto C é inclinamos el cuerpo hasta que el punto C pase á C, la direccion del nuevo empuje será $C'm$ y por lo tanto el momento de estabilidad será

$$P \times Go = P \times Gp \text{ sen. } \phi = P(Cp - GC) \text{ sen. } \phi.$$

ó

$$P(\rho - a) \text{ sen } \phi.$$

En rigor el metacentro no será p sinó m' y por consiguiente ρ será Cm' en lugar de Cp pero nosotros, con el objeto de tener el momento independiente del radio de curvatura, harémos en general $Cp - CG = h$ y entonces

$$Ph \text{ sen } \phi.$$

será la espresion del momento de estabilidad para una inclinacion cualquiera.

Para saber como varia la estabilidad, tiremos las tangentes $p'm'$, $p''m''$ á la evoluta con lo cual verémos que, aumentando siempre h, crece tambien el momento de estabilidad.

Si la evoluta en lugar de tener esta forma, presentara (3) la de la (Fig. 61) para lo cual mC (Fig. 62) seria la posicion media de equilibrio, las tangentes sucesivas serian $p'm'$, $p''m''$..... y por consiguiente los valores de h irian decreciendo al mismo tiempo que el momento de estabilidad.

Por lo tanto se desprende de aqui que la forma (2) (Fig. 60) es la mas conveniente para la estabilidad.

En el caso que el centro de gravedad estuviera intermedio entre los dos puntos m y m_1 (Fig. 62) los momentos de estabilidad irian disminuyendo hasta que la tangente fuese Gn: en este caso el momento seria nulo para luego hacerse negativo habiendo entonces inestabilidad absoluta.

LECCION 9.ª

66. DETERMINACION DEL CENTRO DE GRAVEDAD; MÉTODO DE LA TRANSPOSICION DE PESOS. Hemos visto que el momento de estabilidad era $P\,(r—a)$ sen. θ en cuya espresion conocemos P que es igual á ϖV y el radio metacéntrico $r=\frac{\frac{2}{3}\int y^3\,dx}{V}$; solo nos falta pues determinar la cantidad a para lo cual necesitamos conocer la posicion del centro de gravedad G. Dividiendo el buque armado en secciones, buscando el centro de gravedad de cada una de ellas y aplicando el teorema de los momentos, podrémos resolver el problema, pero desde luego se echa de ver que este método por ser demasiado largo presentaria inconvenientes en su aplicacion por lo cual lo desecharémos, adoptando el llamado de *transposicion de pesos*.

Si suponemos (Fig. 63) que existiendo en el punto o un peso p lo trasladamos al o' situado simétricamente con respecto al primero, esta traslacion dará lugar á un par cuya espresion será $p\,l$, siendo $l=oo'$; pero al mismo tiempo el buque se habrá inclinado de un ángulo θ, luego el par será ahora $p \times oo''=p\,l$ cos. θ. Debiendo ser este par igual al momento de estabilidad, podrémos establecer la ecuacion

$$p\,l \cos.\ \theta = P\,(p—a)\ \text{sen.}\ \theta.$$

De esta espresion deducirémos el valor de $p—a$ que, llamándolo h, será:

$$h=\frac{p\,l}{P\ \text{tang.}\ \theta}$$

Para determinar en la práctica el valor de h, colocarémos sobre cubierta pesos cualesquiera que serán lingotes ó artilleria á una distancia arbitraria del plano diametral y en el centro del buque y luego trasladarémos estos pesos á la otra banda; sobre la perpendicular levantada al plano diametral desde el primer punto y simetricamente á este plano, medirémos la distancia entre los dos puntos y tendrémos asi los valores de l y p. Solo nos falta ahora conocer tang. θ puesto que P es tambien conocido. Colocando en el plano diametral del buque, por ejemplo en el puntal de la escotilla mayor, un hilo á plomo de una longitud determinada y en su estremo una regla dividida que se apoye contra dicho puntal, encontrarémos el valor de tang. θ.

Una vez conocido G, es facil construir la curva metacéntrica. En efecto para una inclinacion θ, conocemos h por la fórmula; tomando una distancia (Fig. 64) $GM=h$ y tirando por M una recta MD que forme con MG un ángulo θ esta recta será tangente á la evoluta metacentrica; haciendo para DM lo que acabamos de hacer para GM con otra inclinacion θ' y asi sucesivamente, tendriamos una serie de lineas que por su interseccion nos darian dicha evoluta.

Como los pesos de que nos servimos para la determinacion del centro de gravedad son muy pequeños, se puede tomar en las fórmulas el ángulo θ en lugar de su tangente y como este ángulo es igual al arco S partido por el radio R, el valor de h se trasforma entonces en

$$h=\frac{pR\,l}{P\,S}$$

67. METODO ANALITICO PARA LA DETERMINACION DEL CENTRO DE GRAVEDAD DE UN BUQUE (*) Consideremos un buque de peso P flotando sobre un agua tranquila cuya situacion de equilibrio corresponde á la flotacion FL (Fig. 65); sea C el centro de obra viva y G el de gravedad, los cuales están situados, como sabemos, en la perpendicular á FL. Supongamos que se introduce en el barco un peso p cuyo centro de gravedad esté en g; entonces la flotacion habrá pasado á ser la $F'L'$, el nuevo centro de obra viva será C' y el centro de gravedad estará sobre la $C'G'$ perpendicular á $F'L'$. Las rectas GG y $C'G'$ situadas sobre el plano diametral se cortarán en M que es el metacentro y formarán un ángulo θ igual al de las dos flotaciones. El centro de gravedad correspondiente á la nueva posicion del buque $F'L'$ estará sobre la recta $C'M$ y sobre la $G'g$ que une los centros de gravedad de los pesos componentes P y p, por consiguiente será la interseccion de dichas rectas.

Tomando los momentos de P y p con relacion al punto G' se tendrá:

$$(1)\quad \frac{p}{P}=\frac{GG'}{G'g}$$

Esto supuesto, al tratar de determinar el centro de gravedad del barco ignoramos su posicion G que hemos dado como conocida, pero como conocemos su plano de flotacion FL y por lo tanto con ausilio del plano del buque el punto C y la línea CM donde ha de estar situado, introduciendo el peso p cuyo centro podrémos definir con exactitud, la nueva flotacion $F'L'$ nos dará el punto C' y la linea $C'M$.

Fijada la posicion de las líneas CC' y $C'M$, la determinacion del punto G quedará reducida á tirar desde g una secante tal que la parte interceptada $G\,G'$ entre CM y $C'M$ esté con respecto á la recta $G'g$ en la relacion (1) de $\frac{p}{P}$.

El problema final á que nos conduce la resolucion del primitivo seria muy sencillo de resolver gráficamente pero, atendiendo á que el punto M estará muy lejos y que la relacion $\frac{p}{P}$ será siempre muy pequeña, acudirémos al analisis por ofrecer mas sencillez en la práctica.

Importará segun los casos determinar el punto G ó el G'; harémos el cálculo para los dos empezando por el relativo á G'.

El triángulo MCC' nos dará (Fig. 66)

(*) Este método es debido al capitan de fragata de ingenieros de la armada D. Eduardo Iriondo.

$$MC' = CC' \frac{\text{sen.}\alpha}{\text{sen.}\theta} \quad (2)$$

y los triángulos MGG' y MGg

$$GG' = MG' \frac{\text{sen.}\ \theta}{\text{sen.}\ \omega}$$

$$Gg = Mg \frac{\text{sen.}\ (\theta + \theta')}{\text{sen.}\ w}$$

y por lo tanto

$$\frac{GG'}{Gg} = \frac{MG'}{Mg} \cdot \frac{\text{sen.}\ \theta}{\text{sen.}\ (\theta + \theta')}$$

pero

$$\frac{GG'}{G'g} = \frac{p}{P} \text{ y } \frac{GG}{Gg} = \frac{p}{P+p} = \frac{p}{D}$$

siendo D el desplazamiento, luego:

$$MG' = \frac{p}{D} \times Mg \frac{\text{sen.}\ (\theta + \theta')}{\text{sen.}\ \theta} \quad (3)$$

Restando esta espresion de la (2) se tendrá

$$(4) \quad MC' - MG' = a = \frac{1}{\text{sen.}\ \theta} \left[C'C \text{ sen.}\alpha - \frac{p}{D} Mg \text{ sen. } (\theta + \theta') \right]$$

que es lo que se pedia.

Podrémos trasformar el término $\frac{p}{D} Mg$ sen. $(\theta + \theta')$ en otro mas sencillo valiéndonos del triángulo $MC'g$ que nos dará

$$Mg = C'g \frac{\text{sen.}\ \lambda}{\text{sen.}\ \theta'}$$

luego

$$\frac{p}{D} Mg \text{ sen.}(\theta + \theta') = \frac{p}{D} \times C'g \text{ sen. } \lambda \text{ (sen. } \theta \text{ cotang. } \theta' + \text{cos. } \theta)$$

El mismo triángulo $MC'g$ nos dará

$$\frac{MC'}{C'g} = \text{sen. } \lambda \text{ cotang. } \theta' + \cos \lambda.$$

de donde se deduce.

$$\frac{MC'}{C'g} - \text{cos. } \lambda = \text{sen. } \lambda \text{ cotang. } \theta'$$

luego.

$$\frac{p}{D} Mg \text{ sen. } (\theta + \theta') = \frac{p}{D} CC' \text{ sen. } \alpha + \frac{p}{D} C'g \text{ sen. } (\lambda - \theta)$$

De modo que la fórmula (4) se convierte en.

$$CG = \frac{1}{\text{sen.}\ \theta} \left[CC' \text{ sen. } \alpha \left(1 - \frac{p}{D} \right) - \frac{p}{D} C'g \text{ sen. } (\lambda - \theta) \right]$$

Solo nos falta para acabar de resolver el problema determinar las magnitudes CC' y $C'g$ y los ángulos θ, α y λ en funcion de las coordenadas de los puntos C, C' y g; pero antes de esto determinarémos el punto G.

El triángulo MCC' nos dá:

$$MC = CC' \frac{\text{sen. } (\alpha + \theta)}{\text{sen. } \vartheta} \qquad (6)$$

y los MGg y $MG'g$ dan asimismo

$$Gg = MG \frac{\text{sen. } (\theta + \theta')}{\text{sen. } \delta} \qquad G'g = MG' \frac{\text{sen. } \theta'}{\text{sen. } \delta}$$

de donde

$$\frac{G'g}{Gg} = \frac{MG'}{MG} \cdot \frac{\text{sen. } \theta'}{\text{sen. } (\theta + \theta')}$$

pero

$$\frac{G'g}{Gg} = \frac{P}{D}$$

luego

$$\frac{P}{D} = \frac{MG'}{MG} \frac{\text{sen. } \theta}{\text{sen. } (\theta + \theta')}$$

de donde se deduce

$$MG = \frac{P}{D} MG' \frac{\text{sen. } \theta}{\text{sen. } (\vartheta + \theta')}$$

Sustituyendo por MG' su valor que nos lo da la fórmula (3) tendrémos

$$MG = \frac{p}{P} Mg \frac{\text{sen. } \theta'}{\text{sen. } \theta} \qquad (7)$$

Restando ahora este resultado de la espresion (6) y sustituyendo por Mg su valor antes hallado, obtendrémos el valor de a que será

$$(8) \quad MC - MG = \frac{1}{\text{sen } \theta} \left[CC' \text{ sen. } (\alpha + \theta) - \frac{p}{P} C'g \text{ sen. } \iota \right]$$

Pasemos ahora á determinar las magnitudes CG' y $G'g$ para lo cual tomarémos (Fig. 66) el punto C como origen de coordenadas cuyos ejes sean el Cx paralelo á la quilla y el Cy perpendicular. Si llamamos x', y' las coordenadas del punto C y x', y' las del punto g, se tendrá

$$CC' = \sqrt{x^2 + y^2}$$
$$C'g = \sqrt{(x' - x)^2 + (y' - y)^2}$$

Tirando por el punto C dos rectas CF y CF' paralelas á las dos flotaciones el ángulo $F'CF = \theta$ será igual á $xCF - xCF'$; pero llamando E la eslora del buque, T y t los calados correspondientes á la flotacion CF, T_1 y t_1 los que pertenecen á la CF' tendrémos.

$$\text{tang. } xCF = \frac{T - t}{E} \text{ y tang. } xCF' = \frac{T_1 - t_1}{E}$$

de modo que se tendrá, despues de sustituir estos valores y desarrollar,

$$\text{tang. } \theta = \frac{E[(T - t) - (T_1 - t_1)]}{E^2 + (T - t)(T_1 - t_1)}$$

Para el ángulo α se tiene

$$\alpha = 90° - (C'Cx + xCF)$$

$$\text{pero tan. } C'Cx = \frac{y}{x} \quad \text{y} \quad \text{tang. } xCF = \frac{T - t}{E}$$

luego

$$\text{tang. } \alpha = \frac{Ex - (T - t)y}{Ey + (T - t)x}$$

Análogamente encontraríamos

$$\text{tang. } MC'g = \frac{E(x'-x)-(T_1-t_1)(y-y)}{E(y'-y)+(T_1-t_1)(x'-x)}$$

Vamos á hacer algunas consideraciones sobre las fórmulas (5) y (8). La primera dá el centro de gravedad total del barco y peso introducido, por consiguiente servirá para el caso en que, un buque estando armándose, se quiera determinar su centro de gravedad cuando se haya introducido un peso de posicion perfectamente definida como serian piezas de máquina, calderas etc. Cuanto mayor sea el peso, el calculo puede llevarse con mas exactitud porque las diferencias en los calados se apreciarán mejor y por consiguiente los ángulos; así si se conociera bien el centro de gravedad de las carboneras, elevándose el peso del carbon én un barco grande á un considerable número de toneladas, nunca mejor para determinar el centro del buque como aplicando el calculo cuando esté sin carbon ninguno y despues de estar completamente lleno.

La fórmula (8) da el centro de gravedad sin introducir peso ninguno; por lo tanto es la que deberá aplicarse en el caso de tener el buque completamente armado ó tambien para una situacion cualquiera de su armamento, cuando no se pueda determinar fijamente el centro de 'gravedad de los pesos que faltasen colocar, se recurrirá á un peso ageno al armamento, como por ejemplo á cierto número de lingotes fáciles de manejar y disponer en la situacion conveniente. Esto es lo que sucederá con mayor frecuencia y por lo tanto es el caso mas aplicable.

Supongamos ahora que se ha determinado el centro de gravedad G del buque en un estado cualquiera de su armamento y que despues prosiguiendo dicho armamento se ha introducido un peso p: se quiere ver la variacion del centro de gravedad, siendo θ el ángulo de los dos flotaciones, y habiendo determinado los centros de obra viva C, C' y el ángulo θ.

Puesto que se conoce G y las verticales CM y $C'M$ se conocerá (Fig. 66) la distancia del punto G á la recta $C'M$ ó sea Gd. Ahora bien, la ecuacion de los momentos nos da

$$P \times Gd = p \times Dg$$

la cual determina la distancia Dg del punto ignorado g á la recta $C'M$.

Puesto que solo el hecho de conocer el punto G las dos flotaciones y el centro de obra viva hace conocer la distancia Dg, es preciso que lo dé nuestra fórmula (8) en la cual todo es conocido escepto el término $G'g$ sen. ι; pero vemos en la figura que

$$Dg = C'g \text{ sen. } \iota$$

luego dicha fórmula (8) nos dará el valor de Dg en funcion de las coordenadas del punto g puesto que $C'g$ y el ángulo ι son tambien funciones de dichas cantidades.

Asi vendrémos á parar á una ecuacion

$$F(x'y') = o$$

que tiene dos incognitas, por lo tanto habrá que conocer una de ellas para resolver el problema.

Como quiera que sea, vemos que las cuestiones que preceden dan los elemen-

tos necesarios para determinar el centro de gravedad de un buque en cualquiera situacion en que se encuentre pero además vamos á resolver el mismo problema sin necesidad de introducir un nuevo peso y solo por la simple traslacion de uno cualquiera de un punto á otro.

68. APLICACION DEL MISMO METODO AL CASO DE LA TRASLACION DE UN PESO. Consideremos (Fig. 67) un buque cuyo peso sea D, FL su flotacion de equilibrio, C su centro de obra viva y G el de gravedad y veamos lo que sucede al trasladar el peso p cuyo centro de gravedad es g á g'. En el momento de separar el peso p del punto g, el peso del buque se ha convertido en $P=D-p$ y el centro de gravedad se ha trasladado sobre la recta gG á un punto o sugeto á la condicion.

$$\frac{Go}{go}=\frac{p}{D}$$

Pasando despues el peso p á ocupar la posicion g' el buque vuelve á tener el mismo desplazamiento D pero la flotacion habrá variado y será la $F'L'$ asi como su centro de obra viva que será luego C'. Como el centro del peso p está en g' y el del buque antes de la última operacion estaba en o, claro es que el centro de gravedad estará ahora sobre la recta og' y en el punto G' interseccion de la recta con la $C'M$.

El punto g' está determinado sobre la recta $g'o$ por la condicion

$$\frac{oG'}{og'}=\frac{p}{D}$$

Ahora bien, hemos visto que $\frac{oG}{og}=\frac{p}{D}$ luego

$$\frac{oG'}{og'}=\frac{oG}{og}$$

por consiguiente los triángulos GoG' y gog' son semejantes y por lo tanto las rectas GG' y gg' son paralelas.

Observémos ahora que los triángulos MCC' y MGG' dan

$$MC=CC'\frac{\text{sen. }(\alpha+\varepsilon)}{\text{sen. }\theta} \qquad MG=GG'\frac{\text{sen.}(\omega+\theta)}{\text{sen. }\delta}$$

pero se tiene tambien

$$\frac{GG'}{gg'}=\frac{p}{D} \text{ de donde}$$

$$GG'=\frac{p}{D}gg'$$

luego

$$MG=\frac{p}{D}gg'\frac{\text{sen.}(\omega+\theta)}{\text{sen. }\varepsilon}$$

y

$$MC-MG=CG=\frac{1}{\text{sen. }\theta}\left[CC'\text{ sen. }(\theta+\alpha)-\frac{p}{D}gg'\text{ sen. }(\varepsilon+\omega)\right]$$

que resuelve el problema.

En la fórmula que acabamos de obtener nos falta determinar las magnitudes CC', gg' y los ángulos $\theta+\alpha$ y $\varepsilon+\omega$ para lo cual tomarémos por orìgen el punto C y por ejes coordenados una perpendicular y una paralela á la quilla y designarémos por x é y las coordenadas del punto C', m y n las de g y z y v las de g'. Asi tendrémos

$$CC' = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$g\,g' = \sqrt{(z-m)^2 + (v-n)^2}$$

en las cuales habrá que hacer esplícito el signo de cada coordenada; llamando T_1 y t_1 los calados correspondientes á la flotacion $F'L'$ y E la eslora del buque fácilmente obtendrémos.

$$\text{tang. } (\alpha + \phi) = \frac{E\,x - (T_1 - t_1)\,y}{E\,y + (T_1 - t_1)\,x}$$

$$\text{tang. } (\theta + \omega) = \frac{E\,(z-m) - (T_1 - t_1)\,(v-z)}{E\,(v-n) + (T_1 - t_1)\,(m-n)}$$

69. Regla practica de Borda para la determinacion de la estabilidad. La regla de Borda se reduce á lo siguiente: *se colocan sobre la cubierta mas próxima á la flotacion, tantos hombres como decimetros haya en el bao maestro y se marca el punto A (Fig. 68.) En seguida se coloca el mismo número de hombres á bordo marcando luego el punto A', se mide el arco AA' y si su longitud está comprendida entre 15 y 25 centimetros la estabilidad es buena, si es mayor que 25 centimetros no hay estabilidad ó es muy poco estable el buque y si es menor entonces tiene dicho buque un esceso de estabilidad. Durante la operacion la tripulacion debe permanecer tranquila y colocada en una ó dos filas; el arco AA' se mide en el medio del buque.*

Vamos á traducir ahora al lenguage matemático la regla que acabamos de enunciar, deducida de las numerosas esperiencias hechas por el autor en toda clase de buques armados, y al mismo tiempo estudiarémos las consecuencias que puedan deducirse de la fórmula que la espresa.

Si llamamos m la manga del buque espresada en decímetros y ϖ el peso de un hombre, el primer miembro de la fórmula del párrafo (66) será ϖm^2; en el segundo miembro sustituirémos en lugar de P, $K m^3$ puesto que el peso es una cantidad proporcional al cubo de una dimension lineal; por otra parte el ángulo de inclinacion $\theta = \frac{S}{\frac{1}{2} m}$ luego se tendrá

$$\varpi m^2 = k' h m^2 S$$

Para que esta fórmula sea homogénea es preciso que h sea constante para buques de todo porte, es decir, que las obras vivas de una fragata y un bergantin no pueden tener formas semejantes por que si asi fuera existirian entre sus dimensiones una relacion constante y las alturas h tambien tendrian la misma relacion asi es que su estabilidad seria distinta, pudiendo llegar el caso de que el buque mas pequeño no la tuviera. Para remediar este in conveniente seria necesario, segun nos indica la espresion $r = \frac{\frac{2}{3}\int y^3 dx}{V}$, aumentar las ordenadas de la flotacion y como V debe ser constante resulta que, con el objeto de armonizar todas las condiciones, la forma del buque pequeño debia ser la $A'BC$ (Fig. 69) en lugar de la ABC que tendria el grande.

Hemos dicho que h debe ser constante para todos los buques y vamos

à darnos una razon de ello, para lo cual supondrémos una escuadra compuesta de toda clase de buques marchando á vela.

Uno de los principios de táctica naval que debe observarse siempre consiste en que todos los buques para una inclinacion igual conserven una misma velocidad. Ahora bien, como la fuerza del viento es proporcional al área del velamen S y la resistencia que oponen los buques al movimiento varia como el área de la cuaderna maestra, es preciso para que la velocidad sea uniforme que se tenga.

$$\frac{S}{M} = \text{constante.}$$

lo que nos dice que los velámenes de dos buques semejantes deben ser proporcionales á las cuadernas maestras. Al mismo tiempo la fuerza que tiende á inclinar el buque es la fuerza del viento multiplicada por la altura H del centro de gravedad del área de velàmen, llamado *centro vélico*, sobre la flotacion; á esta fuerza se le opone el momento de estabilidad Ph_θ de modo que el buque se inclinarà hasta que se tenga

$$SH = Ph_\theta$$

Podemos observar que habiendo supuesto á θ constante, h debe serlo tambien para que exista homogenidad en la fórmula puesto que la cantidad P proporcional al volumen consta de tres dimensiones lo mismo que SH.

En los buques de vapor la altura h generalmente no es tan grande como en los de vela pues se disminuye en aquellos la manga con objeto de tener menos resistencia á la marcha y por consiguiente mas economia en la fuerza motriz pero en cambio ofrecen menor estabilidad aun cuando esto no presenta gran desventaja sobre todo si el velàmen no es mas que un auxiliar.

70. Influencia que ejerce en la estabilidad la traslacion de pesos y su aumento en el sentido vertical. Supongamos (Fig. 70) que el buque se incline de un ángulo θ de manera que la flotacion FL se convierta en $F'L'$; sabemos que actuará sobre el buque el par de estabilidad $\left(\frac{2}{3}\varpi\int y^3 dx - Pa\right)\theta$ que tenderá á volverlo á la posicion inicial: si trasladamos ahora un peso p situado en A al punto B, esto equivaldrá á introducir una fuerza en el primer punto actuando de abajo arriba igual á p y á este mismo peso en sentido contario en B, es decir, que se originará un par tal que si llamamos H la distancia AB tendrá por valor $pH\theta$ Siendo este par de signo contrario al de estabilidad, tendrémos que el par resultante de estabilidad será:

$$\left[\left(\frac{2}{3}\varpi\int y^3 dx - Pa\right) - pH\right]\theta$$

lo que nos dice que la *elevacion de pesos disminuye la estabilidad sucediendo lo ontrario cuando los pesos se colocan mas abajo*.

Vamos á ver lo que sucede cuando se aumenta un peso al buque. Introduzcamos (Fig. 71) un peso p en el punto A; el cuerpo flotante se sumergirá hasta que la zona $flF'L'$ tenga un desplazamiento igual á p; si inclinamos ahora el buque, este estará sujeto al par de estabilidad que ya conocemos y á un par de fuerzas que son: la p aplicada en A, y el desplazamiento de la zona aplicado

en su centro de gravedad I cuyo valor es pH; siendo H igual á IA; cuando el punto A se coloca encima de I, el par pH será de signo contrario al de estabilidad y si está mas abajo entonces es del mismo signo, lo que nos dice que la *estabilidad disminuye introduciendo pesos por encima de la flotacion y aumenta en el caso contrario.*

71. VARIACIONES DE LA ESTABILIDAD CORRESPONDIENTES A DIFERENTES FORMAS DE BUQUES. Veamos que formas deben darse á los buques bajo el punto de vista de la estabilidad para lo cual, debiendo el volúmen de obra viva permanecer constante, supongamos que á la obra viva FKL (Fig. 72) le quitamos los meniscos $m'm'$ y les añadimos los m, iguales á los anteriores. Si la flotacion no ha variado tampoco esperimentará variacion la estabilidad de forma $\frac{2}{3}\varpi\int y^3dx$ pero si la estabilidad de peso Pa que será ahora Pa' y cuyo valor vamos á determinar y comparar con el anterior.

La supresion de los meniscos m' equivale á introducir una fuerza igual á su peso p aplicada en el centro de gravedad comun B y obrando de arriba abajo, al paso que los nuevos meniscos m producen una fuerza igual tambien á p aplicada en A, centro de gravedad. Las dos fuerzas p producen un par que es contrario al par Pa luego el momento final de estabilidad es

$$\left[\frac{2}{3}\varpi\int y^3dx - P\text{a} + ph\right]\theta$$

siendo h la distancia AB.

La última espresion nos dice que *aumentando las capacidades elevadas de la obra viva sin variar el centro de gravedad G y disminuyendo las inferiores, la estabilidad se hace mayor.*

Examinemos el caso en que la obra viva se ensancha inferiormente y supongamos (Fig. 73) que al casco FKL se le aumentan los meniscos m'; entonces el buque saldrá del agua y la flotacion será $F'L'$ en lugar de FL resultando una fuerza p aplicada en el centro gravedad B de la zona $FLF'L'$ y obrando de arriba abajo y otra en A, centro de los meniscos, la cual con la anterior produce un par del mismo signo que el de la estabilidad de peso de modo que se tiene llamando h la distancia AB.

$$P\,(r'-\text{a}') = \frac{2}{3}\varpi\int y^3dx - P\text{a} - Ph$$

es decir que *el aumento de la obra viva en la parte infe.ior disminuye la estabilidad.*

Hasta aqui hemos supuesto que el centro de gravedad no cambiaba pero en la práctica esta suposicion no puede hacerse por lo cual vamos á estudiar de nuevo estos problemas.

Si suprimimos (Fig. 74) los meniscos m', resultará aplicada en el centro de gravedad de dichos meniscos una fuerza de arriba abajo igual á su desplazamiento ϖu, siendo u el volumen y ϖ la densidad del liquido enque flota el cuerpo. Si suponemos ahora que los objetos que estaban ocupando los espacios m' se han trasladado á m, ensanchando asi la obra viva, por separar estas materias que supondrémos de una densidad homogénea ha nacido en A una fuerza obrando de abajo arriba igual $\varpi' u$ en la que ϖ' representa la

densidad de las materias dichas. De la misma manera tendrémos en B, centro de gravedad de los volúmenes m, dos fuerzas ϖu y $\varpi' u$ que combinadas con las dos anteriores nos darán dos pares cuyos signos serán contrarios, negativo el $\varpi' u$ y positivo el ϖu, asi el momento de estabilidad será, llamando h la distancia AB,

$$\frac{2}{3}\varpi\int y^3 dx - P\mathrm{a} + uh(\varpi - \varpi')$$

Vemos en esta espresion que si la densidad de las materias colocadas en la bodega es mayor la estabilidad disminuye, si es mayor aumenta y si es igual no varia todo lo cual nos hace deducir la consecuencia final de qne *en un buque los objetos mas pesados deben ir siempre lo mas bajos posible.*

En el caso de aumentar (Fig. 75) la obra viva en los meniscos $m + m' = u$ la flotacion descenderá y será la $F'L'$ naciendo en A y B, centros de gravedad de las zonas $FLF'L'$ y de los meniscos m', dos fuerzas opuestas de las que una es igual, al peso $\varpi' u$ de las materias que se colocan en las capacidades que se agregan al buque y otra al desplazamiento ϖu de estas capacidades, de modo que el momento de estabilidad viene espresado por:

$$\frac{2}{3}\varpi\int y'^3 dx - P\mathrm{a} + uh(\varpi' - \varpi)$$

lo que nos dice que *cuando la densidad de los objetos colocados en m sea mayor que la del liquido, la estabilidad aumenta y en el caso contrario disminuye, quedando la misma siempre que las densidades sean iguales.* Lo que llevamos dicho se refiere únicamente á la estabilidad de peso; en cuanto á las variaciones de la forma ya sabemos que son dependientes de las magnitudes de las ordenadas de la flotacion.

72. Forma mas ventajosa de las obras vivas de los buques bajo el punto de vista de la estabilidad. Segun acabamos de ver en el número anterior, la forma mas estable que puede darse á los buques depende de la densidad de los objetos colocados en la bodega.

La obra viva de un buque está formada generalmente de madera de roble que tiene una densidad un poco menor que el agua del mar pero como para unir el maderámen son necesarios clavos, pernos etc. que tienen una densidad superior, puede decirse que la densidad media del casco es igual á la del agua del mar.

Tendrémos mas adelante ocasion de observar que los buques además de los objetos que se necesitan como vìveres, cadenas, carbon etc. llevan á veces pesos que sirven para aumentar el calado del buque y á los que se le da el nombre de *lastre*. El lastre en los buques de guerra se reduce á unos paralelepìpedos de hierro fundido llamados *lingotes* cuyo peso es de cien kilógramos cada uno. Los buques mercantes suelen llevar, cuando no tienen que cargar, piedras, arena, ó sal.

El lastre de los buques de guerra siendo de hierro y llevando además balas y otros objetos de gran densidad, parece que exigen una obra viva ensanchada en los fondos para que su estabilidad sea la mayor posible, mas no sucede asi porque si llamamos P el peso total del buque, p el de

la obra muerta y $\varpi' V$ el de los objetos colocados en la bodega tendremos llamando ϖ la densidad de estos objetos

$$P=\varpi' V+p$$

Ahora bien, como $P=\varpi V$ se deduce que

$$V(\varpi-\varpi')=p$$

de donde $\varpi > \varpi'$ y por consiguiente que la forma mejor es la *ABCDE* dela (Fig. 76).

Si damos pues esta forma á un buque que tenia la *A'B'CD'E'* y trasladamos el lastre que ocupaba parte de los meniscos *m* (en la hipótesis de que llegase hasta *ab*) al lugar que ocupan los meniscos *m'*,'entonces la estabilidad disminuirá como ya hemos visto. En lugar de hacer esto, arrimemos el lastre quitado á continuacion del otro y supongamos llegue hasta *a'b'*. Veamos la variacion que por esto sufre la estabilidad.

Su momento será en este caso.

$$(1)\quad \frac{2}{3}\varpi\int y^3 dx-P\mathrm{a}+\varpi h-\varpi' h'-\varpi'' h''$$

en cuya espresion *h''* representa la distancia entre los centros de gravedad de los meniscos *m* y *m'*, *h'* la diferencia de alturas del lastre en la primera posicion *ab* y en la segunda *a'b'*, *h''* la magnitud comprendida entre *a'b'* y el centro de gravedad de los objetos que se han elevado para dejar sitio al lastre, ϖ'' la densidad de estos objetos, ϖ' la del lastre y ϖ la del agua del mar.

Como la densidad ϖ'' es menor que ϖ se tiene que $\varpi''=\frac{\varpi}{n}$ y como por otra parte ϖ' es cerca de ocho veces mayor que ϖ nuestra espresion (1) se reduce con esto á

$$\varpi\left(\frac{2}{3}\int y^3 dx+h-8h'\frac{1}{n}h''\right)-P\mathrm{a}$$

Igualmente sucede que $h=8h'$ ó difiere muy poco de modo que entonces la estabilidad disminuye solo en el término $\frac{1}{n}h''$ que es una cantidad muy pequeña. En resúmen, resulta de aquí que si damos al buque la forma *ABCDE* (Fig. 76) y arrimamos el lastre á continuacion uno de otro, la estabilidad de peso disminuye muy poco al paso que, por ensanchar la flotacion, la de forma aumenta considerablemente por consiguiente esta es la mas favorable á la estabilidad.

73 Embono. Antes de conocer la manera de determinar la estabilidad de un buque en el caso que este tuviera poca se le remediaba su falta añadiendole, en las inmediaciones de la flotacion, unos macizos de madera de pino á los que se les daba el nombre de *embono*. Por un error de inadvertencia puede tambien suceder hoy que el buque resulte falto de estabilidad, defecto que corregirémos por medio del embono el cual si se hace de una madera ligera aumentará en muy poco el volúmen de obra viva al paso que la estabilidad de forma crecerá considerablemente puesto que en su espresion, las ordenadas de la flotacion entran como ya hemos dicho elevadas al cubo.

LECCION 10.ª

74. Sala de gálibos. Trazado un buque sobre el papel y en una escala reducida, conviene antes de construirle dibujarlo en escala natural, no solamente para sacar las plantillas de sus diferentes piezas, como se hace en todas las construcciones, sino tambien para rectificar la superficie y apreciar bien los mas mínimos detalles. El plano donde se efectúa este trazado que suele ser una superficie de yeso para las construcciones ordinarias de madera ó piedra, recibe el nombre de *montea;* en la construccion de buques se acostumbra á efectuar dicho trazado sobre un plano de madera de las dimensiones convenientes el cual recibe el nombre de *sala* ó *patio de gálibos*, llamándose *gálibos* á las plantillas de las piezas que hay que construir.

Las condiciones á que debe satisfacer una sala de gálibos se deducen sencillamente del objeto á que se la destina. La sala debe tener buena luz, siendo la mejor la zenital, y sus dimensiones las suficientes para poder trazar con comodidad los mayores buques que se construyan; su pavimento debe ser lo mas plano posible, de forma rectangular; su longitud es facil obtenerla, teniendo la mayor parte de las salas la conveniente ó mayor, porque no se aumenta mucho el valor total de la construccion por aumento de la sala en esta dimension. No sucede lo mismo con el ancho, efecto del sistema de construccion para cubrirla del agua y agentes esteriores, pues un pequeño aumento en el vano ó ancho de la sala, lleva consigo uno bastante considerable en la resistencia que hay que dar á las piezas que constituyen los cuchillos de la armadura, complicando la composicion y construccion de estos y aumentando notablemente el valor de la construccion.

Esta es la razon por la cual si bien muchas salas de gálibos son quizá demasiado largas, casi todas carecen de la suficiente dimension en sentido del ancho.

Para formarse una idea bastante aproximada de los límites en que deben encontrarse las dimensiones de una sala de gálibos, dirémos las que debe tener una en que pueda trazarse con comodidad el navio mayor de la escuadra francesa que es la Bretagne.

La Bretagne tiene 82 metros de eslora por 18 de puntal; la sala en que puede trazarse necesita unos 98 metros de longitud por 20 de ancho. La del astillero del Ferrol tiene 100 metros de largo por 14 de ancho, estrecha como son todas en general.

Conocidas las condiciones generales de una sala de gálibos y las dimensiones mas convenientes, vamos á ocuparnos del trazado.

75. Instrumentos empleados en el trazado. Los instrumentos empleados para trazar las líneas en la sala son de dos clases, unos destinados á las rectas y otros á las curvas.

Los que se emplean para las rectas son reglas de 10 á 12 metros de longitud pero como es muy dificil sino imposible conservar rectos los cantos ó bordes de dichas reglas con las variaciones admosféricas, á pesar de reconocerlas con frecuencia, se emplean las *lienzas* que son unos cordones de algodon de un grueso uniforme y cuyos diámetros varian, siendo el mayor de 0'006 milímetros; estos cordones después de haberlos untado bien con yeso y puestos tirantes sobre el suelo y en la direccion de la recta que se quiere trazar se levantan en direccion vertical por el medio, y soltándolos de repente, su choque contra el suelo deja en él trazada la recta que se desea.

Como al levantar la lienza por su punto medio es fácil que no se haga en sentido vertical y en este caso que al caer trace una linea que no pase por los puntos intermedios que debia resultando una curva en lugar de una recta, es conveniente dirigir el movimiento de elevacion por medio de la *escuadra* de carpintero (Fig. 77). Cuando se quieren trazar rectas largas con bastante exactitud, se fijan con sumo cuidado algunos puntos intermedios para comprobar y sujetar en ellos las lienzas.

Para trazar las curvas se emplean junquillos (Fig. 68) de madera de pino de manera que no presenten nudos y no estén veti-cortadas las fibras á fin de que al doblarse no ofrezcan curvas irregulares y discontinuas.

No pudiéndose trazar las curvas con un solo junquillo por la escesiva longitud que estas presentan, se hacen de varias piezas de 15 á 20 metros y se adaptan al suelo haciéndolas pasar por los puntos marcados en los que se sujetan clavándolas con clavos pequeños en el suelo á ambos lados del junquillo y haciendo que este sea abrazado por dos de ellos uno á cada lado en los puntos principales ó colocando un clavo únicamente en los puntos que la curvatura del junquillo ó su sugecion no exige otra cosa. Los junquillos en sus estremos se empalman unos con otros haciéndolos firmes con clavos.

Se concibe que, variando la curvatura de las diferentes lineas que se necesitan trazar, debe darse á los junquillos una flexibilidad en armonia con la curvatura de las lineas para que han de servir; asi los mas flexibles se emplean para las cuadernas, los que les siguen inmediatamente en rigidez para las lineas de agua, despues para el rebatimiento de las vagras planas, y ffnalmente los mas rigidos se usan para las proyecciones diametrales de las vagras de doble curvatura, etc.

Para llevar distancias se empleó primeramente el compas ordinario, pero abriendo ó cerrandose al trasportarlo por el peso de las piernas que le cons-

tituian, se ha sustituido por el llamado *compas de pinulas* (Fig. 79) que es análogo al de varas empleado en la delineacion; este compás puede transportar distancias hasta de 6 á 8 metros y se reduce á una varilla de madera de una escuadria suficiente para evitar una flexion exagerada y hacer que sea suficientemente rigido; á lo largo de dicha varilla pueden deslizar dos piezas fijándose por medio de tornillos de presion en los puntos convenientes á fin de facilitar la apreciacion de las distancias con toda exactitud. La regla suele estar graduada, sirviendo esta no solamente para transportar distancias sino para tomarlas, pero en este caso, siempre que la dimension que se quiere tomar sea de cuatro metros ó mayor, es necesario que un operario la aguante por su punto médio para impedir la flexion vertical y por consiguiente la alteracion de la distancia deseada.

Cuando dicho compàs no se emplee mas que para transportar es inutil el aguantar las reglas pues al tomar la distancia y trasladarla, la alteracion producida por la flexion de la pieza siendo igual en ambos casos, el resultado que se obtiene es el deseado. Este instrumento no conviene emplearle mas que para transportar pues para tomar pequeñas distancias se hace uso del compas ordinario con tornillo de presion, llamado *de carpintero* (Fig. 80) con el cual se aprecian distancias hasta de 0'30 centimetros.

Para mayores dimensiones se emplean los *reglones* que son unas barras de madera graduadas y cuya seccion trasversal tiene la forma representada en la (Fig. 81) y es la mas adecuada para poder aplicar bien la graduacion al suelo. Estos reglones tienen marcados hasta milímetros, otras veces se emplean sin graduacion y se señala con lapiz los puntos cuya distancia relativa queremos transportar; como no sirven para trazar rectas, no importa que sus cantos no sean exactamente rectos bastando con que se aproximen à serlo y teniendo cuidado de reconocerlos de cuando en cuando.

Lo primero que debe hacerse al tratar de trazar un buque en la sala es marcar una linea recta que sirva de base y à la cual puedan referirse las demas. Para trazar esta recta con la exactitud que exige esta operacion se empleaban antes unos aparatillos llamados *niveletas* (Fig. 82) que se colocaban à la distancia de 5 à 6 metros unas de otras, eran exactamente iguales y dirigiendo visuales por sus aristas se modificaba su posicion hasta conseguir que todas ellas pasasen por los puntos anàlogos, se marcaban los piés de las niveletas y se obtenian asi puntos de la recta buscada de un modo semejante à las alineaciones que se hacen en el campo por medio de jalones.

Las niveletas se empleaban unas veces en la posicion *A*, otras invertidas en la posicion *B*, y se dirigian las visuales por las aristas a', b' ó c'; hoy no se emplea este procedimiento para el trazado de las rectas y se apela únicamente à las lienzas.

Para trazar con la lienza cualquier recta ó la base que coincide con el canto alto de la quilla, que si la sala lo permite debe trazarse à un metro de distancia de una de sus paredes mas largas y sensiblemente paralela à dicha pared, se fijan hacia los estremos y proximamente à la distancia de un metro de ella dos barrotes verticales $b\,b'$ (Fig. 83) y se pasa una lien-

za de uno à otro sugetandola en los barrotes cerca de sus cabezas y à unos dos metros de altura; esa lienza de 0,006 milimetros de diametro, se hace descender à una pequeña distancia del suelo haciéndola pasar por dos puntos *aa'* colocados proximamente à un metro de la pared y del pié de los barrotes verticales; quedando tirante la lienza, si bien no marca una recta puesto que afecta la forma de la catenaria, está sin embargo contenida en un plano vertical cuya interseccion con el suelo de la sala nos và à dar la recta base que buscamos. Algunos fijan un punto en el medio de la longitud de la lienza pero su colocacion exige sumo cuidado.

Ahora no nos queda mas que proyectar la catenaria sobre el suelo, y obtener varios puntos para poder luego trazar la recta con la lienza aplicada contra dicho suelo y abrazando cada vez cuatro ó mas puntos para comprobacion.

Para obtener la proyeccion de la catenaria podemos valernos de la escuadra de carpintero ó hacer uso de plomadas, pero teniendo cuidado de que tanto la escuadra como la plomada se apliquen siempre por el mismo costado del cordon á fin de evitar en la proyeccion el error proveniente de su grueso.

El metro de distancia dejado entre la base y la pared es con el objeto de dar comodidad á la operacion y poder colocar en ese espacio algunos de los objetos que sirven para el trazado; cuando la sala es muy estrecha, se traza dicha recta á unos 0,40 centimetros de la pared, dejando este intérvalo para la quilla y falsa-quilla; esto, como se comprende, es incómodo pero muchas veces no hay otro remedio.

76. Trazado del buque en la sala. Trazada ya en la sala la recta base, se verifica sobre ella la distribucion de cuadernas por medio del plano del buque, ó mejor sirviéndose de una libreta provisional dada al maestro encargado de este trazado que el ingeniero únicamente vigila, comprueba y rectifica.

Generalmente se empieza aproximándose á la puerta ó cabeza de la sala lo mas posible con el objeto de dejar libre al otro estremo el espacio suficiente para sacar las plantillas y demás detalles.

Si la sala no es suficientemente larga se traza la mitad del buque, por ejemplo la proa con ocho ó diez cuadernas de popa.

Adviértase que las cuadernas que se trazan en la sala no son las del dibujo que hemos llamado de trazado sino las verdaderas, sujetas á las condiciones que mas adelante verémos.

Debe tenerse tambien presente que antes de la distribucion de cuadernas es necesario fijar la perpendicular de la roda teniendo en cuenta su lanzamiento y el del tajamar y distribuir dichas cuadernas hàcia la parte de popa cuidando al tomar las distancias de las cuadernas de fijarlas al origen, ó sea á la perpendicular de la roda ó á cuadernas bien determinadas para no acumular errores; la perpendicular de proa se representa por *P*a y la de popa por *PP*. Habiendo llegado á la distribucion de cuadernas hasta la perpendicular *PP*, marcando la maestra con *M* y las demas por sus números respectivos á partir de la maestra en dos numeraciones distintas para la proa y la popa, se procede á fijar el eje de la proyeccion horizontal que se traza paralelo á la recta base ya obtenida y á una

distancia de un metro de la pared como la base anterior. El trazado de esta recta no ofrece dificultad alguna pues despues de obtenidas las perpendiculares de las cuadernas no habrá mas que tomar sobre una de ellas la distancia conveniente para la situacion del eje en cuestion y llevando dicha distancia sobre cuantas cuadernas haya, obtendrémos los puntos necesarios para poder trazar el eje con lienzas que abracen cada una 4 ó 5 puntos determinados, comprobando así como se hizo en la recta base.

El trazado de las cuadernas en la proyeccion diametral, que son rectas perpendiculares á la base, se hace por medio de arcos de circulo con el compás de pinulas lo mismo que si se operase sobre el papel; por este procedimiento se trazan algunas, y las demás se hacen paralelas á ellas.

Despues se dibujan las líneas correspondientes al codaste ó codastes, si el buque es de hélice, luego las curvas de la roda y finalmente las líneas de agua hasta la flotacion.

En seguida se pasa á la proyeccion horizontal, trazando luego las de la quilla, roda, codaste y lineas de agua.

Para la proyeccion transversal se toma á partir de la perpendicular de proa el tercio de la eslora del buque y como eje de la proyeccion la cuaderna inmediata de proa haciendo en la popa una cosa análoga; sobre cada uno de estos ejes se trazan las proyecciones transversales de popa y proa, las dos semi-cuadernas maestras, las vagras de doble curvatura hasta la regala y finalmente, por medio de las lineas de agua y vagras de doble curvatura las cuadernas rectas; determinando al mismo tiempo que las proyecciones transversales, las diametrales de dichas vagras de doble curvatura.

Si efectuasemos el rebatimiento de las vagras planas sobre el plano horizontal nos podriamos confundir porque estas curvas son bastante análogas á las lineas de agua, asi es que para evitar esto se toma para dicho rebatimiento el eje de la proyeccion diametral como eje de la horizontal resultando asi muy clara la figura.

Para trazar las vagras de doble curvatura en proyeccion trasversal, se pega un papel sobre el suelo en el punto que ocupa el arranque de esa curva á partir de la maestra y asi se marcan los puntos con precision; este procedimiento se emplea siempre que hay confusion de lineas.

Despues se efectua el rebatimiento de reviradas en un plano vertical, aparte si es posible, y otras veces se toma como eje de este segundo plano vertical la cuaderna maestra y asi no cabe confusion.

Verificado el trazado de todas estas lineas se hace la correccion de todo él y aun algunas veces del proyecto puesto que aqui se aprecian bien muchas cosas que en la escala oficial de los planos, que es de 0,^{m}015 para navios y fragatas y de 0,^{m}02 para buques menores, no se pueden apreciar; estas correcciones se hacen siempre por compensacion, de modo que uno de los puntos determinados quede por fuera y otros por dentro de la linea corregida, en las que afectan al desplazamiento, para que esto no varie en una cantidad sensible.

Se concluye el trazado haciendo la correccion de superficie y sacando de él la libreta definitiva del buque.

Hecho esto, se procede luego al trazado de ejecucion, es decir, se empiezan á trazar las lineas que afectan no á la superficie del buque sinó à su construccion material.

Las lineas blancas de yeso trazadas con las lienzas, se refuerzan con el lapiz, pues las primeras no sirven mas que para guiar á este.

ENRAMADO.

LECCION 11.ª

77. OPERACIONES DIVERSAS QUE CONSTITUYEN EL ENRAMADO. Despues de verificado el trazado y corregida la superficie, se procede á la construccion material del buque, empezando primero por labrar las piezas, lo que constituye el labrado ó *labra*, ensamblándolas luego entre sì para pasar á *empernarlas* ó sea unirlas definitivamente por medio de pernos y clavos.

Constituidas asi las partes integrantes del buque, se procede al sentado ó arbolado de ellas, es decir, á colocar unas con respecto á otras en la posicion invariable que da origen á la construccion; unas piezas como la quilla, por ejemplo, se dice que se *sientan*, otras como las cuadernas se *arbolan*.

Las piezas de que consta un buque cualquiera, unas son *rectas* como la quilla y codaste, y otras tienen por eje una curva plana ó de doble curvatura: aquellas cuyo eje es una curva plana, tales como la roda, cuadernas, baos, etc, se llaman piezas de una curvatura ó de *una sola vuelta*, asi como las otras cuyo eje es de doble curvatura, como sucede con el yugo principal en la mayor parte de los buques de popa cuadrada y en los tablones de popa de los que la tienen redonda, etc. se llaman piezas de *doble curvatura* ó *de dos vueltas*, y no conservan planas mas que las caras de sus cabezas.

Cuando en la construccion de un buque entran unicamente piezas de una sola vuelta se dice que está construido con *piezas de puente* ó de una sola vuelta y de dos en el caso contrario.

La madera que llega á los arsenales está ya groseramente labrada con formas dependientes de la primitiva que afectaba el àrbol ó parte de aquel al cual perteneció, pues en los buques unicamente se descorteza y quita la albura, escuadriàndola toscamente para evitar el trasporte de la parte inútil.

Recibida en los arsenales, prévio reconocimiento minucioso de su es-

tado y dimensiones, se almacena en los sitios destinados para este objeto hasta la época de su empleo.

Cuando se trata de hacer uso de la madera almacenada, es preciso elegir con sumo tino las piezas segun sus dimensiones y curvatura con el objeto no solo de no desperdiciar material, sinó tambien de aprovechar lo mejor posible la curvatura ntaural de las piezas por que las adecuadas en su forma á las necesidades de la construccion son escasas y por lo tanto crasa; la práctica ausiliada de algunas dimensiones tomadas sobre una pieza de madera enseña al momento si esta dá el sólido que se quiere labrar ó si es capaz de él; el tino en esta operacion hace que el material empleado cueste mas ó menos, como fácilmente se concibe.

Elegida ya la madera para las diferentes piezas se procede á la labra empleando procedimientos diferentes segun que la naturaleza de la pieza exija mucho esmero en dicha operacion ó permita hacerla con mas descuido pues no todas tienen la misma importancia.

En el labrado de las piezas empezarémos por las mas sencillas, esto es, por las piezas rectas ó que no tienen vuelta.

78. Labra de piezas rectas. Elegida la pieza vamos à labrar una cara plana, que nos sirva de base para el resto de la operacion; si la exactitud que esta exige no es muy grande, se coloca la pieza sobre unos calzos de madera de modo que la cara que queremos labrar sea proximamente vertical.

Sea *M* esta cara (Fig. 84); si la superior es sensiblemente plana, con una lienza sujeta por sus estremos se traza la recta *a b* que se considera como interseccion del plano que deseamos labrar con dicha cara superior, y en el caso que no lo sea se clavan sobre las cabezas uno ó dos listones *l*, se unen por medio de una lienza de modo que esté tirante y no se apoye en ningun punto sobre la cara superior y por medio de la escuadra de carpintero ó de la plomada se proyectan diversos puntos *m*, *n*.... en *m'n'*..... etc. se unen todos estos puntos y se tiene la interseccion del plano que vamos á labrar con la cara en cuestion.

En ambos casos la linea *ab* debe marcarse en lo posible paralela á la superficie desbastada *M* de manera que se desperdicie la menor cantidad de madera posible á no ser que se emplee la sierra para el labrado, en cuyo caso puede convenir el introducir algo esa linea en el interior del sólido; despues se trazan algunas perpendiculares à la linea *ab* en la cara superior, como *m' s*, *n' p*, etc.; sobre *m' s*, *n' p*, etc. se lleva la dimension á la *linea* ó sea el ancho que debe tener el sólido, y se traza con la lienza la linea *d k* sirviendo de comprobacion los puntos *s*, *p* antes obtenidos.

Para marcar la interseccion de la cara plana vertical, cuya labra queremos obtener, con la cara horizontal inferior del madero pueden seguirse dos procedimientos.

El menos exacto consiste (Fig. 85) en pasear á lo largo de la recta *A B* un liston *f g* en el estremo del cual se suspende una plomada teniendo cuidado que dicho liston sea proximamente horizontal y su eje perpendicular á *A B*; luego se traslada con un compás la distancia constante *f g* à la cara inferior teniendo una de sus puntas apoyada en el vértice del plomo de la plomada; los puntos que

vaya determinando la otra punta en el madero nos darán la recta A' B' que con la A B determina el plano.

El otro procedimiento, mas exacto que el anterior, se reduce á marcar sobre las cabezas por medio de plomadas los puntos A', B' ó mejor las verticales A' A, B B', invertir la pieza y trazar con la lienza, conforme hicimos con la recta A B, la A' B'; del mismo modo se traslada la otra recta paralela á A B ó convergente siempre que esta cara sea vertical tambien.

Trazadas por un lado las lineas A B, A' B' y por otro las correspondientes á la cara opuesta se procede al labrado de dichas caras empleando la sierra si se trata de aprovechar la madera de las lavaduras, ó el hacha cuando pueda ó se quiera, llamándose entónces *desguazar* el madero ó hacerle astillas; asi se continua hasta que se enrase próximamente, empleando luego la azuela para *aparar* ó señalar la superficie. Las azuelas, segun los paises, son de dos clases en unos de mango corto, y en otros, como en Galicia, de mango largo (Figs. 86 y 87)

Cuando se emplea el hacha para labrar la madera, se toman algunas precauciones para dirigir la operacion, las cuales se reducen á marcar algunas generatrices sobre esa cara apoyándose en las dos líneas ya trazadas en la cara superior del sólido; esas generatrices que dirigen la operacion constituyen el fondo de unas ranuras triangulares, p q (Fig. 85).

Labradas las dos caras opuestas, es facil obtener las otras dos marcando sobre las primeras sus intersecciones con el plano de las últimas cosa ya facil de hacer, pues se opera sobre planos á los cuales pueden aplicarse plantillas ó hacer sobre ellas el trazado con exactitud.

Cuando se quiere obtener resultados mas precisos se coloca la cara que se quiere labrar proximamente horizontal se toma una lienza y se aplica sobre una cara lateral marcando en ella la interseccion del plano que queremos labrar con dicha cara lateral, teniendo cuidado al trazar esta recta de hacerlo con las mismas precauciones en cuanto al desperdicio de madera que en el caso anterior.

Marcada la linea M N (fig. 88) es necesario tener otra situada en el plano que se quiere obtener. Para esto se practica en la cara superior y pasando por un punto cualquiera a de la recta M N una entalladura triangular cuyo fondo deberá ser, no solo una linea recta sino que será necesario tenga una direccion perpendicular al plano M N P Q. Para lo primero nos valdrémos de una regla que deberá confundirse con el fondo de dicha ranura en toda su longitud; conseguiremos lo segundo valiéndonos de la escuadra. Trazadas las rectas M N y a b el plano queda determinado por ellas obteniendo del mismo modo otras generatrices que se apoyen sobre las rectas ya trazadas sirviéndose de las ranuras trian gulares ó bien marcando otras que sean proximamente paralelas á a b ó al menos que no la encuentren; estas generatrices a b, c d etc, dirigen la operacion del labrado de la cara superior.

Para situar las diversas generatrices en un mismo plano se tienen varias reglas del mismo ancho, se aplica una de ellas de canto sobre la generatriz primeramente trazada a b que unida á M N define el plano, después sobre el fondo de la generatriz c d se aplica del mismo modo otra regla igual á la primera, se diri-

gen en seguida visuales por sus cantos altos, ó bien se aplica y hace resbalar otra sobre dos ó mas de ellas y se va modificando la posicion de las diversas generatrices que son rectas que tienen cada una un punto situado en el plano que se quiere labrar hasta que se hallen todas ellas situadas en dicho plano; obtenidas asi varias generatrices, se desguaza el madero con el hacha y se apara con la azuela; si se quisiera que el plano que labramos fuese horizontal emplearíamos niveles de aire colocándolos sobre los cantos de las reglas situadas en las ranuras horizontales y nos indicarían la verdadera posicion de dichas generatrices.

Labrada así una cara, se pueden obtener las laterales à escuadra con la primera, ó bien se labra la opuesta trasladando sobre ella dos líneas de la primera despues de haber invertido el madero; estas líneas se trasladan del mismo modo que hemos marcado en el primer procedimiento.

La diferencia del labrado de la pieza por los dos procedimientos puede decirse que estriba en el de la cara que sirve de base para obtener el resto del sólido; este último procedimiento es mas exacto y únicamente se emplea en piezas que exigen bastante precision en su labra.

79. Labra de las piezas de una vuelta; piezas cilíndricas. Las piezas curvas de una vuelta tienen dos caras planas y las otras dos pueden ser superficies cilindricas en cuyo caso reciben la denominacion especial de cilíndricas, como la roda, baos etc., ó bien no estar terminadas por dichas superficies como sucede con las cuadernas.

Consideremos en primer lugar el labrado de las piezas llamadas cilíndricas.

En toda pieza de esta clase se llama *distancia á la línea* ó ancho, la distancia que hay entre las caras planas opuestas y distancia *á la grua* ó grueso, la que existe entre las superficies curvas. Estas denominaciones se derivan del labrado de las piezas pues al trabajar las caras cilíndricas, se llama grua á la dimension en sentido del grueso; esta nomenclatura se aplica á todo por que las piezas incluso todas las rectas tienen ancho y grueso, llamandose, la 1.ª dimension á la línea y la 2.ª á la grua y lo mismo sucede con las piezas de doble vuelta.

En el codaste, se llama dimension á la grua la distancia entre las caras de babor y estribor al revés de lo que sucede con la quilla en la que la distancia entre dichas caras recibe el nombre de ancho á la línea.

Cuando se quiere trabajar una pieza de una sola vuelta y cilíndrica, se labran primero las caras planas por uno de los procedimientos anteriores y como para obtener las superficies curvas necesitamos en primer lugar definirlas por generatrices y directrices, como hemos hecho con el plano en el labrado anterior, se toman como directrices las intersecciones de las superficies cilíndricas de las piezas que labramos con las caras planas de las mismas; estas directrices se marcan por medio de gálibos deducidos del trazado en la sala y después se obtienen sobre las caras opuestas, haciendo uso de un solo gálibo para las dos; despues se marcan en estas directrices varios puntos y se hacen varias entalladuras cuyos fondos sean rectos y sus estremos estén en los puntos que se correspondan sobre las caras planas; los fondos de estas ranuras serán generatrices de la superficie cilíndrica.

Las superficies de que nos ocupamos se labran generalmente de otra manera considerándolas como 'regladas, no empleando mas que una sola directriz y la escuadra puesto que siempre dichas superficies son perpendiculares á las caras opuestas.

De uno ú otro modo se empieza por labrar la superficie interior y luego, para la esterior, se llevan sobre diferentes líneas paralelas trazadas en las caras planas opuestas, á partir de la directriz interior, la distancia constante entre dichas caras, si son paralelas, ó las distancias variables correspondientes á los diferentes puntos de la directriz tomadas del trazado en la sala de gálibos. Para tener mas á la vista estas dimensiones se tendrà cuidado de anotarlas sobre los gálibos de la directriz en los puntos que en ella se marcan. Obtenidos varios puntos de la curva esterior se unen con un junquillo y se tienen así las directrices de esta nueva superficie cilíndrica que auxiliadas de la escuadra nos darán la labra definitiva.

80. Labra de las piezas de una vuelta no cilíndricas; cuadernas rectas. Cuando las superficies no son cilíndricas, como sucede con las caras esteriores de las cuadernas rectas, hay que apelar á otro procedimiento. La superficie interior de dichas cuadernas es cilíndrica y se labra como ya hemos dicho, pero para el labrado de la esterior se sustituye una superficie reglada á la superficie curva que la constituye. Para hacer esta sustitucion basta cortar dicha superficie por planos paralelos entre sí y tomar las cuerdas de los arcos que resulten como generatrices de las superficies que vamos à labrar; el procedimiento que se sigue consiste en marcar las dos directrices sobre las caras planas y los puntos en que se correspondan las generatrices, que quedan así fijas por sus estremos y definen con bastante exactitud la superficie; tambien puede trazarse una sola directriz y transportar con escantillones los ángulos que las generatrices deben formar con rectas trazadas en las caras planas que pasan por los puntos de la directriz donde van á concurrir dichas generatrices.

Para mayor claridad vamos à fijarnos en la labra de un trozo $rqr'q's gs'q'$ de cuaderna recta. Sean A, B, C (Fig. 89) las intersecciones de los planos horizontales de las líneas de agua con la cuaderna; la superficie curva esterior que da definida por las directrices rs, qg, trazadas sobre las caras planas laterales y por las generatrices planas mon, $m'o'n'$ etc. secciones de la superficie fuera de miembros del buque por los planos de las diversas líneas de agua A, B, C, etc. Esta superficie curva perfectamente definida podria labrarse con cerchas como se obtienen en el corte de piedras las superficies de este género, pero aquí lo que se hace, vista la poca dimension de la pieza en el sentido de r á q ó sea el ancho y el poco valor de la sagita de los arcos mon etc., es sustituir la superficie en cuestion por la alabeada que tiene por directrices las aristas rs, qg, y por generatrices las cuerdas $mn, m'n'$ etc. Esta superficie que difiere poco de la verdadera puede labrarse, como ya digimos, marcando las dos directrices rs, qg sobre las dos caras planas y los puntos mn, $m'n'$ etc. correspondientes à las diversas generatrices, trazar luego las ranuras triangulares cuyo fondo constituye la generatriz en cuestion, desguazar y aparar la pieza, pero es mas sencillo, como tambien hemos indicado antes, no trazar mas que la directriz si-

tuada sobre una de las caras laterales. En el trazado de la cuaderna *a b c d* (Fig. 90) se elige para tomar el gàlibo la curva *ad* en lugar de la *bc* à causa de ser obtusos los ángulos formados por las cuerdas *a b, ef, gh* con dicha cara *d a,* se saca el gàlibo de la directriz *r y a* (Fig. 91) y sobre ese mismo gàlibo se marcan las rectas intersecciones de los diversos planos de las líneas de agua con la cara de la cuaderna que nos ha servido para obtener el gálibo anterior y que son las líneas *a a', y y', r r'*. Hecho esto, con *falsas reglas* en forma de cuchillo llamadas tambien *cartabones* (Fig. 92) se toman los àngulos *b a c, f e d, g h d* y marcandolos sobre una regla de escantillones se traslada (Fig. 89) à su verdadera posicion *n m t*, *n' m' t'* etc. por medio de la misma falsa regla; luego se labran las ranuras triangulares, hasta que su fondo forme con las rectas *m t, m' t'* etc. los àngulos que nos da la regla de escantillones y de este modo los fondos de las ranuras nos darán las generatrices *m n, m' n'* etc. de la superficie alabeada; luego se desguaza y se apara.

Hemos dicho antes que convenia mas tomar con los cartabones los ángulos obtusos llamados tambien *crecidos* que los ángulos agudos ó *abatidos* el cual se comprende observando que si se trata de labrar una generatriz *mn* será mucho mas conveniente abrazar de un solo golpe de vista las dos caras que se trabajan que no ver mas que una como sucederia si se tomaran los ángulos abatidos.

Los gálibos se recortan en tablas de pino de tres centimetros de espesor, empleando una sola tabla si es pequeño, pero cuando es grande se ensamblan varias de ellas á media madera teniendo cuidado de hacer el sistema invariable con listones, es decir, triangulàndole.

81. Traslacion de las curvas de la sala a los galibos. Trazada una curva *MsN* en la sala (Fig. 93), para trasladarla á una tabla *RSTQ* y poder recortar luego el gálibo se atraca dicha tabla á la curva lo mas posible y con la pieza de madera representada en la (Fig. 94) se lleva la distancia *st* que media entre el punto mas bajo de la curva y la recta *QS* sobre las diferentes perpendiculares *a, b, c* levantadas á *QS*, se recorta la tabla siguiendo los puntos de la curva *a b t c*, despues se aplica contra la curva *MsN* para rectificar y comprobar, cepillando finalmente el canto.

82. Labra de las piezas de dos vueltas. Las piezas de doble vuelta ó sean aquellas cuyo eje es una línea de doble curvatura, son las mas dificiles de labrar; si las cuatro superficies que constituyen sus caras son cilíndricas, como sucede con el yugo principal, se considera un plano tangente á una de las superficies cilíndricas en el punto mas conveniente para desperdiciar menos madera y tomado este plano como cara superior, se suponen prolongadas las superficies cilindricas laterales hasta que le encuentren determinando al mismo tiempo las intersecciones de dichas superficies con el plano tangente. Labrada una cara plana, se aplican sobre ella las plantillas correspondientes á las intersecciones halladas, se labran las superficies cilíndricas que tienen á dichas intersecciones por directrices y luego se marcan sobre cada una de las generatrices, á partir del plano en cuestion, las distancias en que dicha generatriz es cortada por las correspondientes de las superficies cilíndricas que constituyen las caras superior é inferior del sólido

que queremos labrar; conocidos asì dos puntos, y por consiguiente cada una de las generatrices de las otras dos superficies cilíndricas la labra ya no presenta dificultad.

Este método es seguro y exacto pero tiene el inconveniente de que se desperdicia mucha madera exigiendo además labrar un plano y dos porciones de superficies cilíndricas auxiliares lo cual es innecesario.

Si la pieza no tiene sus caras cilíndricas se aplica el mismo procedimiento. Considerando el plano dicho anteriormente con las mismas condiciones, se sustituyen à las superficies curvas laterales superficies alabéadas engendradas por las generatrices rectas que son las cuerdas de los arcos, se conciben prolongadas dichas cuerdas ó generatrices, se halla la interseccion de dichas superficies prolongadas con el plano labrado y se sacan las plantillas de esas curvas intersecciones. Con los gàlibos de estas y la regla de escantillones para los àngulos formados por las cuerdas ó generatrices de estas superficies con las rectas marcadas sobre el gálibo y que son las intersecciones de los diferentes planos, que nos han servido para determinar las cuerdas, con el plano auxiliar se procede à la labra de la pieza como en el caso de una cuaderna pues todas las generatrices quedan fijadas en su posicion; despues sobre cada una de estas cuerdas generatrices se van marcando los puntos que corresponden á las intersecciones de las otras superficies con las ya labradas y se van obteniendo dos puntos de cada generatriz procediendo inmediatamente al labrado de la superficie que determinan. Si las cuerdas son considerables entonces difieren mucho de los arcos y al prolongarlas se comete un error por cuya razon en el labrado de dichas piezas en lugar de considerar un plano que pase por el punto mas alto ó mas bajo se considera uno intermedio como veremos mas adelante. Tambien se comete otro error que consiste en tomar por escantillones los àngulos formados por las tangentes á las generatrices curvas en lugar de tomar los formados por las cuerdas de estas mismas generatrices y como en la labra hacemos uso de estos ángulos que no son los verdaderos queda alterada su forma. Por todas estas razones se ha apelado á otro procedimiento que se reduce á considerar al plano auxiliar pasando por el medio del sólido que queremos labrar; en este caso se halla la interseccion de este plano con las superficies curvas laterales, se proyecta esta interseccion sobre el plano superior tomado antes como auxiliar, despues por medio de escantillones se obtiene la curva interseccion de la superficie lateral con el plano superior y las generatrices que concurren en algunos puntos de dicha curva con lo cual se labra la pieza.

Para aclarar los razonamientos anteriores tratemos de labrar la pieza (Fig. 95): sea $ABCD$ el plano auxiliar en el interior del solido, $A'B'C'D'$ el plano superior que es el que se tomaba en el método anterior y nos servia para el labrado, $abcde$ la curva interseccion del plano $ABCD$ con la superficie curva que se quiere labrar, $a'b'c'd'e'$ la proyeccion de esta misma interseccion sobre la cara superior y $a'am$, $b'bn$..... los ángulos formados por las generatrices rectilineas, que sustituimos á las curvas de la cara, con las líneas proyectantes de los puntos a, b, e, d y e;

Sobre una cara plana $A'B'C'D'$ labrada se traza con un gálibo la curva $a'b'c'd'e'$, despues se trazan las rectas $a'm$, $b'n$.... indefinidas y se toman sobre

ellas las distancias $a'm, bn'$...., que luego dirémos como se determinan, se unen todos los puntos y se tiene la curva $mnopq$ interseccion de la superficie lateral que vamos à labrar con la cara plana superior; con esta línea y los ángulos $a'am$, $b'bn, c'cp$.... ya será fácil labrar la superficie en cuestion haciendo entalladuras cuyos fondos sean las generatrices rectilíneas $m'am, nbn', p'cp'$.... etc.

Para determinar las distancias $a'm, b'n$... basta trazar sobre una tabla los ángulos $a'am$, $b'bn$, $p'cp$... en la disposicion que indica la analogia de las letras en la (Fig. 96) despues á una distancia aa' igual à la comprendida entre los planos $ABCD$ y $A'B'C'D'$ se traza la recta $a'o$ paralela á ac y las rectas $a'm, b'n, c'p$ serán las distancias buscadas.

El método que acabamos de indicar para el labrado de las piezas de dos vueltas es de mucho trabajo pero presenta exactitud suficiente para lo que hace falta en la práctica.

LECCION 12.ª

83. De la quilla. La quilla por sus dimensiones no puede formarse de una sola pieza y se compone de varias que unidas por medio de entalladuras llamadas *escarpes* ó *empalmes* y consolidadas con pernos de cobre remachados ó sugetos por medio de tuercas ó chavetas forman un todo compacto qne ofrece una seguridad suflciente aunque menor que la que tendria si fuese de una sola pieza.

Ya que la quilla, como todas las piezas que se emplean en la construccion, no puede por su naturaleza ser de una sola pieza debe procurarse al menos que conste del menor número posible de ellas dando á cada una, de 10,^{m} á 12,^{m} de longitud. El empalme ó escarpe mas sencillo que podria emplearse en el caso que nos ocupa es el que nos representa la (Fig. 97); sin embargo tendria el inconveniente de veti-cortar la madera disminuyéndose su resistencia en los ángulos agudos que saltarian con facilidad.

Para evitar los ángulos agudos a y b del anterior procedimiento se ha propuesto el representado en la (Fig. 98) en el que las distancias ab y cd son iguales al tercio del peralto de la pieza y la eb igual á tres ó cinco veces dicho peralto Tambien puede determinarse la direccion de la ad tirando las verticales estremas por los puntos b y c dividiendo las bf y ce en cuatro partes iguales y uniendo las divisiones *1* y *3*,

El empalme anterior no evita el que una pieza estando fija, gire la otra al rededor de un eje vertical asi es que por esta razon se ha propuesto el empalme que indica la (Fig, 99).

Cuando se quiere una gran solidez aun á costa de un esceso de trabajo se emplea el escarpe (Fig. 100) que se conoce con el nombre de *rayo de Júpiter*, en el cual en lugar de hacer los lados ab, cd, ef normales á ac y df se hacen verticales por la costumbre adquirida en los arsenales, aunque es mas conveniente bajo el punto de vista de la resistencia hacerlos del primer modo.

El empalme de rayo de Júpiter tiene el inconveniente de que un defecto en su labra no se enmienda con la sencillez que los anteriores. Con objeto de hacer mas sólida la union en el empalme se le introduce una cuña a (Fig. 101)

en una escopladura practicada al efecto la cual no se coloca hasta que el buque vaya á botarse al agua ó á lo menos cuando las maderas estén suficientemente secas que es cuando ofrecen mayor resistencia.

La (Fig. 102) representa otro sistema frecuentemente empleado que no es mas que el empalme (Fig. 98), en el cual se han introducido unos dados a, b, c; de roble ó de madera muy dura, mitad en cada pieza. Este último empalme es el que presenta mas resistencia y con él se disminuye el quebranto del buque.

La direccion de los empalmes no es arbitraria, sino que las piezas de popa deben cubrir siempre á las de proa, porque como al varar un buque lo que toca primero al fondo es la parte de popa, el esfuerzo ocasionado por esta causa se trasmite de popa á proa y si las piezas de popa estuviesen recubiertas por las de proa únicamente los pernos se opondrian á la desunion mientras que en el caso que nos ocupa se opone tambien la parte del escarpe situado bajo el de las piezas de popa.

Estando el escarpe dirigido como acabamos de decir, si la quilla sufre un fuerte choque hácia la parte de proa, la primera pieza de la misma puede ser arrancada del todo sin que resulte averia sensible en la pieza siguiente mientras que si el escarpe estuviese dirigido en sentido contrario, al desprenderse la primera pieza por lo menos se romperia la segunda, si es que no se desprendia tambien del todo, ocasionando averías mas ó menos considerables en la pieza siguiente.

La quilla está siempre protegida en su parte inferior por una pieza adicional llamada *falsa quilla* ó *zapata*, destinada á soportar el efecto de los choques en las varaduras que se traducen por averias sin consecuencia, cuando solo afectan á piezas de poco valor como la falsa quilla, pero mucho mas consederables si atacasen á la quilla misma. El espesor de la falsa quilla es generalmente el mismo que el de los tablones del forro; esta pieza está fija solamente por clavos de cobre y lejos de asegurar su union con la quilla, se procura no darle sino una pequeña adherencia con esta á fin de que ceda á los choques esteriores y se desprenda fácilmente sin arrastrar consigo la quilla á quien proteje. La falsa quilla no se coloca sino terminada del todo la construccion y á veces despues de la botadura.

Los ingleses efectúan el empalme de las piezas de la quilla lo mismo que nosotros, pero invirtiendo los planos de proyeccion (Fig. 103) es decir haciendo que los planos de union ó empalme sean verticales; este sistema se opone mejor que el nuestro al quebranto del buque y es mas lógico, pero en cambio dificulta la consolidacion sobre la quilla de las demás piezas, como el dormido, cuadernas etc., porque aquí los pernos del empalme siendo horizontales no pueden servir, como sucede en el escarpe que nosotros empleamos, para sugetar tambien las piezas superiores.

Los empalmes que enlazan las diferentes piezas de la quilla deben estar lo mas lejos posible del sitio donde van á apoyarse los palos del buque; algunos dan tanta importancia á esto, que modifican el despiezo de la quilla en la pieza de apoyo de dichos palos.

84. Labra y empernado de la quilla. Trazada la quilla en sus tres proyecciones se procede à la distribucion definitiva de las piezas que la han de componer, teniendo en cuenta las dimensiones de la madera de que podemos disponer, la longitud de los empalmes, la distribucion de los palos, y la madera que se desperdicia al labrar un empalme: hecho esto se pasa á labrar las piezas.

Las piezas de la quilla como no tienen vuelta son muy fáciles de labrar: primero se labran á la linea dos caras planas y luego las otras dos, empleando el primero de los procedimientos que indicamos (78) para esta clase de piezas.

Labradas dichas piezas, se traza sobre una cara lateral el escarpe que se quiere ejecutar, se refiere á la cara opuesta por medio de plomadas y con una sierra de mano se quita la madera sobrante, aparando luego con la azuela.

Como las piezas de madera presentan un estremo mas resistente que el otro ó sea el pié mas resistente que la cabeza que es la parte que en la posicion primitiva del árbol distaba mas de las raices, es conveniente por la misma razon y por que los escarpes de popa deben recubrir à los de proa, labrar las piezas de modo que el pié vaya á popa.

Labradas las piezas y sus escarpes se van colocando sobre calzos de madera en la posicion relativa que han de ocupar en el buque, se aseguran las dos que constituyen el escarpe que queremos comprobar con una *reata* ó cuerda dándole dos ó tres vueltas y liandolas por el centro del escarpe despues se aprieta la reata con un nudo marinero y se le introducen dos cuñas á golpe de mandarria, una en la cara superior y otra en la inferior de la quilla en su posicion definitiva. La (Fig. 104) representa la quilla en la posicion definitiva en que se efectúa la comprobacion. Con una regla y plomada podrémos luego asegurarnos del exacto labrado de los escarpes, y rectificar si estàn mal, y si no se hacen los tres barrenos correspondientes á los pernos que las han de unir. Hechos estos barrenos se separan las piezas de la quilla y numeradas se conservan hasta que se proceda à armarla definitivamente para sentarla.

Cualesquiera que sean los escarpes empleados se usan tres pernos de cobre que entran de abajo arriba para la sujecion y consolidacion del escarpe; estos pernos se remachan por la parte superior como hacemos nosotros, ó bien se aterraja su parte superior para poder colocar tuercas que permiten apretar las piezas que se hubiesen aflojado si varase el buque. Además de estos pernos para completar la union de los escarpes se emplean tambien cuatro pequeños clavos cuya longitud es doble que la de la pieza que se quiere sugetar mas dos centímetros, regla general para todos los pernos que se usan en los astilleros.

Las piezas de la quilla se hacen de roble y algunas veces tambien de àlamo blanco y los pernos, que son cuadrados, de cobre rojo.

85. Necesidad de modificar el alefriz de la quilla; aparadura reforzada. Sabemos que el alefriz de la quilla es la entalladura triangular que se practica á lo largo de dicha pieza para alojar los tablones que apoyandose sobre la superficie esterior de las cuadernas constituyen los forros del buque. El alefriz en la cuaderna maestra de los buques antiguos tenia por seccion recta un trian-

gulo equilátero cuya base *a c* (Fig 105) era igual al espesor de forro que se conservaba el mismo en todos los puntos del buque; en este siglo se empezó á pensar que no era lógico dar á todo el forro un espesor constante cuando eran muy variables los esfuerzos à que se hallaba sometido eu los diversos puntos por lo cual se procedió á reforzarlo en las inmediaciones de la quilla y fiotacion dando à las demás *tracas* ó filas de tablones intermedios un espesor menor.

Para conocer el procedimiento empleado en el refuerzo de los tablones inmediatos á la quilla ó *aparaduras*, supongamos (Fig. 105) que sea *a M* la cuaderna maestra y que queremos reforzar las tracas x, x', x'', y x'''. Si trazamos por el punto *o* una seccion horizontal ó linea de agua *o n*, tomamos sobre la vertical *c a'* la magnitud *a a'* igual à diez ó doce centimetros y unimos el punto *a'* con los *o* y *b*, tendrémos que la linea *a' o* representará la superficie fuera de miembros de la cuaderna cuyas aparaduras quedarán reforzadas en la cantidad *a' b a o*. Lo mismo que acabamos de decir para la cuaderna maestra podria aplicarse á las demás.

Las ventajas que resultan del refuerzo de las aparaduras no solo afectan á la solidez del buque sino que ademas introducen una economia en la construccion puesto que quedando la parte curva de la cuaderna. en el trozo inmediafo á la quilla, sustituida por una recta, hace mas fácil encontrar piezas de esta clase que siempre son de las mas caras por la gran escasez que hay de ellas.

En el arsenal de Lorient se sigue otro procedimiento el cual se reduce (Fig. 106) á lo siguiente; determinado el punto *a'* como anteriormente y haciendo pasar por él la horizontal *a' m* se traza la recta *m n* normal al mayor número de cuadernas ó sea una vagra plana, se unen los puntos *o*, *o'* etc, situados sobre las diferentes cuadernas con *a'* obteniendo asi la aparadura reforzada y haciendo luego la distribucion de tracas en el intervalo reforzado *c m*.

En ambos procedimientos se puede sujetar y hacer invariable por medio de pernos la última traca de cada lado de la quilla adquiriendo asi el conjunto mucha solidez.

86. Variacion del alefriz dependiente de la oblicuidad de las cuadernas. En cuanto hemos dicho solo nos ocupamos de la reforma que la construccion moderna ha introducido en la seccion transversal del alefriz sobre la cuaderna maestra, pero independientemente de esta transformacion y, ya se emplee el antiguo alefriz de triangulo equilátero ó ya el moderno escaleno, esperimenta dicho alefriz otra que depende del ángulo mas ó menos agudo segun el cual las cuadernas de trazado le encuentran, es decir, segun su terminacion.

En esta modificacion el, canto bajo y el fondo del alefriz permanecen los mismos variando solamente el canto alto el cual para cada cuaderna *A, B, C* etc. se determina (Fig, 107) buscando los puntos interseccion de cada cuaderna con un plano vertical *V V'* prolongacion de la cara lateral de la quilla. En los planos no se dà mas que el canto bajo y el fondo del alefriz asi es que las alturas del canto alto sobre la cara inferior de la quilla se deducen de la proyeccion transversal del plano de trazado. Llevando estas alturas al plano diametral se tiene que la cara superior de la quilla no será un plano sinó una superficie cilindrica de generatrices horizontales sobre todo en las inmediaciones de proa y popa que es don-

de el alefriz esperimenta una modificacion mas radical.

87 DORMIDO; UNION DE DICHA PIEZA CON LAS CUADERNAS. Por lo que acabamos de decir podrémos observar que en virtud de la modificacion del alefriz se necesita que la quilla tenga una gran escuadria á consecuencia del considerable peralto que presenta esta pieza en las estremidades del buque y como siempre no seria fácil encontrar maderas de estas dimensiones se recurre á hacerla de dos piezas; la inferior, que sale toda ella fuera del buque, despues de forrado, es un paralelepípedo que constituye la verdadera quilla, y la superior que sirve para el alefriz se llama *dormido*, aunque algunos dan solamente esta denominacion á la prolongacion de esta pieza en la proa y popa reservando el nombre de *suplemento de quilla* para la pieza que la recubre.

El dormido está destinado á recibir las cuadernas y formar los macizos de popa y proa que constituyen los finos del buque: su cara inferior *ab* es plana y se ensambla á la quilla (Fig. 108) y la superior *cdef* es una superficie cilíndrica cuya directriz es la curva lugar geométrico de los cantos altos de las diversas secciones transversales (86) del alefriz, siendo sus generatrices rectas perpendiculares al plano diametral. Antiguamente todas las cuadernas se ensamblaban con el dormido á *media madera* (Fig. 109) escepto las de proa y popa que se unian á *caja* y *espiga* (Fig. 110.)

Segun vemos, el objeto del dormido era recibir las cuadernas, para no debilitar la quilla y reforzarla formando los macizos del buque en popa y proa; hoy no se practica el ensamble de las cuadernas con el dormido por medio de ninguna entalladura sino que se sientan ó arbolan simplemente sobre su cara alta.(Fig. 108)

Las piezas del dormido en la disposicion antigua se ensamblaban á *tope* unas con otras en la parte central del buque y con escarpes idénticos á los de la quilla en los macizos; hoy se unen entre sí por medio de esos escarpes teniendo cuidado de efectuarlos de modo que los de popa vayan solapando á los de proa, y que sus juntas se alternen con las de la quilla á fin de aumentar la resistencia de esta pieza disminuida en parte por dichos escarpes.

88. LABRA DEL ALEFRIZ DE LA QUILLA. Labradas las diferentes piezas de la quilla, unidas y empernadas, se acuesta dicha pieza sobre una de sus caras laterales y se marcan sobre la otra los cantos bajo y alto del alefriz modificado. Hecho esto, se sacan gálibos (Fig. 111) de las diferentes secciones transversales del alefriz los cuales se aplican en las entalladuras que se van practicando por medio de la azuela y que sirven para guiar la labra de dicho alefriz. Lo mismo se hace en la otra cara, una vez labrada la primera.

89. RODA Y CONTRARODA. La roda en los buques de alto porte tiene à veces un desarrollo de 14^m á 16^m, lo que unido à sus demás dimensiones y á su forma especial hace que no haya piezas de las cuales pueda sacarse de un solo trozo, y aun cuando las hubiese no sería prudente emplearlas, puesto que el árbol del cual se estrageran siendo muy viejo pudiera tener alterada la madera, siendo asi que estas piezas tan importantes exigen ser de primera calidad. De modo que es necesario hacer la roda de varias piezas si bien por las funciones que esta parte de la construccion desempeña en la resistencia del

buque es muy conveniente que se componga del menor número posible; en los buques pequeños se hace de dos piezas, mientras que en los grandes consta de tres. En este caso la primera pieza de la parte superior se llâma *branque ó caperol*, la inferior que enlaza la roda con la quilla *pié de roda* y la intermedia *roda*.

Para consolidar la roda se coloca interiormente otra serie de piezas que constituyen la *contra roda* con la misma dimension á la linea que aquella, teniendo el ancho à la grua en la parte media próximamente igual al tercio del de la roda, y aumentando hàcia la parte inferior. El primer escarpe, el mas bajo del pié de roda, ó sea aquel que enlaza esta pieza con la quilla se hace de manera que la parte de popa solape la del pié de roda; pero el escarpe *mn* que une este pié con la pieza de roda se invierte como representa la (Fig. 108): una cosa análoga sucede con la contra roda que unas veces llega hasta la regala y otras no.

La cara mayor de los escarpes de la roda y contra-roda no es plana sino cilíndrica y tiene una curvatura y direccion intermedia, si asi puede decirse, entre las que afectan las caras interiores y esteriores de las piezas que se empalman.

Estas caras en la roda, unas veces son paralelas y otras, que es lo mas general, la dimension á la grua de estas piezas va disminuyendo desde el pié hasta la regala.

Hemos dicho que los escarpes deben cambiar de direccion en la roda, porque en primer lugar dicha parte de la construccion puede estar sometida á fuerzas F que desunirian el empalme $m'n'$ con mucha mas facilidad que el mn, pues en el primero únicamente son los pernos los que se oponen al efecto ó separacion anterior, mientras que en él segundo se opone tambien el solapado de la pieza inferior; además el esfuerzo F', trasmitido por unas piezas de la quilla á otras, se resiste tambien mejor con la disposicion ab que con la $a'b'$ y lo mismo sucede en la contra-roda. Los escarpes de la roda y contra-roda tambien deben cruzarse como indica la (Fig. 112.)

El branque, lo mismo que la roda, ni por sus dimensiones ni por su forma merece una mencion especial pues es pieza de una sola vuelta con superficies cilìndricas fàciles de labrar.

El pié de roda es una de las piezas mas importantes del buque, enlaza la quilla con la roda y trasmite de una à otra pieza los esfuerzos que cada una recibe, debiendo ser por esto de una longitud suficiente para que pueda sujetar bien tanto à la una como à la otra; debe tener una parte recta y otra de una curvatura bastante pronunciada pues aun cuando en los buques que hoy se construyen se trata de disminuir en lo posible, en los que tienen alguna importancia, se presentan algunas dificultades al querer encontrar piezas á propósito.

Lo conveniente sería disponer el pié de roda como acabamos de decir pero en la imposibilidad de encontrar piezas de las dimensiones y forma necesarias, se ha disminuido en primer lugar la curvatura de esta pieza del buque y en segundo lugar se ha apelado à otras disposiciones de uso comun en el comercio.

La primera disposicion que se adoptó fué la de la (Fig. 113) en la que se verifica el ensamble de la roda con la quilla á caja y espiga, empleando auxiliares de cobre con pernos pasantes del mismo metal para consolidar la union; à pesar de esto presenta este sistema poca resistencia á un esfuerzo ó choque en el sentido de la flecha *F*, por lo cual no es muy conveniente. Otro mejor que el que acabamos de citar es el representado en la (Fig. 114) que solo se diferencia del anterior en que la última pieza de la quilla en la que se hace el ensamble, afecta algo de la curvatura de la roda, lo cual aumenta la resistencia en la direccion que antes hemos visto, pues el ensamble anterior no ofrecia bastante seguridad: este sistema es bastante bueno.

El preferible, sin embargo, es el representado en la (Fig. 115) que no es sinó una modificacion del anterior pues en lugar de verificar el ensamble á caja y espiga se hace de manera que lo espiga *a b c d e* corra de una cara á otra de la roda, es decir, se hace una especie de lengueta.

En cuanto á las piezas de la contrarroda nos encontrarémos con la misma dificultad que en las de la roda; si esta estuviese bien formada sería tambien conveniente que la contrarroda estuviese con una buena distribucion de piezas, pero por razon de economia podrémos simplemente macizar esta parte puesto que la roda se hace siempre de la mejor manera posible.

Cuando la roda no estuviese muy bien compuesta debe hacerse de modo que la pieza *a* de la contrarroda se adapte perfectamente à ella mientras que si ofrece seguridad suficiente puede macizarse el intérvalo *b*.

90. Armadura de la roda y contraroda. Labradas las piezas de la roda y contrarroda con sus escarpes, se procede á su armadura colocándo la primera sobre unos calzos dispuestos en una superficie proximamente horizontal. Despues de rectificada la contrarroda y las piezas que lo necesiten, se aseguran con trincasde reata y se coloca en cada escarpe un perno provisional (Fig. 116), que tiene una de sus cabezas sin remachar y sujeta solo por una chaveta *a* ó pasador quedando asi armadas la roda y contrarroda en la disposicion que ambas partes han de tener luego en el buque; despues se desarman las piezas para guardarlas ó se arman definitivamente.

Hecha, como hemos visto, la labra de la quilla, dormido, roda y contrarroda, vamos á ocuparnos de las cuadernas que con las piezas citadas y algunas otras constituyen el esqueleto del buque.

LECCION 13.ª

91. Diferentes modos de hacer las cuadernas. Las cuadernas pueden ser á la española ó á la inglesa, componiéndose las primeras de dos partes (1) unidas invariablemente en toda su estension y á las que se llaman *cuerpos*.

Las cuadernas á la inglesa se componen tambien de dos cuerpos que si bien están unidos invariablemente uno á otro, no tienen sus caras en contacto como las anteriormente descritas, sino que se deja entre ellas un cierto intérvalo ó clara menor que la distancia que separa á dos cuadernas consecutivas.

Esto, que equivale á quitar el rectángulo *mnpq* (Fig. 117) de una cuaderna á la española à todo lo largo de ella, tiene por objeto economizar madera y aligerar el peso de la construccion.

Los cuerpos de las cuadernas se sugetan entre sí por medio de pernos que atraviesan dados de madera, como se vé en la (Fig. 117), y cuando son á la inglesa se coloca un taco intermedio que sirve no solo para resguardar el perno de la accion del agua (Fig. 118) sino que tambien contribuye á tener los dos cuerpos de la cuaderna à la distancia conveniente y á enlazarlos entre sí.

La parte inferior de las cuadernas à la inglesa se refuerza (Fig. 119) hasta el punto *b* en que la tangente *r b* encuentra á la superficie del buque por temor de que si en una varadura se acuesta sobre una de sus bandas no reciba un daño mayor; antes se hacian las cuadernas á la española hasta por encima del punto *b* y despues á la inglesa; pero como para obtener las piezas *rqtcsa* (Fig. 120) se desperdiciaba una porcion *qtcd* de madera, se reemplazó la disposicion anterior por la representada en la (Fig. 121) en la que no se desperdicia madera alguna pues se hace á la inglesa desde la quilla hasta la regala y se maciza con las piezas *A* y *B* desde la quilla hasta los puntos *b* determinados como antes hemos dicho.

Existe además otra diferencia entre las cuadernas de ambos sistemas; la dimension à la línea de las cuadernas es constante en las españolas y disminuye de una ligazon á otra en las inglesas.

De todos modos es conveniente, sobre todo en buques de combate, que la mayor distancia entre las caras de las cuadernas no deje pasar un proyectil su-

perior á los de 13 centimetros, con lo cual la distancia entre las caras no debe esceder de 11 à 12 centimetros. En los buques pequeños de trasporte, goletas, etc. se dejan claras de 28 à 30 centimetros y se combinan las cuadernas á la española y à la inglesa segun la solidez que se quiera obtener.

Se llama *cuerpo principal ó primero* de una cuaderna el mas inmediato á la maestra, *cara de encoramento* á la que une los dos cuerpos la cual coincide con la cuaderna de trazado que hemos considerado hasta ahora y *segundo cuerpo* el que está en contacto con el primero; la labra de este se hace con mas esmero que la del segundo puesto que para ella hacemos uso de escantillones crecidos, mientras que en la segunda los tenemos abatidos por lo cual se efectua sobre el primer cuerpo como guia.

Puesto que las cuadernas que se labran con mas exactitud son las principales, unicamente nos ocuparémos de estas y no de las de enchimiento ó de armar que se obtienen aproximadamente.

92 Necesidad de hacer las cuadernas de varias piezas. Las cuadernas como la quilla, roda, etc. por sus dimensiones y forma no pueden hacerse de una sola pieza, siendo peligroso hacerlas enterizas aun en el caso de tener piezas apropósito por las razones expuestas al tratar de la quilla y roda, de modo que cada cuerpo de cuaderna se compone de varias piezas unidas á tope y cuyas juntas deben cruzarse con las del otro cuerpo para dar mayor resistencia al conjunto.

Al formar el primer cuerpo se coloca primero sobre la quilla la *varenga* que es una pieza cuyas cabezas ó topes están simétricamente colocados respecto à la quilla, siguiendo inmediatamente à continuacion de la varenga la *primera ligazon de babor* y de *estribor* segun la banda que sea; sobre estas piezas se colocan otras llamadas *terceras ligazones* de babor y estribor é inmediatamente las *quintas ligazones* ó de *reves* llamadas tambien *barraganetes*.

Puesto que el segundo cuerpo de las cuadernas debe tener sus juntas cruzadas con las del primero, formarán dicho segundo cuerpo dos piezas, cuya junta coincidirá con el plano diametral, llamadas *genoles* de babor ó estribor, sobre las cuales irán las ligazones 2.ª 4.ª y 6.ª de estribor ó babor, es decir, las de número par. La (Fig. 122) representa el despiezo de los dos cuerpos de una cuaderna.

Se llama *pié* de una ligazon cualquiera la parte mas inmediata á la quilla y *cabeza* la mas distante.

Los ingleses solian emplear algunas veces para las ligazones la union llamada *por choque*, que es la representada en la (Fig. 123) en la cual *b* es un trozo de madera mas dura que la de la cuaderna y que se llama *choque*; en la actualidad se unen las ligazones simplemente á tope estando toda la resistencia confiada à la union de los dos cuerpos entre si la cual se efectúa por medio de pernos de cobre que atraviesan, como ya digimos, unos dados de madera; estos pernos (Fig. 124) son cuadrados y se llaman *encoramentos*, lo mismo que los empleados en la quilla, roda, etc. llevando cada ligazon de 6 à 9 pernos.

Las varengas tienen generalmente sus ramas desiguales; esto, como se comprende fácilmente, es indiferente pues lo esencial es que las uuniones estén bien cruzadas, por lo demás la simetria de las piezas no tiene influencia alguna

en la solidez de la construccion.

La pieza principal de las cuadernas es la varenga; generalmente no abundan maderas apropósito para esta clase de piezas por sus dimensiones y curvatura por lo cual una de las razones que tuvimos en cuenta para recomendar las aparaduras reforzadas se apoyaba en que con ellas se disminuia la parte curva y se facilitaba el encuentro de piezas que pudiesen servir para varengas.

Esta dificultad ha dado tambien lugar á que á veces las varengas se compongan de una falsa varenga y de dos especies de genoles (Fig. 125).

Los genoles adolecen tambien de los mismos inconvenientes para sacarlos enterizos.

Los franceses componen las cuadernas de otro modo; el primer cuerpo lo forman, como representa la (Fig. 126), de una varenga de ramas desiguales; sobre la larga se apoyan las ligazones impares y sobre la mas corta va un genol y las ligazones pares. El segundo cuerpo de la cuaderna está formado de una manera anàloga: la rama larga de la varenga cae detrás de la rama corta de la del primer cuerpo para alternar bien las juntas, de modo que los dos cuerpos de las cuadernas resultan simetricamente dispuestos, pudiendo decir que se dividen en dos ramas una de babor y otra de estribor, como nos indica la citada (Fig. 126).

93. Composicion de las cuadernas estremas. Conocida la composicion general de las cuadernas, ocupémonos de las últimas de popa y proa llamas *horquillas ó piques*.

Estas cuadernas tienen una forma de *V* y aunque algunas de ellas pudieran formarse de varengas de una sola pieza, como por efecto del crecimiento de los vegetales existe en la horquilla ó union de dos ramas albura o sámago que quita uniformidad y cohesion à la madera, se hacen generalmente de dos piezas para el primer cuerpo como indica la (Fig. 127). El segundo cuerpo se compone de dos genoles que se apoyan sobre una parte *ab* formada por dos ó tres almohadas, las cuales se enlazan entre si y al primer cuerpo compuesto de dos varengas por medio de pernos y dados. La union de estas cuadernas con la quilla se hace tambien por medio de pernos que atraviesan las almohadas del segundo cuerpo.

94 Distribucion de la madera que constituye las cuadernas, roda, quilla etc. Para hacer en la sala la distribucion de las piezas que han de constituir las cuadernas, quilla, roda, etc., y poder efectuar el pedido al almacen, de modo que esa distribucion sea la mejor posible, desperdiciando poca madera y dando á cada pieza el destino mas apropiado à las calidades y forma que tiene, es indispensable tener un cuaderno donde se hallen las diferentes piezas que hay en el almacen conveniente clasificadas y descritas para que la distribucion pueda hacerse bajo la indinacion de la citada libreta, pues para el despiezo no solo debe atenderse à las condiciones especiales impuestas por la construccion, sinó que tambien á las dimensiones de las piezas qus nos ofrece el comercio; de esta manera se conseguirá armonizar todas las condiciones para que dicha construccion sea perfecta, es decir, para que tenga economia y solidez.

Cuanto acabamos de decir de las dimensiones puede aplicarse á la calidad

de la madera.

Se concibe que en algunos puntos en que la madera se halla sometida á grandes causas de destruccion, és preciso emplear madera de primera calidad mientras que el empleo de esta clase de material en puntos resguardados de los agentes destructores, implica una pérdida que se evita empleándolo de calidad inferior.

Asi en resúmen, al hacer la distribucion de piezas es menester tener presente toda la madera que poseemos y al elegirla en el almacen, hacerlo con arreglo á las funciones que debe desempeñar en el buque.

La distribucion de que nos ocupamos se hace en la maestra y en cada 5 ó 7 cuadernas de popa y proa, procurando siempre que las varengas y genoles tengan las mayores dimensiones posibles. Para las cuadernas rectas se eligen piezas cuyas dimensiones varian entre 3^m y $1^m,80$ ó $1^m,60$ tomando esta última dimension como limite inferior.

Se desprende de las funciones que desempeña una cuaderna, que debe estar compuesta del menor número de piezas que sea posible, pero esta condicion tiene un límite merced al elevado precio de las maderas de grandes dimensiones.

Tambien es conveniente que á lo largo de una vagra plana no caigan muchas juntas de los topes de las ligazones de las diversas cuadernas, sinó que debe procurarse que las uniones se alternen sobre estas líneas pues colocándose los tablones del forro esterior segun ellas, pudiera darse el caso de que estuviese encomendada á un solo tablon la union de varias ligazones de las cuadernas presentándose líneas de mínima resistencia que deben siempre evitarse.

Otra de las cosas que debe procurarse al hacer la distribucion de las piezas en las cuadernas es que ninguna junta de las ligazones caiga en el intérvalo en que se colocan las portas de cada bateria, pues conviene no disminuir la resistencia de esta zona del buque, ya debilitada por las portas. A esta circunstancia no se dá gran importancia en algunos arsenales aunque realmente la tiene.

95. Labra de las cuadernas rectas. En las cuadernas á la española no se labran aisladamente las piezas que constituyen los dos cuerpos para unirlas luego, sinó que se procede en primer lugar á labrar las diferentes piezas del primer cuerpo de la cuaderna, se arma una ligazon y se coloca sobre unos calzos de madera de modo que quede proximamente hsrizontal y sobre este cuerpo asi armado se van labrando y colocando las piezas del segundo, las cuales se unen finalmente con pernos provisionales ó definitivos.

Como todas las piezas que constituyen el primer cuerpo de una cuaderna recta son análogas, nos ocuparémos únicamente del labrado de una de las ligazones; estas sabemos que son piezas de una sola vuelta y por consiguiente tienen dos caras planas una de las cuales es la de encoramento de la cuaderna y otra paralela á ella. La forma que afecta la cara esterior es la del buque, es decir, es curva; pero sabemos que para la labra de estas piezas se considera como una superficie alabeada cuyas generatrices son tangentes á las diversas líneas

de agua en los puntos en que estas líneas son cortadas por las cuadernas de trazado ó sea por las caras de encoramento, como hemos dicho al ocuparnos de la labra de las piezas de una sola vuelta y cuya superficie era curva. En cuanto á la superficie interior se hace una sustitucion análoga.

Elegida la madera que nos ha de servir para una ligazon dada, se labra una cara plana por el procedimiento que hemos esplicado al tratar de la labra de caras planas, es decir, el mas esmerado, pues la vamos á destinar á cara de encoramento; despues se labra la otra cara plana que ha de ser paralela á la primera, tanto en las cuadernas españolas, en que la dimension á la línea es constante, como en las inglesas en que va disminuyendo desde la varenga hasta la regala, porque esta disminucion en vez de hacerla contínua se hace bruscamente en las diversas piezas, es decir, que la varenga tiene la dimension à la línea constante, y la primera ligazon tambien aunque menor, de modo que la única diferencia que hay entre las ligazones á la española y á la inglesa, consiste en que las primeras tienen todas la misma dimension á la línea, mientras que en las segundas, esta dimension varia en cada una de ellas; de todos modos, la labra de las piezas es idéntica en ambos casos, y solo en el último es preciso conocer la dimension á la línea de la ligazon que se va á labrar.

Labradas las dos caras planas de una ligazon, se coloca esta sobre calzos de manera que la cara de encoramento sea horizontal y quede en la parte superior. Obtenido el gàlibo de la curva interseccion de esta cara con la superficie fuera de miembros se aplica sobre dicha cara trazando asi no solo la curva en cuestion sino que tambien las rectas intersecciones de los planos de las vagras, líneas de agua etc., con el plano de encoramento.

Para obtener ahora la superficie esterior hay que marcar varias generatrices, fijar la posicion de estas y labrar el resto de la superficie como siempre se procede, es decir, por aproximacion ó á sentimiento.

Si para la labra se quiere hacer uso de las vagras, como los planos de estas son perpendiculares á las caras de encoramento de las cuadernas, bastará con una falsa-regla ó escantillon tomar el ángulo α formado (Fig. 128) por la cara de encoramento de la vagra, aplicar el mango del escantillon segun CD interseccion del plano de la vagra con la cara de encoramento y practicar la entalladura triangular hasta que la recta del fondo, hallàndose en un plano perpendicular á la cara de encoramento, forme con DC el ángulo α del escantillon.

Al abrirse el cartabon, sea cualquiera el ángulo que mida la arista de su hoja, siempre queda en un plano perpendicular á la cara plana del mango que se aplica sobre la cara de encoramento de modo que tomando el ángulo α con el escantillon y aplicado como hemos dicho, la recta CE queda fija y es una generatriz. En el caso que consideramos, hemos sustituido á la superficie esterior de la cuaderna una superficie alabeada cuyas generatrices están dadas por las tangentes á las vagras planas en los puntos en que estas encuentran el plano de encoramento de las cuadernas y como en buques de grandes dimensiones el ancho á la línea ó longitud de la generatriz es de $0^m,36$, el error que se comete al tomar la tangente á la vagra para el arco es pequeño ó mas bien

insensible por la pequeña curvatura de dichas vagras.

Lo que hemos dicho con respecto á las vagras, puede tambien hacerse estensivo á las líneas de agua y secciones longitudinales. En los altos del buque se labran las ligazones por medio de las vagras de doble curvatura que se consideran como líneas de agua en su proximidad á cada cuaderna procediendo con ellas como se hace con estas últimas líneas: los ángulos • dados en tablas de las que luego hablarémos, se llaman *escantillones segun las vagras, líneas de agua, secciones longitudinales etc.*

Marcadas varias generatrices de la superficie esterior y unidos los pies de estas en la cara opuesta por una curva contínua, podria ya labrarse la superficie interior: pero lo que generalmente se hace es valerse solo de una curva y de las generatrices obtenidas dejando siempre un poco de madera en esceso para que despues que se halle enramado el buque, se pueda arreglar bien la superficie fuera de miembros, aunque seria mejor corregirla antes definitivamente para no tenerla que aparar luego de arbolada.

Si la cuaderna que se trata de obtener está próxima á la maestra en que la cara esterior es sensiblemente cilíndrica, se labra por escantillones rectos, ó mejor se refiere por medio de plomadas la curva marcada sobre la cara de encoramento á la opuesta y se determina asi la superficie cilíndrica sin dificultad alguna.

Siendo muy larga la curva directriz necesaria para la labra de una cuaderna, se traza en varios gálibos de manera que cada uno de ellos tenga mayor longitud que la ligazon á que se destina á fin de poder recortarla luego y se marcan sobre ellos las uniones de las ligazones anotando el número de órden que esta representa; así se escribe, por ejemplo, *pié de la 1.ª ó 2.ª ligazon etc.*

Entre los diversos escantillones que pueden eligirse para labrar la superficie esterior de las cuadernas se dá la preferencia á los tomados segun las vagras planas por que son los que mas se aproximan à rectos: los de las lineas de agua generalmente son demasiado crecidos y los de las secciones longitudinales no sirven mas que para comprobar, de modo que en resúmen se emplean las vagras planas para los bajos del buque y las de doble curvatura para los altos.

Los topes de las ligazones son caras planas perpendiculares á las de encoramento; su labra no ofrece dificultad.

96. Labra de la superficie interior de las cuadernas rectas. Quédanos unicamente por labrar la cara interior de las cuadernas; para eso si en diferentes puntos correspondientes á las vagras, lìneas de agua, etc., conociésemos el espesor de los miembros, no tendríamos mas que trazar normales á la curva marcada anteriormente con el gàlibo, tomar sobre cada una de ellas el espesor correspondiente y unir los puntos asi determinados por una línea continua; en la cara opuesta hariamos lo mismo y labrariamos las generatrices que unen los puntos correspondientes obteniendo las demás aproximadamente.

La dimension á la grua en los diferentes puntos de una cuaderna no es constante sinó que va disminuyendo desde su seccion diametral hasta la rega-

la: el espesor de miembros se dá generalmente sobre cinco puntos de la maestra que son: en el punto interseccion de la cuaderna con el plano diametral, en la cabeza de las varengas, en el *fuerte* ó sea en el punto de mayor manga de la cuaderna, en la cubierta principal y en la regala. Para obtener el espesor de miembros correspondiente á un punto cualquiera de la cuaderna maestra se procede de la siguiente manera: desarrollada la cuaderna (Fig. 129) segun una recta sobre la cual se levantan perpendiculares en los puntos a_1, b_1, c_1, d_1, e_1, que corresponden á los a, b, c, d, e, antes citados; se toman sobre dichas perpendiculares magnitudes iguales á los espesores correspondientes á dichos puntos y uniendo los puntos a_2, b_2, c_2, d_2, e_2, tendrémos una curva continua cuyas ordenadas nos darán los espesores pertenecientes á todos los demás puntos de la cuaderna.

Conocida la dimension à la grua para todos los puntos de la cuaderna maestra, està establecida la costumbre en nuestros astilleros de dar á todas las cuadernas un espesor constante á lo largo de cada vagra, sea plana ó de doble curvatura, de modo que los espesores correspondientes á cada vagra obtenidos en la cuaderna maestra por el método anterior sirven para todas las demás. Esta costumbre deberia modificarse pues no solo la resistencia de las últimas cuadernas de popa y proa aumenta entonces inútilmente con respecto à la maestra, si esta tiene la suficiente, sino que tambien, aumentando al mismo tiempo el peso de la construccion en estos puntos que tienen poco desplazamiento por la forma especial del buque, resultaria este mas quebrantado.

Por esta razon en Francia se sigue otro camino para resolver el problema pues para determinar, por ejemplo, el espesor correspondiente al punto *a* (Fig. 130) de una cuaderna *E*, llevan la longitud *ca* desarrollada sobre la maestra de *c* á *b* y toman para el punto *a* el espesor de dicha maestra en *b*. Hemos dicho que las dimensiones á la grua en las cuadernas se tomaban sobre normales á la curva que nos ha servido para labrar la superficie esterior pero si se quiere proceder con rapidez se hace con una escuadra, como se vé en la (Fig. 131), una de cuyas ramas se aplica segun la tangente *AB* á la cara curva; sobre la otra rama se toma el espesor *ab* correspondiente al punto *a* y asi sucesivamente con lo cual se tiene la directriz de la superficie esterior.

97. Eleccion de la pieza capaz de dar una ligazon. Para conocer si la pieza *M* (Fig. 132) es capaz de dar la ligazon que nos proponemos labrar, se coloca, como indica la figura, sobre la cara superior una de las ramas del cartabon teniendo la otra abierta de manera que forme con la primera el ángulo mas crecido de la pieza. Por el punto *b* se tira la recta *ba* paralela á *A B* y si *abcd* tiene la seccion suficiente, entonces la pieza nos sirve para el objeto. Las ligazones despues de tener abiertas las ranuras y marcada la directriz se desbastan con el hacha y aparan con la azuela, no empleando el cepillo porque no es necesario tanto esmero en la labra.

98. Vitolas. El maestro encargado de la labra de las diferentes piezas del buque debe dar á cada operario las *tablillas de escantillones* ó *vitolas* (Fig. 133) en las que se indica la clase de pieza del buque á que pertenece y se marcan los diversos escantillones, espesores etc.

99. Curva de bragadas. Hemos visto que para determinar la superficie in-

terior ó *dentro de miembros* de las cuadernas no teniamos mas que trazar normales á la cuaderna fuera de miembros y tomar sobre ella el espesor correspondiente pero debemos ahora observar que este procedimiento solo es aplicable para las cuadernas como la *A'B* (Fig. 134) cuya varenga tiene por superficie interior un plano próximamente normal al diametral en la parte comprendida entre las prolongaciones de las caras laterales de la quilla puesto que debiendo colocarse sobre las varengas una pieza llamada *sobre-quilla* que es de una forma análoga á la de la quilla y que sirve para asegurar la invariabilidad de las cuadernas por medio de pernos que atraviesan las tres piezas, dicha pieza seria en la parte correspondiente á las cuadernas piques ó reviradas *A'B* de una escuadria insuficiente para la funcion que debe desempeñar. Atendidos los inconvenientes que acabamos de esponer, se interrumpe la superficie interior de las cuadernas en la prolongacion de las caras laterales de la quilla con lo que resulta para el asiento de la sobre-quilla una superficie cilindrica *ab* de generatrices horizontales perpendiculares al plano diametral y cuyas directrices confundidas en una sola en la proyeccion diametral son las curvas lugar geométrico de las intersecciones de las cuadernas dentro de miembros con las prolongaciones de las caras laterales de la quilla.

Las curvas de que nos ocupamos se llaman *curvas de bragadas de las varengas* y las magnitudes *aa'*, *bb'*, etc. *alturas de bragadas.*

100. Determinacion de la curva de bragadas. Puesto que la curva de bragadas de las varengas es, como acabamos de ver, el lugar geométrico de los puntos de interseccion de las cuadernas dentro de miembros con los planos laterales de la quilla, serà preciso para determinarla obtener las cuadernas dentro de miembros.

Para esto, conocidos los espesores (96) de una cuaderna *PQ* (Fig. 135), analogamente à lo que hicimos para sacar las líneas de agua fuera de forros, trazarémos en un punto cualquiera *a* un plano normal à la cuaderna cuya interseccion con la superficie fuera de miembros se confundirá con la traza *aV* del plano. El rebatimiento de esta interseccion sobre el plano del papel serà la recta *ab* hipotenusa del triángulo *abc* cuyo cateto *bc* es igual á la distancia comprendida entre los dos planos de trazado de las dos cuadernas *PQ* y *MN* inmediatas. Si en *b* levantamos ahora una perpendicular *bB* y tomamos sobre ella la magnitud *bB* igual al espesor de forros correspondiente á la vagra ó plano *aV*, la recta *BA* paralela á *ba* será la vagra dentro de miembros rebatida, de manera que como al deshacer el rebatimiento el punto *A* permaneceria invariable por estar sobre el eje de giro *aV*, tendrémos que la cuaderna *MN* dentro de miembros deberà pasar por *A*. Haciendo lo mismo para los demás puntos de cada cuaderna obtendremos asi la curva *M'N'* cuya interseccion con la recta *mm'* nos dará la altura de bragada *mn* correspondiente á la cuaderna *MN*.

101 Aserrado mecanico de las ligazones. Por buena que sea la eleccion que hagamos de las piezas que nos han de dar las ligazones, siempre nos resultará un desperdicio de madera escedente si para la labra hacemos uso del hacha y azuela.

Esta falta de economia en el trabajo ha venido hoy á subsanarse con las

sierras mecánicas de *vuelta* y *revira* que se han ideado y entre las cuales merece la preferencia por sus buenos resultados, la inventada por Mr. Normand constructor en el Havre, y de la que vamos à hacer un bosquejo para inteligencia de la (Fig. 136).

Las clases de trabajo que son susceptibles de dar las sierras de que nos ocupamos pueden reducirse á tres principales: 1.° aserrado de una pieza *á la vuelta*, es decir, labrado de una superficie cilíndrica de una directriz cualquiera, 2.° aserrado de una pieza á la *revira* ó sea variando los àngulos que forma la generatriz con la directriz y 3.° aserrado de dos superficies cilíndricas de generatrices paralelas y de distancias variables.

Para aserrar una pieza segun una superficie cilíndrica degeneratrices verticales, se la coloca sobre los rolletes R R' de manera que la sierra S sea tangente á la superficie cilíndrica cuya directriz es la curva ABC trazada en la parte superior de dicha pieza. Colocada esta se la oprime contra el rollete R valiéndose de otro superior de presion P que puede subirse y bajarse por medio de un tornillo movido por la palanca p y se pone en movimiento á la sierra que está sujeta á un bastidor, articulado por medio de una biela, al eje motor. Este lleva una escéntrica la cual pone en movimiento à dos barras de conexion articuladas respectivamente á dos linguetes que moviendo una rueda de escape hacen girar los rolletes estriados R y R_1 concentricos con ellas y dan el movimiento de avance à la pieza.

El rollete R_1 sostiene la pieza á medida que va zafando la sierra y contribuye á hacerla avanzar, como acabamos de ver, para lo cual tiene encima otro rollete de presion P_1 y el R' análogo al R' que sirve solamente para darle un segundo punto de apoyo.

Si tratasemos de aserrar segun un plano vertical, claro es que todos los rolletes deberían ser paralelos entre sí y perpendiculares al plano en cuestion que coincidiría con el de la sierra, pero en el caso de que nos ocupamos hace falta que todos los rolletes conserven una posicion normal à la curva directriz ABC en el punto que la cortan para lo cual es necesario que sus soportes giren al rededor de ejes perpendiculares al plano de los de dichos rolletes.

Para cumplir con esta condicion teórica ó lo que es lo mismo para hacer que la superficie que se va á aserrar permanezca siempre tangente á la sierra, hay una *rueda timon* T que por medio de engranages trasmite su movimiento á una barra dentada b la cual conduce un carro articulado sobre el que van montados los rolletes. En la figura podrémos observar que la rueda de timon permite no solo variar los ángulos de los rolletes RR' sino los que forman los R_1 y R'_1 que están sobre otro carro situado en el mismo plano que el antes citado y el cual se pone en movimiento por medio de la barra b_1.

Para poder sacar de la sierra una superficie que forme ángulos variables con el plano superior, es necesario que, moviéndose la sierra en un plano constantemente vertical, el carro conductor de la pieza gire al rededor de un eje horizontal: para esto se tiene que el soporte de todo el sistema de rolletes es un tubo tt_1 terminado en cada estremo por un sector circular que gira sobre una directriz de la misma forma constituida por rolletes de

hierro. Para dar al sistema un movimiento correspondiente á las inclinaciones deseadas, existe unido á los soportes del eje motor un tornillo *l* fijo en el sentido de su eje y cuya tuerca *m* al subir ó bajar obliga por medio de un sistema articulado á que el carro gire al rededor del eje del tubo. El tornillo tiene en su estremo superior una rueda dentada fija y concéntrica con él, la cual es movida por unos linguetes ó palancas articuladas al tornillo *l'* de eje horizontal el cual tiene un movimiento circular alternativo y horizontal producido por un eje vertical que le sirve de tuerca y que á su vez es movido por una escéntrica unida al eje motor. Se comprende fácilmente que, variando por medio de una ruedecita de mano que lleva el tornillo *l'*, la distancia de su estremo á la tuerca, se regula el movimiento ascensional de la tuerca *m* la cual lleva una aguja que marca sobre una barra fija al soporte de la màquina, el ángulo de giro del carro.

Por la descripcion que acabamos de hacer de los órganos que contribuyen al aserrado de una pieza tanto á la vuelta como á la revira, se comprende facilmente que las dos operaciones pueden ser independientes entre si ó combinadas.

En el caso que en lugar de aserrar una superficie cualquiera, quisiéramos aserrar segun dos superficies paralelas, se puede armar otra sierra en el mismo bastidor el cual lleva sus dos mordazas á propósito pero dispuestas de tal manera que puedan moverse paralelamente á si mismas y variar la distancia de la sierra *S'* que sugetan, à la *S* que es fija. Para esto las mordazas de la sierra estan unidas á dos barras dentadas horizontales situadas una á la parte superior y otra à la inferior del bastidor las cuales son movidas por dos piñones fijos á un eje cuya estremidad superior lleva una rueda que engrana con un tornillo sin fin centrado con otra rueda de escape. Esta última está movida por un sistema de palancas articuladas al bastidor cuyo último punto de apoyo esta en la estremidad de un cigüeñal unido á los grandes soportes; se concibe que cambiando la posicion de este cigüeñal varia el sistema de palancas y por lo tanto el movimiento de la sierra movil.

Con el empleo de las sierras Normand resultan indudablemente grandes ventajas pues además de obtener economia de material pues de una pieza de un espesor escesivo podemos sacar dos ó mas, la prontitud en la ejecucion disminuye escesivamente los jornales necesarios para la labra la cual serà sin disputa mas perfecta. Las ventajas que hemos indicado presentaba el aparato, podràn sin embargo quedar disminuidas si lo montasemos lejos de la grada pues entonces tendriamos que contar con grandes gastos de conduccion que son insignificantes por los métodos ordinarios sobre todo cuando se labran las piezas en las inmediaciones de dicha grada, observando al mismo tiempo para concluir, que las sierras mecánicas exigen mucha práctica en la conducion del timon pues una ligera desviacion de la pieza cuando se sierra á la vuelta ocasiona un gran desperdicio de material, aunque de todas maneras es pequeño comparado con el que se pierde empleando el hacha ó la azuela.

102. RECTIFICACION DE LAS CUADERNAS RECTAS Y UNION DE LAS LIGAZONES. Labradas las piezas que van á constituir el primer cuerpo de una cuaderna, se procede

á la rectificacion de los errores que pueden haberse cometido para lo cual se coloca la varenga en el suelo y sobre calzos con su cara de encoramento en la parte superior; en seguida por medio de un nivel se hace que dicha cara sea horizontal y se van colocando asi las ligazones sucesivas por medio de un reglon y un nivel se van uniendo de modo que dichas piezas queden constituyendo el primer cuerpo con su cara de encoramento plana y horizontal. Hecho esto, se procede à la rectificacion de la curvatura de la cuaderna que se reduce (Fig. 137) á tomar en la sala y sobre las vagras con una lienza las distancias av, bv_1 etc. que se transportan sobre la cuaderna la cual va cerrando ó abriendo hasta que afecte la forma que debe tener. Para proceder con mas exactitud, podemos valernos en vez de las lienzas de un reglon cuadrado de una dimension un poco mayor que la semimanga de la cuaderna maestra y cuyas caras se dividen en dos partes iguales como representa la (Fig. 138) fijándose asi los puntos o á partir de los cuales se toman sobre dichas caras las aberturas de las diferentes cuadernas segun las vagras marcando los estremos de las distancias y escribiendo *vagra primera, segunda etc.* estos reglones se conservan tambien despues que se han empleado como los gálibos, escantillones etc. y se llaman *reglones de semiabras de las cuadernas en las vagras, lineas de agua y secciones longitudinales* porque tambien podemos servirnos de todas estas lineas para la rectificacion. El uso de este reglon para la comprobacion de las cuadernas está reducido á llevarlo sobre la cuaderna dispuesta como antes hemos dicho y abrir ó cerrar las ligazones hasta que todas juntas presenten la forma que deben tener; para dirigir bien este reglon se tiende una lienza segun el eje de la cuaderna y sobre ella debe apoyarse el punto *o* de la regla de semi-abra.

En las fragatas, al comprobar su curvatura por medio de lps reglones de semiabras suele efectuarse esta comprobacion en la 3.ª y 6.ª vagra plana y en la regala; en los buques menores se eligen menos puntos y en los mayores, como navios, mas.

Rectificado el primer cuerpo y quitado el esceso de madera de algunos milimetros que se habia dejado al labrar las piezas para lo cual se emplean los gálibos mismos que nos han servido para su labra se fijan las ligazones entre si por medio de tablas de unos 30 centimetros de largo que se clavan con tres clavos de armar sobre las piezas que se trata de unir: estas tablas sirven para sujetar los diversos trozos de las cuadernas y los clavos dejan huellas que se utilizan luego para volver á clavar las piezas en la misma disposicion en que estaban si fuese necesario.

103. Labra del segundo cuerpo de las cuadernas. Obtenido el primer cuerpo se pasa à labrar el segundo para lo cual se eligen los maderos que han de servir para las diferentes ligazones y despues de haber efectuado el despiezo en la sala de gálibos, se labran las caras planas que han de apoyarse sobre la de encoramento del primer cuerpo sobre el cual se van colocando las diferentes piezas en la posicion en que han de quedar quitando con la azuela la madera escedente hasta hacer de modo que tanto la cara esterior como la interior del segundo cuerpo sean la prolongacion de las identicas del primero; el labrado de la superficie fuera de miembros del segundo cuerpo no ofrece difi-

cultad alguna por que estando marcadas las generatrices de la superficie análoga en el primero, es facil prolongarlas hasta el segundo por medio de reglas y marchar así de una manera segura en la labra de las piezas: para la cara interior se seguirà el mismo camino.

104. Empernado de los dos cuerpos de las cuadernas rectas. Hemos dicho que los dos cuerpos de las cuadernas se consolidaban entre si por medio de pernos de hierro aunque es mas conveniente que sean de cobre sobre todo en la parte del buque destinada á permanecer debajo del agua. Para dar mas seguridad á la union producida por los pernos se introducen unos dados cilindricos de madera mas dura que la de las cuadernas los cuales se colocan normalmente á las caras de encoramento y cuyas dimensiones en sentido de su diámetro varian entre la cuarta y quinta parte del espesor á la grua de las ligazones que unen. Cada una de estas debe llevar el número de dados próximamente correspondiente á otros tantos pernos los cuales se colocarán en zig-zag à fin de evitar en lo posible el que se presenten hendiduras que podrian resultar fijándolos á lo largo de una misma fibra de la madera, así como en las cabezas de las ligazones deberán separarse unos veinte ó treinta centimetros del tope para impedir las rajaduras.

Una vez labrado con exactitud el segundo cuerpo se coloca en la posicion que este debe ocupar sobre el primero asegurando los dos con trincas de reata análogamente á lo que hicimos en la quilla, luego se marca con la tiza el sitio de los pernos y se hacen con la barrena unos taladros en dichos puntos los cuales nos han de servir para la referencia de uno y otro cuerpo pues antes de proceder al empernado definitivo necesitamos separar à los cuerpos uno de otro con el objeto de colocar los dados y abrir las cajas que deben alojar á la mitad de cada uno en las ligazones que se van á empernar para lo cual se hace uso de una barrena especial llamada *barrena de dados* que se se reduce (Fig. 139) à un cilindro hueco de metal, de iguales dimensiones que los dados, atravesado por un eje terminado en punta por un estremo y que lleva una cruceta por el otro destinada á recibir las manos del operario. El cilindro de la barrena lleva una hoja de acero anàloga à la de un cepillo de carpintero y cuyo corte està dirigido segun un radio de la base de dicho cilindro.

Colocado el eje de la barrena en el agugero que marca la posicion de un perno, se barrena hasta que la altura del barreno sea igual á la mitad de la del dado y siguiendo la misma operacion para todos los puntos de los dos cuerpos se colocan los dados sobre el primero à golpe de mazo y luego se van aplicando encima las diferentes ligazones del segundo.

Hecho esto, se procede á unir los dos cuerpos definitivamente por medio de pernos los cuales deben tener la *punta perdida* en la cuaderna, es decir, que su longitud ha de ser unos tres centimetros menor que la de la distancia á la linea de las ligazones unidas. Es necesario antes de introducir los pernos dar mayor ensanche á los agujeros que marcaban su posicion para lo cual haremos uso de una barrena cuyo diàmetro mayor sea igual al lado de la seccion cuadrada de dichos pernos.

105. Razones que obligan á emplear el cobre con preferencia al hierro para per-

NOS DE ENCORAMENTO Y PARA HACER USO DE LOS DADOS. La madera empleada generalmente en la construccion de cuadernas es la de roble que tiene la propiedad de atacar al hierro en las condiciones mejores de sequedad de manera que el perno adquiere al cabo de algun tiempo cierto juego quedando desligadas las piezas que unia y perdiendo asi toda su importancia. En el caso de que la humedad llegue à penetrar en el plano de encoramento de las cuadernas, la oxidacion del hierro crece con rapidez y produce la desorganizacion de los tegidos de la madera la cual se va propagando de manera que las piezas concluyen por perder su vida y por quedar completamente desligadas las unas con respecto á las otras. Como no es posible, por mucho esmero que haya en la ejecucion, evitar la introduccion de la humedad en el interior de las cuadernas, se recurre á hacer uso de dados para todos los pernos de la cuaderna, siendo estos pernos de cobre para la obra viva del buque no solo para evitar los efectos que produce la mayor humedad en esta parte, sinó tambien para disminuir la descomposicion que acarrearia en los pernos de hierro en virtud de la corriente eléctrica producida por el contacto de dichos pernos con el forro de la plancha de cobre que recubre el casco del buque.

El hierro galvanizado ha venido hace pocos años á sustituir al cobre para la confeccion de pernos pues no solo ofrece una economia considerable comparado con dicho metal, sino que al mismo tiempo es incapaz de producir la corrupcion de la madera por su dificultad en oxidarse. La causa que pudiera hacernos titubear en aplicar el hierro galvanizado con preferencia al cobre no seria otra que el temor de que, saltando la capa de zinc que recubre al hierro, nos encontràsemos en el mismo caso de antiguamente; pero, si observamos que la fabricacion del metal de que nos ocupamos ha llegado á grande altura, no deberémos tener reparo en emplearlo definitivamente en la construccion, imitando el ejemplo de otras naciones.

106. DE LAS VENTRERAS. Por mas que el empernado de la cuaderna llegue á darle una solidez suficiente, no es nunca conveniente, en el estado en que la dejamos, levantarla y arbolarla sobre la quilla pues el peso de las ramas, estando referido á la union de las ligazones mas bajas, puede dar lugar á un giro al rededor de los pernos que aunque sumamente pequeño en esta parte llegue á producir una gran deformacion de la cuaderna en las partes altas. Por esta razon se colocan una especie de baos provisionales llamados *ventreras* que hacen invariable el sistema y sirven al mismo tiempo de apoyo á las *planchas* andamios ó cubiertas provisionales necesarios para la construccion.

Las ventreras se hacen de tablas de pino ó de una madera cualquiera defectuosa que se unen à las caras planas de las cuadernas por medio de clavos y cuando se crea que estos no den la seguridad suficiente se hace que dichas ventreras descansen sobre toginos clavados en las caras planas de dichas cuadernas.

Las dimensiones que suelen emplearse para las piezas de que nos scupamos son: $0^m,30$ á $0^m,40$ de altura con un espesor de $0^m,13$ para los navios de $0^m,12$ para las fragatas y de 8 á 10 centimetros de espesor para los buques me-

nores; en cuanto á su longitud no tenemos mas que decir que es la manga del buque en el punto en que se coloca la ventrera la cual puede hacerse de dos ó de tres piezas ensambladas á espate largo y enzunchadas.

El número de ventreras que se emplean en los navios y fragatas es el de cuatro colocando la primera en la regala, la segunda en el batiporte bajo de la cubierta alta, la tercera á 1m,30 debajo de la cubierta principal, y la última á la misma distancia debajo del sollado. En los buques pequeños se suprime la de la batería y aun á veces no se dejan mas que dos.

LECCION 14.ª

107. Necesidad y confeccion de las cuadernas reviradas. A las razones espuestas en el párrafo (18) para emplear las cuadernas reviradas en las estremidades del buque debemos agregar otra no menos importante, la economía de material que resulta sustituyéndolas por las cuadernas rectas. En efecto, si suponemos que sean *M* y *N* (Fig. 140) las proyecciones horizontales de una línea de agua fuera y dentro de miembros en las inmediaciones de proa ó popa, para obtener la cuaderna recta cuyo plano de trazado es *ab* necesitamos una pieza cuya seccion sea *acdf* desperdiciando los triàngulos *bcd* y *aef* al paso que si la sustituimos por la revirada *ag* nos basta la seccion *aghe* que es mucho menor.

De todo lo dicho resulta que emplearémos las reviradas cuando las líneas de agua formen ángulos exagerados con las cuadernas rectas evitàndolas sin embargo en lo posible por la complicacion que su labra exige.

Las piezas que constituyen las cuadernas reviradas han de satisfacer á las mismas condiciones que las que componen las rectas si bien la mayor dimension de sus ligazones ha de ser menor que su análoga en las anteriores cuadernas por la dificultad de encontrar piezas de revés; sin embargo, es preciso no bajar del límite inferior que hemos fijado para las ligazones de las cuadernas en general ó sea de 1^{m},60 de longitud.

En las cuadernas reviradas sean dobles ó triples se llaman *codillos* á las ligazones que forman los ángulos, correspondiente à las distintas desviaciones de dichas cuadernas, los cuales se procurará siempre que sean los mas obtusos posible con objeto de facilitar la labra. Tambien debe evitarse que en el codillo existan juntas de ligazones para lo cual se deben cruzar en dicho punto las de los dos cuerpos que constituyen la cuaderna.

108. Labra de las reviradas haciendo uso de los escantillones tomados segun las lineas de agua. Hecha la distribucion de ligazones siguiendo un sistema análogo al empleado para las cuadernas rectas nos serà facil labrar cada una las que componen una revirada; para esto obtenidas la cara de encoramento y su paralela, aplicarémos sobre la primera el gálibo de la parte correspon-

diente á la cuaderna fuera de miembros rebatida sobre el plano transversal de proyeccion y trasladarémos al mismo tiempo sobre dicha cara de encoramento las intersecciones de esta con los planos de las líneas de agua; valiéndonos en seguida de los ángulos formados por estas últimas líneas con las anteriormente citadas podrémos determinar la superficie esterior, siguiendo para la interior el mismo procedimiento que para las cuadernas rectas.

109. LABRA DE LAS REVIRADAS POR MEDIO DE LAS VAGRAS PLANAS; METODO DEL ANGULO PLANO. El procedimiento que acabamos de indicar es solo aplicable á las ligazones comprendidas en la obra viva y aun en esta parte no es suficiente puesto que necesitamos obtener la labra de estas piezas con mas exactitud que la de las demás; por esta razon se hace generalmente uso de las vagras planas, pero como el àngulo formado por el plano de una vagra con la cara de encoramento no es recto, no podrémos hacer uso para la labra de los escantillones normales que hasta aqui hemos empleado asi es que necesitamos, no solamente el ángulo formado por las dos rectas intersecciones del plano de la vagra con la cara de encoramento y superficie fuera de miembros de la ligazon sinó que tambien será preciso fijar el plano de este ángulo en la posicion conveniente.

Para fijar este plano y poder tomar en él el escantillon segun la vagra se conocen varios procedimientos uno de los cuales llamado del *angulo plano* se reduce à determinar el que forman entre si los planos de la vagra y de encoramento, ángulo que nos sirve para poder determinar la posicion del plano de la vagra sobre el cual ya es posible tomar el angulo formado por las rectas intersecciones del plano de la vagra con la superficie fuera de miembros y con la cara de encoramento. En efecto; si queremos determinar la generatriz de la ligazon *M* (Fig. 141) colocarémos sobre la cara de encoramento una rama del cartabon abierto segun el ángulo plano ϵ correspondiente al diedro formado por dicha cara y el plano de la vagra de manera que el plano de la falsa regla sea normal á la interseccion *ba* de dichos planos; enseguida tomarémos el otro cartabon cuyas ramas formen el ángulo α igual al comprendido entre las rectas intersecciones del plano de la vagra cen la superficie fuera de miembros y cara de encoramento y lo colocarémos de modo que coincidiendo una de sus ramas con la recta *ab* tenga la otra *ac* en la misma direccion de la *ed* de lo cual nos asegurarèmos dirigiendo visuales à lo largo de *ac* y *ed* hasta que dichas dos rectas tengan una misma direccion; asi obtendrémos la generatriz *ac* y todas las demás que necesitemos.

El método de labra que acabamos de describir exige previamente, como hemos visto, la determinacion de los ángulos α y ϵ.

Si suponemos (Fig. 142) que sea *AR* y *A' V* las trazas de los planos de una revirada y de una vagra, en proyecciones el ángulo ϵ será igual al formado por las dos rectas *AB A'B'* y *AC A'C'* levantadas perpendicularmente á dichos planos desde un punto cualquiera *A A'* de su interseccion: solo nos falta pues determinar su verdadera magnitud. Para esto si rebatimos el triangulo *ABC*, *A'B'C'* al rededor del lado horizontal *AC*, *A'C'*, este lado no variarà durante el giro y el punto *BB'* se trasladarà á B_1 tomado sobre la perpendi-

cular en C à la recta AC y á una distancia de A igual á $A'B$ con lo que se tendrá que el ángulo B_1AC es el buscado.

En la la práctica podrémos simplificar el procedimiento del modo siguiente: tomemos sobre el eje vertical y desde el punto A' una magnitud arbitraría $A'a'$ y tracemos la horizontal $a'b$: si llevamos luego la distancia $A'b$ sobre Ab', bajamos desde b' una perpendicular al eje horizontal y describimos haciendo centro en A y con un radio igual $A'b$ un arco de círculo, la interseccion b_1 de este con la recta eb, unida con el punto A nos dará el ángulo eAb_1 igual al B_1AC que antes hemos encontrado.

En cuanto al ángulo α está dado en verdadera magnitud en la sala de gálibos pues no es mas que el formado por la traza del plano de la revirada con el rebatimiento de la vagra.

El método de que nos ocupamos es bastante exacto por lo cual es de un uso muy frecuente en los arsenales; sin embargo, tiene el inconveniente de exigir mucho cuidado por parte del operario en la aplicacion de los cartabones pues sin en lugar de colocarlos como bac y def les diese las direcciones contrarias bac' y $f'ed'$, la labra recibiría una posicion simétrica respecto à la que debe ocupar lo que cambiaría completamente la oblicuidad de la superficie fuera de miembros de la ligazon y en este caso debería esta desecharse. Tambien es preciso tener cuidado de no cambiar el escantillon ε con el α aunque esto no es tan fácil pues el primero es siempre abatido y crecido el segundo.

Se marchará con acierto en la labra y evitarémos los errores mencionados observando constantemente la direccion del plano de la vagra con respecto á la situacion de la ligazon y la posicion de esta en el buque.

110. Labra de las reviradas empleando el ángulo de reviro. En el anterior procedimiento, para determinar el plano de la vagra, hemos tenido que buscar una directriz de dicho plano puesto que ya teníamos otra fija en la cara de encoramento, de modo que si para obtener la primera pudiéramos evitar la construccion gràfica indicada, el problema sería mas sencillo.

Para encontrar esta directriz imaginemos un plano horizontal (Fig. 143) que pase por el punto BB' interseccion de la vagra con la revirada; este plano cortará á los de la vagra $A'B'$ y de la revirada AB segun dos rectas cuyo ángulo està dado en verdadera magnitud por las proyecciones horizontales AB y BB''; este àngulo igual al OAB se llama *de reviro*.

Trazada sobre la cara de encoramento de una ligazon la curva interseccion de dicha cara con la superficie fuera de miembros, y obtenidas (Fig, 144) las trazas $AV\ A_1V_1\ A_2V_2$ etc. de los planos de las vagras y las $A1H_1\ A_2H_2$ etc, de los planos horizontales de que hemos hablado, facil nos será determinar las generatrices de la superficie esterior de la pieza que queremos labrar y que han de pasar por los puntos A, $A_1\ A_2$ etc. Para esto, si colocamos sobre cada recta $A_1H_1\ A_2H_2$ etc..... una de las ramas Ab, A_1b_1, A_2b_2 etc. de un cartabon abierto segun el ángulo de reviro correspondiente á cada punto y hacemos que el plano de las dos ramas sea normal á la cara de encoramento, las rectas Ab, A_1b_1, A_2b_2, etc, serán rectas situadan en los planos de las vagras, asi es que no tendrémos mas que aplicar otra falsa regla de modo que una de sus

ramas coincida con las rectas $AV, A_1V_1A_2V_2$ y desviar la otra hasta que esté en la misma direccion que las directrices Ab, A_1b_1, A_2b_2, con lo cual determinarémos las generatrices Ag, A_1g_1, A_2g_2 etc.

El único inconveniente que presenta este método es la necesidad de emplear, como en el anterior, dos escantillones para cada generatriz, sin embargo presenta la ventaja de tener casi siempre constante uno de los dos escantillones que en este caso son mas fáciles de determinar: en cambio el procedimiento de que nos ocupamos no está tanto al alcance de la inteligencia del operario exigiendo mas habilidad y destreza por parte de él.

111. Mètodo del plano normal. Como los procedimientos de que nos hemos ocupado hasta ahora, exigen para la determinacion de cada generatriz dos escantillones cuya aplicacion necesita sumo cuidado, serà mas conveniente emplear el conocido con el nombre de *método del plano no mal* por medio del cual solo nos servimos de los escantillones de los ángulos formados por las rectas intersecciones de un plano normal á la cara de encoramento, con dicha cara y la superficie fuera de miembros.

Para determinar uno de estos àngulos supondrémos (Fig. 145) que la traza del plano normal sobre la cara de encoramento coincida con la del plano de la vagra aV: si P y Q representan los rebatimientos de las intersecciones de las dos caras planas de la revirada con la superficie fuera de miembros, la magnitud ab representarà la proyeccion transversal de la interseccion del plano normal con dicha superficie.

Si rebatimos esta interseccion sobre el plano del papel al rededor de ab para lo cual no tendrémos mas que levantar en b una perpendicular bc igual á la distancia á la linea de la ligazon y unir el punto c con el a, es evidente que el ángulo cax será el que buscamos.

Vemos pues que la cuestion està reducida á determinar los rebatimientos de las curvas P y Q de cada cuaderna revirada y hacer la construccion indicada para obtener los diversos escantillones necesarios para la labra lo cual no presentará dificultad alguna puesto que marcadas sobre la cara de encoramento las trazas de los planos de las vagras y colocada sobre cada una de ellas una de las ramas de los cartabones de manera que su plano sea normal al plano de encoramento, la generatriz quedará determinada por la segunda rama, si forma con la primera el ángulo conveniente.

Para tener los escantillones correspondientes á una misma ligazon se tomaràn en una tabla, cuyo ancho mn (Fig. 146) sea igual à la magnitud á la linea de dicha ligazon, las distancias no, np etc. iguales á las magnitudes ab (Fig. 145) y los ángulos α, β, ó sean Amo, Amp etc. serán los pedidos.

112. Labra de las reviradas haciendo uso de dos gálibos. Tambien podemos labrar las cuadernas reviradas empleando dos gálibos los cuales colocados sobre las caras de encoramento y su paralela en la posicion conveniente nos darán dos directrices que determinarán perfectamente la superficie fuera de miembros y en este caso podrémos emplear la sierra para obtener la labra con la mayor prontitud y esmero.

Lo único qne exije mas cuidado en este procedimiento es la colocacion del

segundo gálibo que se efectuará de la manera siguiente: marcado el gálibo *abc* sobre la cara de encoramento, supuesta vertical, (Fig. 147) para trasladar el punto *b* situado en el plano de una vagra tambien vertical, se coloca el cartabon segun la vagra correspondiente á dicho punto y tomando la distancia $d_1 b_1 = d b$, el punto b_1 será el que se buscaba: asi irémos determinando los demás, bastando tres para poder ya colocar el gálibo y trazarlo.

113. Labra de la pieza de codillo. Las diferentes piezas que constituyen las ligazones de las cuadernas reviradas se labran todas del modo que hemos indicado puesto que las reviradas múltiples en los intervalos sucesivos no son mas que simples reviradas; la única dificultad que se presenta en este caso es la labra de las piezas de *codillo* para lo cual se determinan dos caras planas que formen entre si un àngulo *abc* (Fig. 148) igual al de la proyeccion horizontal de dicho codillo: haciendo lo mismo para las caras paralelas à la de encoramento ya podremos labrar las superficies dentro y fuera de miembros valiéndonos de alguno de los procedimientos que hemos esplicado.

114. Reviradas cilíndricas. En los buques que tienen mucho lanzamiento, con el objeto de colocar las cuadernas de la mejor manera posible para recibir el forro esterior, se ha apelado á las *reviradas cilindricas* para lo cual se dispone de la proyeccion horizontal de dicha revirada de manera que evitando el codillo no presente la cuaderna ángulos agudos á cuyo efecto despues de trazadas todas las líneas del buque, à partir del punto de la quilla en que quiere colocarse una revirada, se van tirando normales à las diversas lineas de agua de unas á otras y despues á la vagra de doble curvatura y se toma la envolvente de todas estas normales como proyeccion horizontal de la cara de encoramento. Otros trazan tambien la misma curva envolvente de las normales à las vagras planas, transportan esta sobre la primera y toman una curva media; de una manera ú otra se traza en primer lugar la proyeccion horizontal de la cara de encoramento y despues, dándole la misma dimension á la linea que á las demás cuadernas, se determina la curva, proyeccion horizontal de la cara opuesta, se obtiene la interseccion de las superficies cilíndricas de generatrices verticales, que tienen por directriz las curvas trazadas, con la superficie fuera de miembros, cosa sumamente fàcil porque ya se tienen todas las líneas del buque trazadas, y dando en cada punto de las directrices de la superficie fuera de miembros una dimension á la grua deducida de su desarrollo á partir de la quilla, como se hace en los demás, se tiene completamente definida la revirada cilíndrica en cuestion.

Estas reviradas se componen de dos cuerpos empernados del mismo modo que las no cilindricas y estàn constituidas por diferentes ligazones ensambladas á tope: la única diferencia que existe entre estas ligazones y las de las otras reviradas es que como aquí son de doble vuelta, las piezas son algo menores.

Para labrar una ligazon *AR* (Fig. 149) de una revirada cilindrica se concibe el plano vertical *aT* tangente proximamente en el punto medio *b* de la longitud *AB* de dicha ligazon, se halla la interseccion de este plano con la superficie fuera de miembros, se rebate esta interseccion sobre el plano transversal y se saca un gàlibo de la curva que resulta, marcando igualmente sobre el

gálibo las trazas de las líneas de agua; luego se toma un madero capaz de dar la ligazon, se labra una cara plana que es el plano tangente que hemos considerado, se aplica sobre este plano el gâlibo anterior marcando tambien las trazas de línea de agua, y después con los escantillones $\alpha, \alpha_1 \alpha_2$ etc. correspondientes á las diversas líneas de agua, se labra la superficie fuera de miembros.

Debemos advertir que procediendo de esta manera se comete un error puesto que sustituimos á las líneas de agua las tangentes, no en los puntos en que son encontradas por la proyeccion horizontal de la cara de encoramento, sinó por la traza del plano tangente vertical de que nos hemos servido, como se ve en la figura, pero este error es despreciable en la práctica.

Labrada ya la superficie fuera de miembros se procede á trazar sobre ella las curvas intersecciones de dicha superficie con las cilíndricas verticales de la cara de encoramento y cara opuesta para lo cual se toma sobre las generatrices aa_2, bb_2, cc_2 etc. (Fig. 149;3) distancias respectivamente iguales á las $aa', aa_1, bb', bb_1, cc', cc_1$ etc tomadas sobre las tangentes que han sustituido à las líneas de agua anteriores y se unen con un junquillo los puntos que asi resulten con lo que se tienen las aristas $a'b'c'd'$, $a_1 b_1 c_1 d_1$ intersecciones de las caras cilíndricas con la superficie fuera de miembros. Para labrar ahora las superficies cilíndricas que tienen por directrices las curvas que acabamos de trazar, no hay mas que colocar la pieza de modo que queden verticales las caras planas y horizontales las trazas de las líneas de agua marcadas sobre ella; hecho esto, con una plomada que vaya recorriendo las líneas que acabamos de obtener se engendran y determinan las superficies cilíndricas en cuestion; en cuanto á la cara dentro de miembros, es fácil labrarla teniendo la dimension à la grua en diferentes puntos de la revirada.

Si quisiéramos evitar el error que ya hemos indicado, se hace uso en lugar del plano tangente un plano secante intermedio en cuyo caso labrarémos con facilidad la pieza haciendo uso del método empleado para las piezas de doble vuelta (82). Labrado el primer cuerpo de una revirada se obtiene aisladamente el segundo y se procede á la comprobacion.

115. Comprobacion de las reviradas. La comprobacion de las cuadernas reviradas se hace de una manera análoga á la de las cuadernas rectas, pero primero se empiezan á comprobar los rebatimientos por medio del reglon de semi-abras; después de haber sujetado los cuerpos con las ligazones por medio de trincas de reata, se procede á la comprobacion de la cuaderna en la posicion que las dos ramas de la misma han de ocupar definitivamente.

Con una lienza ó reglon se marca la recta interseccion de los planos de la revirada y con el escantillon del ángulo diedro formado por dichos planos se va arreglando la posicion de las ramas hasta que las caras laterales estén en su posicion, cosa que se comprueba por una regla de semi-abras, tomando las mangas sobre la proyeccion vertical de las reviradas; además se compueba tomando con una lienza, distancias entre varios de sus puntos en la sala y viendo si estas distancias son iguales en la cuaderna armada.

Las dobles y triples reviradas, como tienen caras planas y las aristas in-

tersecciones de dichas caras son fáciles de armar, se comprueban con bastante exactitud, mientras que en las reviradas cilíndricas es sumamente fácil que se corran algo las ligazones, se deforme la cuaderna y no se aperciba uno de ello; para evitar esta dificultad se procede en esta cuestion de la manera siguiente: á la revirada cilíndrica se sustituye una triple ó cuadruple revirada, teniendo cuidado de que esta abrace completamente á la cilíndrica y se eligen las piezas que nos han de servir para las ligazones de manera que puedan dar las de la revirada cilíndrica aunque no den las de la circunscrita; los espacios que faltan para dar esta se rellenan con madera de desperdicio, se labra la múltiple revirada como tal y despues de armada y comprobada, se rodean los ángulos con la azuela de modo que aproximadamente quede la revirada cilíndrica en cuestion.

En las cuadernas reviradas se hace uso de dados y pernos de encoramento para la union de las ligazones y se emplean tambien ventreras para impedir su deformacion en lo posible.

LECCION 15.ª

116. Labra del alefriz de la roda; apóstoles. Trazadas las curvas que representan los cantos interior y esterior del alefriz de la roda en las caras de esta, paralelas al diametral, no tenemos mas que tomar en la proyeccion horizontal, los gálibos de las diversas secciones del alefriz y transportarlas á los puntos correspondientes de la roda con lo cual tendrémos datos suficientes para labrar dicho alefriz empleando un procedimiento análogo al indicado para la quilla (88).

En la parte inferior del buque en que las lineas de agua encuentran á la roda bajo un ángulo bastante agudo, los tablones de forro pueden clavarse á la contraroda con bastante facilidad pero á medida que va redondeándose la superficie al acercarse á la obra viva, la operacion aparece mas dificultosa hasta llegar á un punto en que como se vé en la (Fig. 150) es imposible clavar el forro á la contraroda; entonces lo que se hace es unir á esta pieza unos maderos auxiliares *a* llamados *apóstoles* con los cuales se proporciona un buen asiento á los tablones.

Los apóstoles van colocados uno á cada lado de la roda, tienen dos de sus caras planas y paralelas al diametral aplicándose una de ellas sobre la cara plana de la contraroda; las otras dos caras constituyen la superficie fuera de miembros y la de dentro de miembros. Como se desprende del objeto de los apóstoles, estos no deben partir de la parte inferior del buque sinó desde cierta altura, cuando la curvatura de las lineas de agua lo exija; por esta razon lo que se hace es apoyar estas piezas á tope sobre la última revirada de proa y se labra su pié en forma de bisel à veces la longitud del apostol no permite hacerle de un solo trozo y se hace de varios uniendo las ligazones á tope como se verifica en las cuadernas.

La labra de los apóstoles no ofrece dificultad alguna pues solo tienen una vuelta, y sus caras planas son paralelas al diametral de modo que los gálibos que nos han de servir para la labra de la superficie fuera de miembros se proyectan en su verdadera magnitud sobre el diametral en lugar de proyectarse sobre el transversal como sucede con las cuadernas: los escantillones normales

están dados en verdadera magnitud en la proyeccion horizontal correspondiendo á distintas líneas de agua y á las secciones paralelas á los planos de estas líneas hechas á diferentes alturas.

117. Macizado de proa. El intérvalo que queda entre la última revirada y el apóstol se maciza de dos maneras, ó en piezas paralelas al plano diametral constituyendo el *macizado paralelo* (Fig. 151), ó bien por medio de piezas que concurran en un mismo punto dando orígen al *macizado divergente ó en abanico* (Fig. 152). Las piezas que forman el macizado se labran generalmente despues de puestas y se aproximan de modo que con las piezas laterales ya labradas formen una superficie continua.

118. Labra de los codastes. Las popas redonda y cuadrada tienen alguna pieza comun como sucede con el codaste, de modo que al ocuparnos de la labra de esta parte del buque, lo harémos en general suponiendo que el buque es de hélice.

El codaste es una pieza vertical ó con algun lanzamiento; generalmente tiene la misma dimension á la línea y á la grua que la quilla pero á veces se aumenta la que corresponde á la grua en el pié del codaste ya para facilitar su ensamble y union con la quilla ya principalmente para disminuir la curvatura y dimensiones de una consolidacion interior llamada *curva coral* que enlaza dichas dos piezas (Fig. 153.)

En la popa cuadrada se termina la cabeza del codaste algunos centímetros encima del yugo principal y debajo de la cubierta que va sobre dicho yugo, para poder manejar el timon; à veces tambien se aumenta la dimension á la linea en la cabeza del codaste para abrazar mejor dicho timon y en todos casos su labra no ofrece nada de particular, pues es una pieza sin vuelta que se ensambla con la quilla á caja y espiga.

Cuando no hay madera de suficientes dimensiones para hacer el codaste de una sola pieza, se hace de varias, no solamente en el sentido de la dimension á la grua, sinó tambien en el de la altura, pero esto último debe evitarse en lo posible: en el caso de formar el codaste de dos piezas en el sentido de la dimension à la grua, la interior ó de proa se llama *codaste* ó *contracodaste* y las piezas que lo constituyen, cuyas juntas deben alternarse, se ensamblan con la quilla: además cuando se emplean los timones de mucha curva, se dá al contracodaste esterior la disposicion representada en la (Fig. 153) para no degollar el codaste al colocar el timon, es decir para no debilitarle mucho.

119. Curva coral. La curva coral que como ya hemos dicho, es una pieza de una sola vuelta, se une por medio de pernos pasantes á la quilla y al codaste y está destinado á enlazar invariablemente estas partes del buque, para lo cual debe hacerse de una sola pieza cuyas ramas sean lo mayores posible.

La escasez de maderas curvas que hoy se nota en el comercio ha hecho adoptar disposiciones que disminuyen la curvatura y dimensiones de las curvas corales; la 1.ª que se propuso fue dár lanzamiento al codaste (Fig. 154) aumentando al mismo tiempo la dimension á la grua en su pié con lo cual se con-

siguió en parte el fin deseado, pero temiendo después caer en el inconveniente de tener que dar mucho lanzamiento al codaste se adoptó otra disposicion que consistia en colocar un pequeño contracodaste interior *a* llamada *albitana* (Fig. 155).

Como à pesar de estas disposiciones todavia es bastante dificil encontrar maderas que tengan las dimensiones convenientes, se ha recurrido á hacer la curva coral de varias piezas puesto que cuanto mas largas sean las ramas de dicha curva, tanto mas consolidada queda la union de la quilla con el codaste. Estas ramas que en los buques de vela y en los de ruedas, pueden hacerse de las dimensiones que se quiera, en los de hélice quedan limitadas por el eje del propulsor de modo que la albitana y la rama de la curva coral no pueden estenderse en sentido vertical mas que hasta dicho eje.

Cuando las dimensiones de las maderas no basten para adoptar cualquiera de las disposiciones anteriores se apela á la siguiente: se termina la parte *a* de la curva coral (Fig. 156) por una especie de diente que penetra en la albitana y cuando esto no es posible se acude à formar una especie de macizo.

En todas las disposiciones que hemos esplicado, el conjunto de la curva coral, albitana, codaste, quilla y piezas auxiliares se consolida por medio de pernos pasantes y dados que sustituyen à los dientes de que se hacia uso antiguamente.

La curva coral y demás piezas que constituyen el macizado de la popa ó sean los fines del buque en esta parte, son fàciles de labrar pues para cada pieza puede obtenerse una directriz en la sala de gálibos y los escantillones segun las líneas de agua, y mejor pueden emplearse aun los de las vagras planas. Modernamente se ha propuesto reemplazar por curvas de bronce (Fig. 157) que enlazan perfectamente el codaste esterior ó de popa; si el buque es de pozo el codaste sube hasta la cubierta alta y si es de dintel queda terminado à la altura ordinaria; el contracodaste interior de ambas clases de buques se termina á la altura de la curva de bragadas.

En los buques de pozo el codaste se ensancha cuando penetra en el buque y viene á formar una de las paredes del mismo en algunos casos.

En los buques de hélice que no son de pozo, en el codaste de popa hay que distinguir dos casos segun que el eje de la hélice se apoye ó no sobre él; en el primer caso este codaste debe tener dimensiones exageradas por que ha de resistir el peso del timon y el de la hélice sufriendo entonces reacciones grandisimas cuando el buque *cia* ó retrocede; en el otro caso tiene dimensiones limitadas, puesto que no ha de sufrir mas que el peso del timon.

En cuanto al codaste de proa puede aplicarsele cuanto hemos dicho con respecto á los de los buques de popa redonda.

La quilla y falsa quilla se terminan como indica la (Fig. 157) con el objeto de que no se desmonte el timon si llega á varar el buque.

120. Disposiciones diversas de los yugos en la popa cuadrada. El yugo principal, los demas yugos, la aleta y el codaste constituyen el *peto* de la popa cuadrada, la cual puede asimilarse á un buque cuya quilla es el actual codaste y en el que las cuadernas son reemplazadas por los yugos.

La primera disposicion que se adoptó para los yugos fué colocarlos horizontales y unidos al codaste interior del mismo modo que antes se ensamblaban las cuadernas, pero mas tarde para no debilitar el contracodaste se ha desechado este ensamble adoptando el de caja y espiga tanto para la union de los yugos con el codaste como con la aleta (Fig. 158.)

La labra de los yugos, anàloga á la de las cuadernas, exige obtener un gàlibo de la interseccion de una de las caras de cada una de estas piezas con la superficie fuera de miembros del buque y los escantillones tomados segun las secciones longitudinales: estos escantillones deben tomarse en el concepto de adoptar como cara de encoramento la inferior de la pieza con el objeto de tener àngulos crecidos.

Para hallar la interseccion de la cara baja de un yugo con la superficie fuera de miembros podemos servirnos de las falsas cuadernas ó de las secciones longitudinales, no pudiendo emplearse las líneas de agua por hallarse situadas en planos paralelos á aquel cuya interseccion con la superficie buscamos: pueden emplearse tambien las vagras planas, pero esto no se efectua nunca y unicamente se hace uso de las secciones longitudinales que son las que cortan al plano de los yugos bajo ángulos que se aproximan à 90°.

La colocacion de los yugos horizontales tienen la ventaja de hacer facilisimo no solo el trazado y obtencion de los gálibos sinó que tambien la labra, pero como estas piezas van siguiendo la forma de las líneas de agua y estas en la parte inferior terminan muy agudas para constituir los finos del buque, es muy dificil encontrar madera á propósito para ellas. Además de esto, como los tablones del forro en esta parte siguen mas bien la direccion de las secciones longitudinales que la de las vagras y encuentran por lo tanto muy oblicuamente el último yugo, habria dificultad en poderlos clavar bien, así es que seria preciso hacer una cosa análoga á lo que hemos efectuado en las últimas cuadernas de popa, es decir, dejando el plano de dicho yugo perpendicular al diametral, inclinarlo con respecto al horizontal hasta que fuese proximamente normal à la superficie del buque en esos puntos; esta observacion ha dado origen al siguiente sistema de yugos paralelos aunque inclinados.

En lugar de inclinar con respecto al horizontal el último yugo y hacerle como acabamos de decir proximamente normal á la superficie del buque lo que se consigue por tanteos, se colocan todos los yugos paralelos á una directriz intermedia entre la horizontal y la inclinacion que debieramos dar al último: esto no hace mas que resolver la cuestion para los yugos intermedios y disminuir el mal efecto en los estremos.

En este caso, es facil hallar la interseccion de la cara de encoramento de dichos yugos con la superficie fuera de miembros del mismo modo que antes hemos dicho, pero para obtener los gàlibos es necesario rebatir las intersecciones halladas sobre el plano horizontal haciéndolas girar al rededor de la interseccion de la cara de encoramento con la interior del codaste.

Finalmente, se ha empleado un tercer sistema que consiste en inclinar el yugo inferior hasta que tenga la posicion proximamente normal al mayor número de secciones longitudinales, hallar el punto de interseccion de la traza

de la cara de encoramento con la analoga del yugo superior ó principal y hacer que todas las trazas de los yugos sobre el diametral concurran en este punto; en este caso para hallar las intersecciones de las caras de encoramento con la superficie fuera de miembros, se emplean las mismas líneas que en el caso anterior y se procede de la misma manera que para el rebatimiento de dichas intersecciones sobre el horizontal para obtener los gàlibos. Apesar que en este último sistema los yugos son divergentes, se hace que las caras planas sean paralelas.

121. Labra de los yugos y de la aleta. Para labrar los yugos nos valdrémos de las secciones longitudinales ó de las cuadernas, empleando los mismos procedimientos que para la labra de estas.

Como la aleta no es mas que una cuaderna revirada, su labra es exactamente la misma que la de estas cuadernas: en cuanto al yugo principal siendo una pieza de dos vueltas se le puede aplicar el método general para el labrado de estas clases de piezas, pero como sus cuatro caras son superficies cilindricas, dos de generatrices verticales y dos horizontales se acude á un procedimiento especial mas espedito.

Para esto, se elige una pieza capaz de la que vamos á labrar, es decir que tenga la suficiente escuadria, que su curvatura esté en armonia con las vueltas del yugo, y que el material sea madera de primera calidad pues sobre esta pieza va á apoyarse toda la popa. Elegida la pieza, se coloca sobre calzos de modo que una de las caras curvas que ha de constituir en el buque la cara vertical y la generatriz media ó correspondiente al diametral quede rigorosamente vertical; después se toma una lienza, se clava en los puntos A y B (Fig. 159) dejàndola floja y de manera que tenga seno, se coloca una escuadra, sobre la generatriz vertical y se sube ó baja hasta que el punto medio D de la lienza se apoye sobre ella y los hilos laterales enrasen con la cara horizontal de la escuadra, es decir, hasta que el plano marcado por la lienza sea horizontal de lo cual puede uno asegurarse por medio de visuales ó con reglas que se apoyen ligeramente sobre la escuadra y la lienza; luego se marca la curva plana ADB interseccion de este plano con la cara interior del yugo toscamente cilindrica y trazada esta interseccion se toma una regla que se aplica segun AB, y en la cual están dibujados no solamente los puntos estremos del yugo, sino los puntos que nos han servido para trazar la proyeccion vertical del yugo es decir los puntos a', b', c', etc. y con una reglita se van trasladando estos puntos sobre la interseccion ABD del plano antes fijado con la cara interior.

Marcados estos puntos, se trazan por medio de plomadas las generatrices verticales que deben pasar por ellos y sobre cada una de dichas generatrices se llevan las alturas aa', bb', cc', etc., se unen todos los puntos asi obtenidos por medio de un junquillo y se tiene la interseccion de la cara alta del yugo con la interior groseramente labrada que nos presenta la pieza. Con esto ya se puede labrar la superficie cilíndrica superior valiéndose de una escuadra que se vaya apoyando sobre las generatrices verticales anteriormente marcadas en la cara interior, y trazar la arista definitiva del yugo, para lo cual se van to-

mando sobre la cara superior y en cada una de las generatrices horizontales que hemos determinado, distancias que añadidas à las $a'a''$, $b'b''$, que hay desde el canto de la regla á las generatrices verticales correspondientes den los puntos $a_1 b_1 c_1$ etc., de la proyeccion horizontal de la cara interior del yugo. Luego de marcada sobre la cara superior la arista posterior, tomando las distancias en la proyeccion horizontal del bao, se labra la cara interior haciendo uso de la escuadra y sirviéndose de las generatrices horizontales trazadas en la cara superior; labrada esta cara se determina sobre ella su interseccion con la superficie cilindrica inferior haciendo uso de las generatrices verticales las cuales sirven de guia á la escuadra para obtener dicha cara inferior. Asi como hemos labrado las tres caras, se labraría la posterior por el mismo procedimiento.

El método descrito es el mas elegante y que desperdicia menos madera pero en los arsenales se usa frecuentemente del siguiente:

Se sacan dos gálibos completos del yugo uno de su proyeccion horizontal y otro de la vertical, se elige una pieza capaz de dicho yugo, y que tenga dos caras planas y paraletas próximamente ó si no se arreglan hasta que lo sean, se coloca este madero de manera que sus caras planas sean verticales y sobre una de ellas se marca el gálibo; despues se trasladan algunos puntos á la cara opuesta por medio de la escuadra como ya hemos dicho en las lecciones anteriores refiriéndonos à escantillones crecidos ó abatidos, ó mejor por listones horizontales; se marcan tambien las intersecciones (una vez trazado el gálibo en la parte posterior) de las caras verticales con la superficie inferior cosa fácil de ejecutar con el mismo gálibo que es completo; y con una sierra se labran las caras superior é inferior; luego se vira la pieza colocàndola de manera que la cara cóncava de las que hemos labrado quede en la parte superior y se calza de manera que la generatriz media quede horizontal. Si el plano de simetria del yugo quedase vertical, se colocarà horizontalmente y sobre la cara cóncava del yugo el gálibo completo de la proyeccion horizontal de dicha pieza y se refiere á la superficie cilindrica ya labrada por medio de plomadas, se transportan luego los puntos asi marcados á la cara cilindrica inferior por medio de un liston, una plomada y un compás, se hace lo mismo con la otra directriz y marcadas asi las cuatro, dos de cada superficie, se procede á la labra por medio de la sierra.

Labrado este yugo, como hemos dicho, se procede á ejecutar el alefriz el cual no es mas que un rebajo practicado en la pieza en el cual van á alojarse los tablones del forro (Fig.as 14 y 15).

Este alefriz se labra análogamente al de la quilla empleando plantillas á manera de cerchas tomadas segun las secciones longitudinales.

Para labrar las cabezas del yugo no se hace mas que redondear la linea media del alefriz de manera que se adapte à la superficie del buque y lo propio se hace con la cabeza de manera que venga á formar la prolongacion de la superficie fuera de tablones. Para obtener la linea media se halla la interseccion del plano que la contiene con la superficie fuera de miembros, se rebate y se saca una cercha de la parte estrema con la cual es facil terminarla como antes hemos dicho y redondearla.

Para unir la aleta al yugo se emplea la disposicion representada en la

(Fig. 160) la cual re reduce á introducir un taco de madera entre las dos piezas y enlazar el todo por dos pernos de encoramento: tambien se puede dejar al yugo una parte escedente que es la que viene á desempeñar el oficio del taco anterior como indica la (Fig. 161).

122. Disposicion confeccion y labra de las gambotas de toda clase de popas. Las gambotas que son, como sabemos, las piezas destinadas á formar la parte redondeada de la parte alta de la popa de un buque, esperimentan algunas variaciones segun que esta parte de la construccion sea *cuadrada* ó *redonda*.

En el primer caso las piezas de que nos ocupamos tienen sus caras planas paralelas al plano diametral, y van ensambladas al yugo principal de manera que esta última pieza tiene que sostener todo el peso de la bovedilla y el espejo que estàn formados por las gambotas lo cual hace necesario que estas sean de madera ligera y de un solo cuerpo aunque esta última condicion no se debe satisfacer para las que formen los batientes de las portas pues entonces se hacen de dos cuerpos compuestos de ligazones unidas à tope analogamente á las cuadernas rectas.

Las popas redondas modernas (18) sabemos que vienen formadas en su mayor parte por las cuadernas reviradas pero entre estas últimas piezas de babor y estribor queda siempre un espacio en el cual se colocan las gambotas de las cuales las principales son las diametrales ó *rabos de gallo del centro* pues las demas puesto que constituyen una especie de macizado no se labran con tanto esmero.

Los rabos de gallo del centro que van colocados uno á cada lado del plano diametral, y ajustados al codaste con el objeto de dejar entre ellos un espacio para la limera del timon, estàn formados de dos cuerpos de los cuales el segundo forma el batiente de las portas de retirada.

Algunas veces se coloca en el mismo plano diametral una gambota que es la que se llama diametral á cuyo costado se unen aquellas de que hemos hablado.

La union de los cuerpos de las gambotas que conservan los espesores de las cuadernas, se hace como la de estas.

La proyeccion diametral del buque nos dará en verdadera magnitud el gàlibo de las gambotas el cual lo aplicarémos sobre la cara de encoramento del primer cuerpo despues de lo cual solo nos faltará labrar las superficies dentro y fuera de miembros. Para determinar esta labra, podrémos tomar en las partes altas los escantillones segun las secciones horizontales y las vagras de doble curvatura cuyas intersecciones con la superficie del buque pueden considerarse como líneas rectas atendido el poco espesor de las gambotas y en las partes mas bajas, los puntos que nos den las falsas cuadernas y vagras planas.

Generalmente se emplean escantillones tomados segun planos perpendiculares al diametral y normales à la curva interseccion de la cara de encoramento con la superficie del buque, escantillones que se obtienen inmediatamente conociendo la dimension á la línea de cada cuerpo y la porcion de traza vertical de estos planos ausiliares interceptada entre las proyecciones diametrales de las intersecciones de las caras planas de las gambotas con la superficie fuera de miembros puesto que estas dos líneas forman los catetos

de un triángulo rectángulo en el cual uno de sus ángulos agudos es el complemento del que se busca para labrar la pieza.

Este método tiene la ventaja de que es posible obtener los dos cuerpos aisladamente puesto que permite determinar los escantillones con facilidad para cada cuerpo pero á pesar de todo es mas cómodo labrar las ligazones empleando el procedimiento de dos gálibos para cada cara plana.

En los buques de pozo las gambotas diametrales no pueden ir unidas inmediatamente al codaste sino que forman los contornos longitudinales de dicho pozo pero se rellenan los espacios comprendidos entre ellas y se empernan de firme. Como las cabezas de los tablones del forro quedan al descubierto en el pozo, se puede aumentar el espesor á la grua de las gambotas de relleno en una cantidad igual al grueso de los tablones antes de llegar á dicho pozo sirviendo así este refuerzo de alefriz para el forro y haciendo desaparecer el inconveniente de un mal calafateo.

LECCION 16.ª

123. GRADAS. De las piezas que constituyen un buque, unas se labran y empernan colocándolas luego en la posicion relativa que deben ocupar y otras por el contrario se labran à medida que se van necesitando.

Estudiada la labra de las piezas principales vamos á tratar de su colocacion dejando la de las demás para ejecutarla conforme nos vayan siendo necesarias: esta colocacion es lo que forma el *enramado* del buque cuya operacion se ejecuta en el sitio destinado á la construccion, el cual recibe el nombre de *grada* que juntamente con la sala de gálibos y los talleres ó tinglados donde se efectúa la labra de las cuadernas y donde se depositan los gálibos, maderas etc., constituyen el *astillero*.

Las gradas son unos planos inclinados con respecto al horizonte de modo que su pendiente està dirigida hácia la mar en cuya proximidad se hallan situadas para que la botadura ó sea el lanzamiento del buque al agua pueda hacerse con facilidad y rapidez. La inclinacion de las gradas tiene por objeto aprovechar la accion de la gravedad como fuerza motriz en el lanzamiento del buque de modo que debe ser tal que la componente horizontal de dicha fuerza sea igual ó un poco menor que el rozamiento. Como el peso de los buques varía con sus dimensiones, es evidente que la inclinacion de las gradas depende de dichas dimensiones, así es que se les puede dar una pendiente de $\frac{1}{12}$=0,083 por metro, en los navios, la cual aumenta hasta 0,080 para las fragatas creciendo todavia mas para los buques pequeños en los cuales se eleva hasta $\frac{1}{10}$ ó $\frac{1}{8}$.

124. CONDICIONES DE LAS GRADAS. Las principales condiciones que deben reunir las gradas pueden reducirse à tres: 1.ª Resistencia snficiente del suelo la cual puede calcularse por los medios que da la mecánica aplicada contando siempre como dato con los pesos de las construcciones que vayan á ejecutarse; la 2.ª consiste en dar à la grada una capacidad apropiada á las dimensiones de los buques que ha de contener y finalmente la 3.ª exige que estos buques puedan quedar siempre en seco en dicha grada para lo cual se necesita que la

eslora de esta á partir de la interseccion de la superficie del mar en los pleamares vivas ordinarias con el suelo de la misma grada sea igual ó mayor que la del buque. En los puertos sin marea la eslora se podrá contar á partir de la interseccion del nivel de las aguas con el suelo de la grada.

125. Forma y disposicion de las gradas; gradas cubiertas. En los arsenales militares se construyen de sillería tanto los muros laterales de las gradas como el suelo dejando en este y de dos en dos metros unas ranuras en sentido transversal destinadas á alojar unas piezas de madera llamadas *madres* sobre las cuales van á aplicarse los picaderos de los que hablarémos mas adelante.

La forma del vaso que constituye la grada (Fig. 162) es la de un paralelepipedo rectangular el cual se termina por el lado opuesto á la mar ó sea en la *proa de la grada* por una superficie cilíndrica de seccion circular. Como el buque necesita ser sostenido por ambos costados durante la construccion por medio de unos puntales de madera llamados *escoras*, se disponen en las paredes que circuyen las gradas, unas gradillas llamadas *banquetas* sobre las cuales se hacen firmes dichas escoras: las banquetas quedan interrumpidas de trecho en trecho por unas rampas destinadas á bajar con facilidad los materiales necesarios para la construccion las cuales reciben el nombre de *varaderos*.

Prescindirémos aquí completamente de la manera de construir las gradas pues correspondiendo esto mas bien à un curso de construccion civil nos haria pasar de los límites de la obra.

Debiendo el buque, sobre todo si es de grandes dimensiones, permanecer mucho tiempo en la grada, quedará por lo tanto fuera del abrigo de los agentes atmosféricos que en determinadas circunstancias pueden comprometer la duracion del buque contribuyendo á su pronta y rápida destruccion. Estas razones y la no menos poderosa de tener que parar á menudo los trabajos durante el invierno, principalmente en los climas lluviosos, han conducido á cubrir las gradas, ya por medio de armaduras permanentes, ya tambien por medio de tinglados movibles. Muchas son las naciones que en un principio han recurrido al primer sistema pero al demostrar la esperiencia que el capital invertido en un cobertizo móvil es muy poco mayor que el interés del que importaba uno permanente ha hecho renunciar completamente al empleo de estos últimos. Los cobertizos movibles se reducen simplemente á un tinglado cubierto con lona alquitranada ó pintada al óleo, cuyo tinglado apoyado sobre el buque lo acompaña en su lanzamiento permitiendo así hacer las obras de á flote con mayor comodidad.

En nuestros arsenales se emplean cobertizos provisionales fijos á la grada y de poco costo, los cuales pueden desarmarse con facilidad despues de una botadura.

126. Antegradas. Las gradas no se terminan á su entrada en la mar sinó que se prolongan de una cantidad mas ó menos grande llamada *antegrada* de manera que el buque al descender durante el lanzamiento vaya descansando sobre ella hasta que desaloje un volumen igual al de su desplazamiento en cuyo caso abandona ya la antegrada.

127. Picaderos. Antes de empezar la construccion del buque en una

grada, es preciso arreglarle la *cama* sobre la cual và á descansar é insistir la quilla de dicho buque. La cama está formada de unos trozos de madera llamados *picaderos* que van colocados encima de las madres y perpendicularmente al eje de la grada: el objeto de los picaderos es levantar la quilla sobre el suelo de la grada la altura suficiente no solo para permitir circular por debajo de la quilla à los operarios, facilitando el empernado con las demás piezas de la construccion, sino que tambien evita la mayor humedad que se apoderaría de los fondos del buque si estuviese en inmediato contacto con el suelo de la grada.

La altura que se da á los picaderos debe estar comprendida entre 1^{m},20 á 1^{m},30 pues si se les da menos hay poca comodidad en el trabajo y si por el contrario se exagerase habría que prolongar mucho la antegrada para conseguir que el buque flotase antes de abandonarle así es que en resúmen deben tenerla menor altura posible para permitir la introduccion de los pernos que van hasta las curvas de bragada.

Los picaderos se componen de tres maderos que se apoyan segun hemos dicho sobre las madres los cuales se unen por riostras que se clavan à las caras de proa y popa con objeto de que no se acuesten los picaderos sobre la línea de máxima pendiente de la grada, se colocan tambien tornapuntas en el plano diametral como indica la (Fig. 163).

Los diversos picaderos tienen á veces diferente altura como sucede cuando el plano de la grada es horizontal como sucede en Venecia en que la inclinacion se obtiene á espensa de la altura de dichos picaderos; esto tiene el inconveniente de que en la proa hay que establecer planchas para trabajar mientras que en la popa son demasiado pequeños para las faenas que por debajo hay que ejecutar.

La madera con que se construyen las piezas de que nos ocupamos, debe ser de primera calidad porque estribando la construccion sobre los picaderos y hallándose espuestos á la accion de la humedad, no deben labrarse sus caras laterales y si solamente las del lecho y sobre-lecho haciendo la labra esmerada para impedir ulteriores asientos.

128. Arreglo de la cama del buque. Para disponer esta cama se da á los diferentes picaderos la altura suficiente y se labra y arregla con un reglon de madera de unos 12 metros de largo, para que pueda abrazar unos seis picaderos empezando por el picadero de popa y terminando el último que abrace la regla; por medio de un nivel de albañil se da á la seccion la pendiente que debe tener y despues se colocan los picaderos intermedios.

Las caras altas de los picaderos deben labrarse con sumo esmero de manera que sean planos inclinados con respecto al horizonte y que tengan las líneas de máxima pendiente paralelas al plano diametral del buque que se va á construir y con la inclinacion fijada de antemano por el nivel de pendiente.

A veces con el objeto de oponerse al quebranto del buque se da à los picaderos un arrufo igual y en sentido contrario al que la práctica nos ha demostrado que toma el buque y entonces en lugar de un reglon para preparar la cama se emplean plantillas deducidas del trazado en la sala; en la actualidad

la cama se dispone plana y no cilíndrica, como acabamos de indicar.

129. Sentado de la quilla. Arreglados los picaderos, se procede á sentar la quilla para lo cual, labradas las piezas que la constituyen, se van depositando á lo largo de la grada y en el plano de esta y por medio de planos inclinados se van subiendo á la cama las diferentes piezas una por una ya algunas d ellas empernadas y con el paño de somonte para resguardar el escarpe.

Marcada en las caras altas de los picaderos la interseccion de dichas caras con las laterales de la quilla, es fácil colocar esta en la exacta posicion que debe ocupar, y proceder al empernado sucesivo desde la pieza última de popa hasta el pié de roda que es la última pieza que se emperna. Es sin embargo conveniente antes de asegurar las piezas de la quilla, rectificar su posicion viendo si sus caras laterales coinciden con las rectas marcadas sobre los picaderos.

Para asegurar la quilla á la cara alta de los picaderos se clavan unos tojinos que las enlacen (Fig. 163) empezando siempre por las piezas de popa y terminando por la roda; despues por medio de una plomada se vé si son verticales las caras laterales de la quilla y sino se consigue que lo sean por medio de cuñas; finalmente hay que observar si la cara alta de la quilla tiene la inclinacion que debe tener haciendo uso del nivel de pendiente que nos ha servido para el arreglo de la cama. Una de las cosas que deben habernos se mirado antes de asegurar definitivamente la quilla es verificar si esta es recta valiéndose de la lienza.

Esta misma lienza nos sirve para marcar sobre la cara alta de la quilla la interseccion de esta con el plano diametral del buque, sobre cuya línea se hace la distribucion de cuadernas marcando la interseccion de las caras de encoramento de dichas cuadernas con la superficie de la quilla, y trasladando estas líneas á las caras laterales numerándolas luego como en la sala; las cuadernas rectas se marcan únicamente con números pero las reviradas llevan además del número una *R;* algunos además de estas líneas marcan tambien con números la interseccion de las caras planas paralelas á las de encoramento con la superior de la quilla.

Debe tenerse presente que al trasladar todas estas líneas à las caras laterales de la quilla no debe hacerse por medio de plomadas sino por medio de escuadras puesto que las cuadernas tienen sus planos de encoramento perpendiculares à la quilla; tambien podría hacerse empleando el nivel de pendiente, pero el primer medio es mas espedito.

130. Arbolado de las diversas piezas. Sentada la quilla, se procede á la colocacion de la popa ó de la proa segun se vaya á empezar por una ú otra parte de la construccion, pero como la inclinacion de la grada es descendente hácia la popa y como à medida que se van arbolando las cuadernas su peso se va refiriendo á esta última parte que es la mas baja es mas lógico, para contrarrestar esta tendencia, dar principio por la popa apuntalando esta parte y avanzando en la construccion de popa à proa, porque si apuntalamos la popa y las cuadernas á medida que las vayamos colocando podrémos ir refiriendo impunemente su peso á la accion de las ya arboladas, mientras que si se sigue el procedimiento inverso, es decir si se empieza por la proa como gene-

ralmente se hace en nuestros astilleros, no se puede referir la accion de la cuaderna en el sentido de la pendiente de la grada á la parte ya arbolada sino que se ha de contrarrestar esta accion por medio de las anteriores, lo cual no consolida tanto el sistema oponiéndose menos á la invariabilidad de forma que debe existir despues de colocado dicho sistema. En nuestros astilleros del Occéano se empieza como hemos dicho por la proa y se termina por la popa, puesto que estando esta parte bañada por las aguas en las pleamares de mareas vivas se deja para el último, trabajando cuando estas lo permitan.

Para arbolar ó sea colocar en el sitio que deben ocupar las diversas piezas que constituyen el esqueleto del buque se siguen dos procedimientos diferentes reducidos à empernar las diferentes piezas que constituyen un elemento de la construccion del buque tales como roda, cuadernas, peto, etc. y arbolarlas enteras ó bien arbolar estos diferentes elementos por partes verificando su empernado despues de colocadas en su sitio. La preferencia que debe darse á uno ú otro de estos procedimientos depende de la energía en los medios de accion de que podemos disponer y de las dimensiones de las piezas que tratamos de arbolar; de todos modos la roda se arbola siempre entera.

131. Operaciones que constituyen el arbolado. La arboladura de las cuadernas, roda etc., da lugar á la ejecucion de tres operaciones que son: *la suspension, elevacion y conduccion al sitio* que deben ocupar dichas piezas y finalmente la *rectificacion*; las tres primeras se llevan á cabo con aparatos especiales.

El aparato de suspension y elevacion ó *cábria* se compone de dos perchas *b* llamadas *bordones* unidas por una cuerda de cáñamo *t* llamada *trinca de portuguesa* que da una vuelta maestra al rededor de cada uno de los bordones que constituyen la cabria (Fig. 164). En el vértice de estos se colocan los aparejos *a* que sirven para elevar las piezas conduciéndolas al sitio que deben ocupar por medio de los aparejos de retenida *r*; para la arboladura de las cuadernas se emplean dos cábrias una á cada costado.

132. Aparejo de plumas. En nuestros astilleros se emplea el aparejo de que acabamos de hablar mientras que en otros se hace uso de otro mas elegante llamado *aparejo de plumas*. Este se compone de dos perchas verticales *p* que descansan por medio de una articulacion de nuez sobre una *solera ó zapato s*. Este aparato se dispone como indica la (Fig. 165) de manera que el plano de las perchas sea perpendicular al diametral colocàndolo un poco mas á popa de la pieza que se trata de elevar; las plumas se hallan enlazadas por su parte superior por un aparejo llamado de *cabeza*, compuesto de dos motones *m* y un *cabo de babor l* que en union con los *vientos v* puede hacer conservar la verticalidad de dichas plumas; cada una de ellas lleva tres vientos que partiendo de su parte alta ó cabeza vienen á fijarse en el suelo por medio de estacas próximamente normales à la direccion de dichos vientos; estos se unen á las estacas por medio de un aparejo destinado à rectificar la posicion de las plumas por su cabeza; la solera sobre la cual insisten las plumas, tienen tambien dos aparejos opuestos que le permiten cambiar tambien de posicion.

Para la elevacion de las piezas se colocan en las cabezas de las plumas los aparejos necesarios cuya tira se hace pasar por una polea de retorno si-

tuada al pié de la pluma para poder ejercer la accion horizontalmente; á fin de que las trincas de los aparejos no resbalen á lo largo de las perchas se clavan unos tojinos *t* en su parte superior constituyendo lo que se llama una *encapilladura*.

133. Motones y cuadernales. Todo aparejo se compone de dos ó mas poleas cada una de las cuales consta de una ó mas cajeras con sus roldanas recibiendo en el primer caso el nombre de *motones* y en el segundo el de *cuadernales* de dos ó tres etc. *ojos*.

Tanto los motones como los cuadernales constan de dos partes, la *quijada* y *las roldanas*; la primera hecha generalmente de álamo (Fig. 165) tiene un taladro para dar paso al eje de las roldanas y dos acanaladuras para la *gaza* ó cabo destinado á amarrarle; las segundas por lo general no presentan diferencia alguna respecto de las empleadas en las construcciones civiles. Sin embargo hoy se emplean en marina las roldanas llamadas de *patente* cuyo dado en lugar de estar formado de dos coginetes de bronce dentro de los cuales se mueve el eje, tienen interiormente una serie de cilindritos de hierro que pueden girar libremente con dicho eje contribuyendo asi à disminuir el rozamiento.

En todo aparejo se da el nombre de *arraigado* al moton fijo, *cabo* à las cuerdas que lo unen con los móviles y *tira* al estremo del cabo al cual se aplica la potencia.

Para unir el cuadernal movil á la pieza que se trata de mover se dà á este una trinca de reata sin fin enlazándola à la gaza por medio de un *sotrozo* ó taco de madera. (Fig. 166.)

134. Cabrestantes. Cuando las piezas que hay que arbolar son de poco peso se emplea directamente la fuerza del hombre ó bien del ganado caballar ó vacuno pero en los demás casos se auxilia la operacion por medio de los *cabrestantes* que son unos tornos de eje vertical. Todo cabrestante (Fig. 167) esta compuesto del *cuerpo* y del *sombrero*. El cuerpo consta de varias piezas de madera que forman una superficie semejante á un hiperboloide de revolucion estriado; va metido en una caja ó bastidor y sujeto á él por medio de un eje llamado *mecha* ó *alma* cuya estremidad inferior descansa y gira en su quicio ó *gorron*. Las partes salientes de las estrias del cabrestante se llaman *guarda-infantes* y las entrantes *malletes*; sobre los primeros se arrolla el cabo ó la tira de los aparejos, que si es muy gruesa y hay que darle muchas vueltas con peligro de que no se *monten las guardas*, es decir, de que una vuelta se coloque sobre la otra aumentando la resistencia, se sustituye por otro mas delgado llamado *virador*.

La potencia en esta clase de máquinas actua en el estremo de las barras que se empotran en unas cajas que lleva el *sombrero* ó tope del cabrestante y à las que se las dà el nombre de *bocabarras*.

Cuando se empieza á virar el cabrestante aparece en él una tendencia á deshacer las vueltas la cual debe constrarrestarse para no originar las desgracias que sin enérgicos medios de retenida podrian acaecer; este es el objeto de los *linguetes de retenida* que son unas lengüetas *l* de fundicion que impiden al tropezar con sus topes, que gire el cabrestante en sentido contrario-

Por pequeña que sea la *mena* del virador, es decir por poco diámetro que tenga despues de dar varias vueltas al cuerpo del cabrestante llegará un momento en que hallándose ya lleno tengan que montarse las guardas; entonces lo que se hace es desarrollar el cable por un estremo mientras se arrolla por el otro no dejando mas que las guardas ó vueltas suficientes para producir un rozamiento que impida el escape del cabo.

Para aguantar el *socaire* ó sea hacer la operacion que acabamos de indicar se coloca un hombre debajo del sombrero é inmediato al cabrestante el cual cuidará al mismo tiempo que no se monten las guardas pues á veces aunque sean pocas las vueltas al deslizar el cabo en los guarda infantes sucede lo que acabamos de decir, de manera que al desarrollarse se desmontan dichas guardas y todo el sistema esperimenta una sacudida que en marina se llama *estrepada* ó *estrechonazo* y que puede ser de consecuencias funestas para los operarios que al ejercer su accion en las barras tienen muchas veces apoyado su pecho contra ellas.

135. Diferentes medios de trasporte de piezas. Labradas ya las ligazones de las diferentes cuadernas, se procede á armarlas y rectificarlas; pero el desarrollo de estas piezas y el poco terreno de que generalmente se dispone al pié de las gradas hace que el encoramentado de las cuadernas se haga en el mismo sitio donde se labran (á alguna distancia de la grada,) teniendo que transportar ya las ligazones aisladas, ya las cuadernas, por secciones hasta el punto donde se arbolan.

El transporte se verifica generalmente en los astilleros por medio de unos ganchos llamados *perros* que se clavan à la pieza (Fig. 168) que se quiere transportar la cual es arrastrada por una fuerza animal; este proceder, si bien es sencillo, tiene el inconveniente de deteriorar mas ó menos las aristas de las piezas labradas por lo cual se sustituye con ventaja por la *rastra* (Fig. 169) ordinaria de madera sobre la cual se colocan las liga zones.

El mejor medio de transporte es el carro llamado *trinquival*, el cual consiste (Fig. 170) en un eje con dos ruedas al cual va unida una lanza consolidada con dicho eje por medio de dos apoyos que forman un triángulo isósceles con el eje; perpendicularmente al plano de este triángulo y empotrada en dicho eje va una espiga ó brazo de hierro al cual se trincan las ligazones. Para conducir una pieza cualquiera por medio de este aparato se empieza por colocar la lanza vertical con lo cual queda horizontal la espiga de hierro; se trinca á esta la pieza por su centro de gravedad aproximadamente y en seguida se vuelve à colocar la lanza horizontal quedando así la ligazon suspendida y en disposision de transportarla, aunque antes es necesario para que no cabecee la pieza trincarla por un estremo á la lanza lo que permite poderla ya conducir sin peligro.

136. Arbolado de la roda. La roda se arbola siempre entera sea cualquiera el porte del buque y solo su pié es la única pieza que de antemano emperna à la quilla; en Francia se arbolan á la vez roda, caperol, contra-roda y apóstoles, pero en nuestros arsenales no se hace esto

mas que en buques pequeños, al paso que en los navios y fragatas únicamente se arbolan la roda, caperol y contra-roda.

Colocado el aparato de plumas de modo que su plano, perpendicular á la quilla, esté un poco mas à proa que el último picadero, se coloca la roda inmediata al sitio que debe ocupar, se fijan dos aparejos compuestos cada uno de cuadernales de dos ojos, uno hacia el estremo superior del caperol y otro hacia el tercio à partir del estremo inferior en cuyo punto se fija tambien el aparejo de retenida compuesto de dos motones, uno fijo y otro arraigado.

Al colocar la roda en la grada se dispone de modo que la concavidad mire hácia la quilla y que se apoye en el suelo por la cara de distinto nombre que el costado de la grada en que se encuentra, haciendo que el aparejo que se fija al caperol se apoye sobre la pluma del costado en que se halla acostada la roda. Se empieza por templar los aparejos y luego se va elevando la roda y guiándola convenientemente hasta que el cuadernal móvil del caperol venga á besar el arraigado correspondiente de la pluma; despues de dejar colocada la roda en la posicion en que próximamente debe quedar haciendo que coincidan los escarpes de la roda y pié de roda, se dan reatas provisionales á dichos escarpes y se procede à la colocacion de escoras igualmente provisionales que sirven no solamente para sostener la roda apoyándose sobre los tojinos convenientemente clavados sobre ella, sino que tambien permiten corregir la posicion de dicha parte: despues de todo esto se procede á la labra de las escoras que han de sostener esta parte durante el curso de la construccion.

Para arbolar la roda, se emplean generalmente seis caballos para cada aparejo, si dicha roda es de un navio ó fragata, ó bien la fuerza equivalente en hombres, bueyes etc.

Para sujetar la misma pieza se emplean tres escoras; una situada en el plano diametral y dos en el transversal; la primera se apoya sobre el caperol y las segundas sobre la roda, es decir, sobre toginos clavados de antemano en los puntos donde van á colocarse: para que estas escoras no se hundan en el terreno se apoyan sus pies sobre unas zapatas ó soleras á las cuales se clavan toginos colocando entre estos y el pié de la escora unas cuñas que se pueden sacar ó meter à golpe de mandarria para hacer avanzar ó retroceder el pié de la escora y rectificar convenientemente la posicion de la roda.

Rectificada groseramente la posicion de dicha pieza, se procede á la labra de las escoras definitivas para lo cual se mide con una lienza la distancia entre el pie y la cabeza de la escora y á fin de que su cabeza se apoye convenientemente contra la roda y tojino á ella clavado, se toma el cartabon α (Fig. 171) con la *muletilla* que es una falsa regla de mango muy largo la cual se aplica desde el suelo y contra la roda de modo que, coincidiendo dicho mango con el eje de la escora, el mas corto se aplique sobre el costado. Para que la cabeza de la escora se ajuste tambien al tojino, se labra el plano AB que forma con el AC un ángulo complementario del α; despues de esto se chaflana la cabeza como indica la figura para evitar en A una arista viva y se labra el pié de la escora tomando con la muletilla el ángulo del eje de esta con el

plano de la solera. Del mismo modo que hemos labrado una escora se labran las demás que sostienen las diversas piezas del buque.

137. Rectificacion definitiva de la roda. Para rectificar la roda despues de colocadas las escoras definitivas se empieza por *pesarlas,* es decir, por arreglar su posicion con respecto al plano diametral; para esto se fija una lienza por dos puntos en la cara lateral de la quilla y en su estremidad; despues se baja una plomada desde varios puntos de la cara plana de la roda que deberà ser la misma que la de la quilla que acabamos de indicar, se ve si la plomada enrasa con la lienza prolongada convenientemente y si no enrasa ó es tangente se corrige por medio de las escoras. Despues se procede á corregir el lanzamiento y curvatura de la roda fijando una lienza en un punto de la regala y en otro, cuya distancia entre ambos se sabe por el dibujo de la sala; tambien puede rectificarse su flecha con lo cual se consigue situarla exactamente en la posicion y forma que debe ocupar definitivamente.

Otra comprobacion consiste en fijar la posicion de la perpendicular de proa, para lo cual marcada en las dos caras laterales de la roda dicha perpendicular de proa segun el dibujo de la sala, se aplica el nivel de pendiente ***LIP*** (Fig. 171) segun la perpendicular y la plomada, si la roda está bien situada, pasará por el punto de enrase que marca la pendiente que tiene la quilla.

138. Arbolado de las cuadernas. Arbolada la roda y situada la perpendicular de proa, se procede inmediatamente á hacer lo mismo con las cuadernas del cuerpo de proa, empleando para esta operacion el mismo aparejo de plumas descrito anteriormente.

Para que la maniobra se pudiera hacer lo mas breve posible, sería de desear que las cuadernas se dispusieran cerca de la quilla de modo que las varengas vinieran inmediatas al lugar que debian ocupar; pero en la imposibilidad de llevar á cabo este proceder, los franceses disponen varios montones ó pilas de ligazones à lo largo de la grada y en el órden en que se van á colocar.

En nuestros astilleros, cuando los buques son de gran porte el arbolado de las cuadernas se divide en tres partes empezando por el arbolado y empernado de las varengas y genoles, colocando en seguida todas las ligazones de estribor y concluyendo finalmente por las de babor. Muchas veces en lugar de arbolar sucesivamente las ligazones de una banda se hace la operacion alternativamente lo cual es mucho mejor porque asi se reparten los pesos mas uniformemente y se consigue que el centro de gravedad del sistema pase por la quilla ó base de sustentacion evitando asi el que trabajen tanto los encoramentos.

Cuando las cuadernas se pueden arbolar enteras, se fijan arraigadas á las cabezas de las varengas y de los barraganetes, empleándose tambien aparejos de retenida para guiar el movimiento.

Templados los aparejos, se empieza alando con mas rapidez los de la cabeza y al estar suspendida la cuaderna se guia con los de retenida hasta colocarla sobre la quilla. En esta situacion se hace resbalar la cuaderna hasta el sitio que debe ocupar valiéndose de crics ó gatos, ó ya tambien de un aparato parecido al que sirve para templar la sierra de codales con lia y tra-

billa, ó sirviéndose simplemente de cuñas y reatas: en esta posicion se clavan unos clavos en la supercie dentro de miembros ó se dispone una escalerilla de cuerda llamada *andaribel* por donde se suben los carpinteros para fijar las *charranchas* ó piezas que tienen por objeto hacer invariable la posicion de la cuaderna con relacion á las otras ya situadas ó á la roda.

Hecho esto, se procede á colocar las escoras provisionales ó á rectificar su posicion.

LECCION 17.ª

139. NECESIDAD DE LAS VAGRAS PARA LA CORRECCION DE LAS CUADERNAS Y PARA CONSERVAR SU INVARIABILIDAD. Acabamos de ver en la leccion anterior los medios de que disponíamos no solo para dar movimiento á las cuadernas sino para fijar la posicion de cada una con respecto á las demás y á la quilla; á pesar de todo no conservaríamos una invariabilidad completa si no apelásemos à las *vagras* que son unas piezas de madera que se colocan en la misma direccion de las lineas que en el trazado llevan su nombre. Estas piezas, que sirven no solo para sujetar las cuadernas sino para corregirlas, se clavan á la superficie fuera de miembros, economizándonos asi los tojinos que necesitaríamos para las escoras puesto que estas pueden apoyarse contra dichas vagras; esto es muy conveniente puesto que al forrar el buque no hay mas que desclavar las vagras y reemplazar cada una de ellas por una traca de tablones, levantando solo una fila de escoras.

Las vagras se hacen de seccion cuadrada de 12 centimetros de lado en las fragatas y hasta de 16 ó 17 en los navios; à veces en lugar de ser un cuadrado la seccion transversal se hace en forma de rombo debiendo adaptarse à la superficie del buque.

Las vagras no pueden ser de una pieza en el sentido de su longitud y se hacen de varias, uniéndolas entre si por medio de escarpes. La madera de que se hacen generalmente es el pino, puesto que debiendo hallarse sometida á un esfuerzo de flexion por la curvatura de la vagra de trazado y à una torsion debid a á la de las cuadernas ninguna tan apropósito para llenar esas condiciones como la que indicamos.

En la parte media del buque donde son tan pequeñas las curvaturas à que nos referimos, pueden emplearse maderos sin labrar poniendo en juego su elasticidad pero se debe tener en cuenta que si bien dicha madera sufre sin alterarse muchos esfuerzos de flexion, se deteriora con rapidez cuando se la somete á la torsion, razon por la cual empiezan á labrarse las piezas cuando crecen las curvaturas de que antes hemos hecho mencion.

Si quisiéramos que los forros no sufrieran torsion alguna seria preciso colocarlos segun las curvaturas que trazan los junquillos al aplicarse entera-

mente sobre la superficie del buque curvas que difieren mucho de las vagras segun las cuales aplicamos los tablones que constituyen el forro.

Para ayustar los tablones á la superficie del buque se colocan proximamente en la posicion que deben ocupar y se trincan (Fig. 172) convenientemente por medio de cabos que atraviesan las claras de las cuadernas á unos maderos, llamados *sotrozos*, colocados perpendicularmente al plano de dichas cuadernas sobre las cuales se apoyan, cuando el tablon y los sotrozos se han unido invariablemente, terminando con la tension suficiente la colocacion de la pieza en su posicion definitiva y venciendo la elasticidad de ella por medio de cuñas que introduciéndose á golpe de mandarria entre las cuadernas y los sotrozos separan à estos de las cuadernas; en esta disposicion las trincas fuerzan á los tablones obligándoles á adaptarse á la superficie del buque, despues se clavan un par de clavos sobre cada cuaderna y las vagras quedan fijas á ellas por medio de estos auxiliares, procediéndose luego à desembarazar las vagras de las trincas.

Otras veces, en lugar de los medios que hemos indicado para aplicar los tablones sobre la superficie del buque, se hace uso de un molinete (Fig. 173).

A medida que se va avanzando hácia las estremidades del buque van aumentando los esfuerzos de torsion y si continuàsemos de la manera que hemos indicado terminaríamos por romper la madera y alterar mucho su resistencia así es que cuando los esfuerzos de torsion son muy considerables se labran las vagras de manera que poniendo solo en juego la flexion de la madera se anule ó por lo menos disminuya mucho la torsion que es la que con mas rapidez deteriora el material sometido á dicha accion.

Para labrar una porcion de vagra como acabamos de decir aprovechando la flexion de la madera y aumentando la torsion ó disminuyendo considerablemente la que tendria la pieza si se tratase de aplicar sin labrarla se procede de la siguiente manera:

Se elige un madero capaz de la porcion de la vagra que se trata de labrar y en la sala se adapta como se vé en la (Fig. 174) al rebatimiento de la porcion de vagra anàloga, cosa que se consigue con mucha facilidad por medio de algunos clavos; colocada la pieza en la disposicion $ABCD$ etc. se marcan los puntos A, B, C, D en su cara inferior y se refieren por medio de plomadas à la cara superior; dichos puntos son aquellos en que las diferentes cuadernas ó sus planos de encoramento encuentran à la vagra. Despues debe tenerse cuidado de marcar sobre la cara superior las trazas de los mismos planos de encoramento como se ve en la misma (Fig. 174).

Si se tratase únicamente de la labra de la pieza que nos ocupa, no consideràriamos las cuadernas reviradas y lo que hemos dicho de las cuadernas rectas lo diríamos tambien con respecto á las falsas cuadernas; pero como las vagras sirven para rectificar la posicion de las cuadernas, es muy conveniente emplear las cuadernas reviradas tanto en proa como en popa en lugar de hacer uso de las falsas cuadernas.

Ninguna dificultad ofrece el empleo de las cuadernas reviradas pues si oa es la traza horizontal de la cuaderna revirada, es preciso encontrar su rebati-

miento sobre el plano de la vagra y con este rebatimiento oA' se procede exactamente como hemos efectuado en las cuadernas rectas, es decir, se marca el punto A', se traslada por medio de una plomada à la cara inferior, despues se marca la traza $A'A_1$ y lo mismo harémos con las demás reviradas ya sean simples, dobles ó triples. La razon de marcar la interseccion del rebatimiento oA' de la revirada con el plano de la vagra y no la interseccion de la traza de la cuaderna con el rebatimiento de dicha vagra se comprende sin mas que considerar que la cara alta de la pieza que vamos á labrar coincide con el plano de la vagra de trazado, es decir, que se coloca en el buque de la misma manera que la hemos colocado en la figura y entonces únicamente las rectas trazadas en el plano son las que se utilizan. Marcadas las rectas anteriores sobre la cara alta de la pieza en cuestion, se desarrolla esta y se procede á la labra de la superficie interior que es la que se va à aplicar sobre la superficie fuera de miembros del buque.

Siendo los planos de las diversas cuadernas rectas perpendiculares al plano de la vagra, como ya hemos marcado sobre la cara alta de la pieza que vamos á labrar la interseccion de las mismas cuadernas con dicho plano que es la cara alta de la pieza, no tendrémos mas que tomar los escantillones 61, 62, 63 etc. correspondientes, aplicarlos convenientemente y labrar la cara en cuestion (Fig. 175).

Asi procederémos para todas las cuadernas rectas, pero en cuanto à las reviradas tendrémos que apelar al procedimiento del ángulo plano porqué aqui el plano de la vagra no es perpendicular al de la revirada y por consiguiente no es posible emplear los escantillones normales.

En las cuadernas reviradas el escanfillon c se toma segun el ángulo formado por el rebatimiento de la interseccion de la revirada con el plano de la vagra; ambos rebatimientos sobre el vertical de proyeccion.

Asi se va procediendo desde la maestra hasta la popa y proa aunque al principio no se labran las piezas, porque siendo sus escantillones rectos y teniendo el buque poca vuelta en las inmediaciones de dicha maestra, una pieza recta de seccion cuadrada sirve para el objeto, pero despues ya es preciso empezar á labrar del modo que hemos dicho.

Para unir las piezas sin labrar con la primera que se labre, como estano tienela seccion cuadrada lo cual no permite ensamblar dichas piezas, làbrase la estremidad del primer madero con un escantillon intermedio entre 90° y el que le corresponderia si sobre este trozo se hubiese procedido como sobre el siguiente; haciendo lo mismo con la estremidad del madero que se va á unir al anterior empleando un escantillon intermedio entre el que nos ha servido para labrar la cabeza anterior y el que corresponda á esta porcion, como antes hemos dicho: en cuanto al escantillon siguiente no se toma el correspondiente sino uno intermedio entre este y el que le sigue y asì sucesivamente.

De esta manera nos aproximamos cada vez mas al escantillon verdadero y al llegar á la estremidadde la pieza el que sirve para la labra se diferencia muy poco de aquel.

Podemos observar aquí que alterando los escantillones harémos esperimentar á la madera que constituye las vagras una ligera torsion al paso que á medida que nos acerquemos á las estremidades del buque, estará sugeta tambien cada vez mas á la flexion á que seria preciso someter las piezas si tratásemos de colocarlas sin labrar ó de labrarlas como hemos indicado lo cual no podria resistirlo el material: de ahí nace la necesidad de labrar piezas llamadas *vuelta y reviro*. De dos modos pueden labrarse las piezas que vamos á emplear en estas partes del buque: ya dejando plana la cara superior de la vagra y coincidiendo con el plano de la vagra de trazado, en cuyo caso las vagras á que nos referimos son de una sola vuelta ó ya haciendo la cara superior normal á la superficie del buque à todo lo largo de la vagra de trazado, en cuyo caso esta cara superior, siendo alabeada, la pieza es de vuelta y reviro: entonces se halla terminada por la cara interior que es la superficie del buque, la inferior próximamente paralela á la superior y la esterior igualmente paralela á la interior.

Cuando se labran las vagras de manera que la cara superior sea plana, es decir, empleando el primero de los procedimientos que hemos citado no hay mas que labrar á la linea una pieza MN (Fig. 176) que sea capaz de la porcion de la vagra que queremos labrar se marca el gálibo $ABCD$, teniendo cuidado de señalar sobre él las trazas de las cuadernas y las correspondientes al rebatimiento de las reviradas ó sea de la interseccion de este rebatimiento con el plano de la vagra, de la misma manera que hemos dicho en el caso en que se aprovechaba la flexion de la madera. Despues se aplican los escantillones $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, de las cuadernas rectas tomados como se ve de la (Fig. 177); en cuanto á las cuadernas reviradas se toma los del rebatimiento pero hay que tener presente al aplicar estos escantillones que los correspondientes à las cuadernas rectas no ofrece dificultad alguna en su aplicacion toda vez que el plano de estas es perpendicular al de la vagra mientras que en el caso de las reviradas hay que apelar al procedimiento del àngulo plano para fijar aquel en que debe tomarse el escantillon α.

En lugar de las cuadernas reviradas podemos valernos de las falsas cuadernas, pero como uno de los principales objetos de las vagras es la rectificacion de la posicion de las cuadernas debemos hacer uso de dichas reviradas; labrada la cara interior no hay mas que tomar sobre cada una las generatrices que hemos trazado las distancias AA_1, BB_1, CC_1, DD_1 (Fig. 176) respectivamente iguales á $a''a''_1, b''b''_1$, etc. unir estos puntos con un junquillo y si està bien labrada la pieza, la linea que resulta debe ser la interseccion de la cara que acabamos de labrar con la plana inferior; estas generatrices se dejan marcadas con tinta encarnada para poder reconocer bien la posicion de las cuadernas tanto rectas como reviradas.

Como en las estremidades del buque todas las cuadernas son reviradas, con el objeto de servirnos de estas para la rectificacion de las cuadernas en la construccion y no hacer uso del método que como hemos visto exige dos escantillones, se emplea en Francia el procedimiento de los escantillones normales que consiste en tomar (Fig. 177) sobre ol una magnitud ok igual á la distancia à la linea que debe tener la vagra segun el buque, trazar $k3$ paralela á oA,

considerar la recta *k3* como una vagra hallar su interseccion con la superficie fuera de miembros asi como su rebatimiento de la misma manera que hemos hecho con la vagra principal *oA* haciendo el rebatimiento sobre el eje *K* paralelo al *o*.

Asi tendrémos (Fig. 178) las dos directrices $ABCD$, $A_1B_1C_1D_1$ de la cara interior de la vagra: con ellas y las generatrices que trazarémos por los métodos, ya citados muchas veces, labrarémos las vagras enseguida.

En lugar de emplear escantillones normales pudiéramos hacer uso de dos gàlibos segun el rebatimiento que hemos efectuado y en este caso la cuestion quedará reducida á, fijado el primer gálibo, orientar el segundo lo cual se consigue fácilmente por medio de escantillones tomados segun las falsas cuadernas por el procedimiento que ya hemos empleado en otras ocasiones; por lo demás la labra de estas piezas con los dos gálibos no ofrece dificultad.

140. LABRA DE LAS VAGRAS PLANAS POR MEDIO DEL PLANO TANGENTE. Cuando la flexion y torsion que deben esperimentar las piezas que constituyen el envagrado es demasiado considerable hay que apelar á labrarlas como si fuesen de doble vuelta empleando ó bien el procedimiento del plano tangente ó el del gàlibo interior.

En el primer caso, suponiendo (Fig. 179) que sean B, C, D, E las falsas cuadernas A el codaste ó la roda y *abcde* la vagra del trazado, por los puntos a, b, c, d, e, en que la recta *ae* encuentra á las sucesivas falsas cuadernas se trazan las rectas $aa'\,bb'\,cc'\,dd'\,ee'$ respectivamente normales á las falsas cuadernas y al codaste ó la roda en dichos puntos; tanto sobre estas rectas como sobre las falsas cuadernas se toman distancias iguales entre si y á la dimension que segun el porte del buque se quiere dar al cuadrado seccion transversal de la vagra con lo cual se obtiene asi, primero la série de los puntos a_1, b_1, c_1, d_1, e_1 etc. y luego la otra serie $a'_1, b'_1, c'_1, d'_1, e'_1$ etc. Completando los cuadrados y uniendo la série de puntos que resultan, queda la vagra proyectada sobre el plano transversal por las proyecciones de sus cuatro aristas; la primera de ellas se proyecta segun una recta que nos representa la vagra en el trazado y constituye la intersecion de la superficie fuera de miembros con la superficie superior de dicha vagra, luego la arista $a_1b_1c_1d_1e_1$ que es la interseccion de la superficie fuera de miembros con la inferior de la vagra, despues la $a'b'c'd'e'$ que es la interseccion de la cara alta con la esterior de dicha vagra y finalmente la $a'_1b'_1c'_1d'_1e'_1$ que es la interseccion de su cara interior con la cara inferior de la misma.

Proyectada esta pieza, para proceder á su ejecucion se traza por el punto *a* que es el que mas dista de la recta *ae* la recta *a'k* paralela á la vagra de trazado y se toma como traza vertical del plano tangente auxiliar que emplearemos en la labra de esta clase de piezas.

Asi pues, podemos ya labrar la pieza análogamente á lo que hemos hecho en el número (82) en que hemos descrito el método de labra por el plano tangente. Este procedimiento tiene el inconveniente de consumir mucha madera inutilmente por lo cual es preferible emplear el método del gálibo interior.

141. LABRA DE LAS VAGRAS PLANAS POR MEDIO DEL GÁLIBO INTERIOR. Para esto se elige un plano interior perpendicular al transversal y con la única condicion

de que pase próximamente por el medio de la vagra que vamos á labrar; en el caso que nos ocupa se elige este plano paralelo al de la vagra de trazado ó el mismo de la vagra, lo cual si bien es cierto que quita algo de exactitud á este procedimiento porque entonces el plano pasa por una arista de la pieza que vamos á labrar en lugar de pasar por su medio, en cambio se simplifican notablemente las construcciones pues está ya obtenido el rebatimiento de la vagra, y por consiguiente no hay necesidad de hallar la interseccion del plano auxiliar con la superficie rebatida porque todo està ya hecho.

La (Fig. 180) indica la proyeccion vertical de la vagra determinada de la misma manera que hemos dicho en el caso del plano tangente; *KT* es el plano de la vagra que hemos elegido como plano interior *RS* es el que pasa por el punto *R* mas distante que considerarémos como plano auxiliar para referir á él todas las construcciones.

Ahora podrémos labrar la pieza siguiendo el camino indicado en unas de las lecciones anteriores.

Haciendo las caras superior é inferior próximamente normales á la superficie fuera de miembros se consume mas madera que haciendo planas dichas caras como antes hemos verificado pero en cambio las secciones de las diferentes piezas se efectúan con suma facilidad siendo exactamente cada una la prolongacion de la otra, cosa que no sucederia en el caso anterior.

Las diferentes piezas que constituyen las vagras se empalman como indica la (Fig. 181) por medio de un escarpe cuyas caras son perpendiculares al plano de la vagra: este essarpe se reforzarà por un choque ó pieza suplementaria.

142. Labra de las vagras de doble curvatura. En la parte alta del buque es decir, desde la cubierta principal donde desaparecen las vagras planas y empiezan las de doble curvatura se emplean estas en vez de las planas; sin embargo, en la cuestion que nos ocupa procediendo conforme hemos procedido en el caso de ser planas, se labran como si fuesen vagras planas paralelas al horizontal porque las de doble curvatura cuando se consideran por pequeñas porciones se pueden tomar como secciones horizontales.

En las vagras de doble curvatura las caras superior é inferior se hacen siempre planas, paralelas y normales à la superficie del buque.

Los gálibos en la labra de estas piezas se toman cóncavos en lugar de tomarlos convexos como hasta en las vagras planas lo hemos efectuado. Sobre estas vagras como sobre las planas se marcan las cuadernas rectas y reviradas, gambotas ó apóstoles etc.

Como para marcar las cuadernas tanto rectas como reviradas en las vagras que ocupan la parte central del buque es necesario desarrollar estas vagras porque en esa parte las piezas de madera se adaptan como un junquillo sobre la superficie del buque, fácilmente se comprende que es necesario saber desarrollar una vagra de doble curvatura y ver donde van à parar en este desarrollo los puntos fijados de antemano. Para esto, si representamos por *abc* y *a'b'c'* (Fig. 182) las dos proyecciones horizontal y diametral de una vagra de doble curvatura, concebimos el cilindro proyectado sobre el diametral y lo desar-

rollamos sobre el plano tangente á dicha superficie cilíndrica en el punto mas bajo $a\,a'$, los puntos $b\,b'$, $c\,c'$, $d\,d'$ describirán círculos paralelos al plano diametral que terminarán en dicho plano tangente y uniendo la proyeccion horizontal de los puntos que resultan por medio de un junquillo, tendremos la vagra $a\,b_1\,c_1\,d_1$ de doble curvatura sin arrufo ó sea desarrollada.

Para marcar sobre las vagras de doble curvatura que ocupan la parte central del buque los puntos correspondientes à las cuadernas, se pliega un junquillo segun el desarrollo $a\,b_1\,c_1\,d_1$, se marcan con tiza encarnada los puntos a, b_1, c_1, d_1, se desarrolla el junquillo, se aplica convenientemente sobre la pieza que ha de dar la vagra y se marcan en la arista superior de la cara que va á adaptarse à la superficie fuera de miembros los puntos correspondientes.

Todas las vagras qne hemos colocado sobre el buque tienen por objeto asegurar la invariabilidad de forma, corregir esta haciendo que sea la verdadera y rectificar la posicion de las cuadernas tanto rectas como reviradas, apostoles, gambotas etc.

143. VAGRAS DE CORRECCION Y CONSOLIDACION; LABRA DE SUS ESTREMIDADES.— Generalmente las vagras que sirven para rectificar la posicion de las diferentes partes del buque son tres; la regala, la del fuerte y la segunda ó la tercera à partir de la quilla: estas vagras se labran con mucho esmero marcando sobre ellas la posicion de todas las piezas, por lo cual se llaman vagras de *correccion ó rectificacion* mientras que las otras, cuyo principal objeto es consolidar la construccion provisionalmente, se denominan vagras de *consolidacion*.

Para la rectificacion de las diversas cuadernas tenemos ademas de las tres vagras, la quilla sobre la cual se hallan tambien marcadas dichas cuadernas.

Ya hemos visto como se labraban las vagras en toda su estension: sin embargo, las estremidades que se introducen en el alefriz tanto de proa como de popa necesitan una labra especial y de la cual vamos à ocuparnos.

De cualquier manera que se hagan las caras superiores é inferiores de las vagras ya sean planas y paralelas ó ya superficies próximamente normales al buque podemos siempre considerar como plana la pequeña porcion de superficie próxima á la estremidad de la vagra y hacer que su plano coincida con el de la vagra de trazado de modo que las proyecciones $a'\,b'\,c'$ y $a'_1\,b'_1\,c'_1$ estarán siempre proyectadas segun los rectas $b''\,a''\,c''$ y $a''_1\,b''_1\,c''_1$. En esta hipótesis para labrar dicha estremidad empezarémos por obtener (Fig. 183) el rebatimiento *abcde* de la vagra que nos servirá de gálibo, y el àngulo ς que forman las caras superior é inferior de la pieza con la cara de la roda: despues de marcar el gálibo *abc* (Fig. 184) sobre una de las caras planas de la pieza se coloca el escantillon ς de manera que su vértice esté sobre la recta *ac* interseccion del plano de la vagra con el de la roda y que su rama *ol* sea normal à *ac*.

Prolongando la recta *ac* hasta llegar á la arista de la pieza que se labra se colocan dos listones *tt* de manera que sus cantos sean paralelos à la lengueta *on*, se marcan sobre las caras laterales del madero las intersecciones de estas con el plano de los listones que será el de la roda y se van labrando

por cada lado las porciones planas *ar sa*$_1$ hasta que la arista *a a*$_1$ forme con *ac* el ángulo α de la (Fig. 184) y como dicha arista se halla fijada sobre el plano de la roda es la que coincide con el canto esterior del alefriz.—De la misma manera obtendrémos el canto interior y despues con estas arista y las rectas *ab* y *bc* labraremos las caras planas cuya interseccion *b b*$_1$ es la arista que se aplica sobre el fondo del alefriz. En esta construccion se han supuesto rectas las aristas *aa*$_1$ *bb*$_1$ *cc*$_1$ cuyas verdaderas magnitudes son á lo mas de 18 centimetros en los navios, por lo cual no se produce ningun error sensible, y lo mismo dirémos con respecto á la suposicion que hemos hecho de que las caras *a' b' a'*$_1$ *b'*$_1$, *c' b' c'*$_1$ *b'*$_1$ de la (Fig. 183) fuesen planas puesto que se aproximan mucho á serlo. Hemos considerado al caso mas complicado de esta labra; de la misma manera procederíamos si terminase la vagra en el codaste cuando este tiene lanzamiento: si no lo tiene es mas sencillo porque entonces α y α_1 son iguales á 90°.

El resto de la labra no ofrece dificultad pues no hay mas que tomar sobre las aristas las dimensiones convenientes y labrar la cara inferior paralela á la superior.

144. Colocacion de las vagras de rectificacion.

Labradas las vagras, se procede á colocar las de rectificacion las cuales llevan marcadas sobre su cara alta las intersecciones de los planos de encoramento de las cuadernas con dicha cara; estas intersecciones se marcan al abrar dicha pieza por medio de un junquillo que se adapta convenientemente sobre el rebatimiento de las vagras y en el cual se marcan los puntos correspondientes á las cuadernas y despues se aplica desarrollado sobre las piezas de las vagras.

En estas vagras se fijan no solo las cuadernas rectas y reviradas sino tambien las piezas importantes como son rabo de gallo, apóstoles etc.

Siempre se empieza à colocar las vagras de la parte de proa del buque y marchando hácia popa teniendo cuidado de que la cara alta de la vagra ó mas bien la arista interior de dicha cara coincida con la vagra ó linea marcada sobre las cuadernas rectificando finalmente la posicion de esta hasta que se confundan enla vagra y cuaderna los puntos marcados que deban coincidir. La aplicacion de la vagra sobre la superficie del buque no ofrece dificultad en las estremidades de popa y proa puesto que se ha labrado convenientemente la superficie interior de las vagras pero en la parte central tenemos que recurrir al aparato especial que ya hemos citado para vencer la elasticidad de la madera y obligarla á adaptarse sobre la superficie del buque.

A medida que se va rectificando la posicion de las cuadernas haciéndolas coincidir con las trazas marcadas, se van fijando las vagras y cuadernas por medio de dos clavos uno en cada cuerpo si es doble y uno solo si es sencillo; no se clava mas que un clavo en las cuadernas que ocupan la parte central de cada ligazon de las vagras mientras que se clavan dos sobre aquellos que constituyen las estremidades. Si al colocar la vagra en su posicion definitiva, despues de haber arreglado varias cuadernas, un punto de una cuaderna no coincide con el mismo de la vagra se puede hacer avanzar ó retroceder dichacua-

derna por medio de un aparejo ó se la puede hacer girar al rededor de la interseccion de su cara de encoramento con la cara alta de la quilla si el pié de la cuaderna està en la posicion que debe ocupar; asi se van dando á esta pieza todos los movimientos para que los dos puntos de la regala, los del fuerte, los de la segunda ó tercera vagra y finalmente el punto situado sobre el diametral en la quilla ocupen la posicion que deben; la coincidencia de estos puntos es muy suficiente para convencernos de su exacta colocacion y de la conservacion de su forma.

Despues de rectificar todas las cuadernas, es cuando se clavan; en algunos astilleros particulares se contentan con rectificar de esta manera la maestra y la séptima ú octava cuaderna tanto de popa como de proa, aun cuando es mejor hacerlo en todas para mas exactitud.

Clavadas ya las vagras de correccion se tiene ya un todo unido y hasta cierto punto invariable que conviene someter á una rectificacion general antes de colocar las vagras de consolidacion.

145. Rectificacion general de las cuadernas.

Esta rectificacion comprende cuatro parciales para cada una de las cuadernas.

La 1.ª consiste en ver si el eje de dichas cuadernas se halla en el plano diametral operacion que constituye el *aplomo ó pesado* de la cuaderna.

La segunda tiene por objeto ver si el plano de encoramento es perpendicular á la quilla.

La tercera, verificar si despues de haber dado todos los movimientos necesarios á las cuadernas para su arreglo están sus planos como deben y finalmente la cuarta se reduce á observar si la cuaderna no ha variado de forma.

Para asegurarse de que todas las cuadernas tienen sus ejes en el plano diametral, se marcan en las caras interiores del contra-codaste interior y contra-roda sus intersecciones con dicho plano; despues, desde las ventreras altas se bajan una serie de plomadas á partir del eje de la cuaderna marcado sobre ellas cuyas plomadas si la cuaderna esta bien pesada, es decir, si esta bien colocada con respecto à la quilla debe pasar por el eje de esta; despues, hallándose suspendidas todas las plomadas, se coloca uno en cada una de las estremidades del buque y se vé si todas las plomadas se hallan situadas en el plano diametral. En lugar de colocar esta série de plomadas se pueden tender lienzas horizontales á diversas alturas en el diametral, pasear una plomada por el eje de todas las cuadernas y ver si enrasa con las diferentes lienzas que hemos tendido; las correcciones se hacen aflojando ó apretando las cuñas de las escoras.

La segunda correccion es casi inútil pero nada se pierde en ver si el plano de la cara de encoramento es perpendicular á la quilla de la misma manera que ya lo hemos efectuado al colocar las cuadernas, pero si queremos tener una seguridad completa no habrá mas que bajar dos plomadas desde dos puntos tomados sobre la vagra del fuerte tender una lienea horizontal que enrase

con las dos plomadas y ver si el ángulo que forma esta lienza con la quilla es de 90°. Tambien se puede tomar en la quilla dos puntos uno á proa y otro á popa del plano de encoramento y equidistantesde él, unirlos por una lienza mucho mayor que la distancia de esos dos puntos y ver si el punto medio de la lienza se halla en el plano de encoramento de la cuaderna.

Para ver si ha quedado plana la cara de encoramento se tiende una lienza entre dos puntos de dicha cara y con otra lienza que tiene un punto fijo sobre dicha cara y otra que se pasea á lo largo de ella se ve si constantemente enrasa con la lienza anteriormente tendida en cuyo caso es plana la cara que queremos comprobar.

Para conocer la alteracion que puede haber sufrido la curvatura de la cuaderna basta tomar con un compas de pinulas las distancias que hay en la sala entre dos vagras, 3.ª y 5.ª por ejemplo, y ver si esta distancia es igual en la cuaderna en cuestion; esto se hace dos ó tres veces sobre cada cuaderna tomando varias vagras y si las distancias son iguales, estarémos completamente seguros de que no ha variado de forma.

Hecha esta rectificacion se procede á colocar las vagras de consolidacion.

146. Colocacion de las escoras.

Las escoras se colocan proximamente en el plano de cada cuaderna y sobre las vagras de consolidacion, pero teniendo cuidado de alternar las escoras de dichas vagras en las cuadernas sucesivas pues no es necesario que cada cuaderna las lleve sobre todas las vagras; mas para no deformar la cuaderna debe procurarse que cada una tenga el mismo número de escoras é igualmente dispuestas á babor y estribor. Asi una cuaderna lleva escoras sobre la 1.ª, 3.ª y 5.ª vagra y la siguiente las llevasobre la 2.ª y 4.ª y la inmediata vuelve á llevarlas sobre la 1.ª 3.ª y 5.ª y asi sucesivamente.

Las cuadernas por efecto de la inclinacion de la grada tienen una tendencia á caer hàcia la popa del buque.

Esta tendencia se hace que no dé resultado colocando sobre la maestra y sobre algunas otras cuadernas, pares de escoras llamadas *tornapuntas* ó *contretes*. (Fig. 185)

Cuando se ha terminado esta operacion se dice que el buque esta *envagrado*.

LECCION 17.ª

147. CUADERNAS DE HENCHIMIENTO.—Recordando lo que ya hemos dicho en lecciones anteriores distinguiremos las cuadernas en dos clases de armar y de henchimiento; habiéndonos ocupado de las primeras vamos à tratar de las segundas.

Estas cuadernas son de dos sistemas: à la española ó sean de dos cuerpos unidos por su cara de enceramento como las de armar ó principales las cuales ofrecen una gran resistencia dando al barco una gran solidez y un trazado mas exacto y sencillo si bien tienen el grave inconveniente de presentar claras mayores que en el segundo sistema, ó á la inglesa en el que las claras se reducen en cantidad, es decir, que el espacio formado por las dos claras que fija el primer sistema se reparte en este último en tres y por consiguiente menores y ofrece ademas mayor economía de material. Cualquiera que sea el sistema empleado, enramado ya el buque y fijadas las vagras principales, se procede à sacar los gálibos de las cuadernas de henchimiento de la manera siguiente:

En el canto alto de cada uno de los trozos de vagra comprendidos entre dos cuadernas de armar, se fijan los puntos de division correspondientes al espesor que han de llevar las cuadernas y á la estension de sus claras; hecho esto en todas las vagras, en la regala y en la quilla, el gálibo que pase por estos diferentes puntos será el de una cuaderna cuyo superficie esterior se labrará por escantillones normales é iguales á los empleados en la cuaderna principal inmediata. Despues con dos tablas cortadas próximamente segun la cuaderna se traza el gàlibo de ella fijándolas como indica la (Figura 186) y se lleva á partir de las diferentes vagras la dimension á la grua de la cuaderna inmediata v. g. desde el punto *b* al *a* por medio de normales; esta operacion se repite para los *b' b''* etc, y se tiene la série de puntos *a a' a''* que se unen con un junquillo con lo cual queda marcado el gálibo sobre las dos tablas procediéndose á cortarla con la sierra y rectificar con un cepillo los mas pequeños defectos.

Para tomar los escantillones, estando colocada la tabla segun el plano de encoramento, se fija el mango de la falsa regla segun la tab'a al propio tiempo

que se aplica la hoja segun la vagra, quedando asi marcado el ángulo α.

Hay buques en los cuales únicamente se labran con las plantillas deducidas de la sala de gálibos la mitad de las cuadernas de armar y en este caso estas se rectifican en su labra por los escantillones de las líneas de agua y secciones longitudinales y tanto mas cuanto mas se separan las cuadernas labradas; esto solo se hace en los buques del comercio.

Tambiən se puede seguir otro procedimiento para deducir el perfiI de las cuadernas para lo cual se fijan lienzas que comprendan dos ó tres vagras segun las diferentes posiciones sucesivas de *a* á *b* de *b* á *c* etc. (Fig. 187); la envolvente de estaslíneas que serán tangentes al gálibo nos marcará perfectamente la verdadera forma de este en la tabla que como antes fijarémos por medio del nivel de pendiente en el plano de encoramento de las cuadernas.

Obtenidos los gàlibos y escantillones se procederá à labrar las ligazones y á fijarlas y empernarlas si se arma por completo y en otro caso por partes segun su colocacion, rectificándolas anticipadamente y haciendo los barrenos como en las de armar. Cuando se coloquen por partes se fijará primero las varengas y despues los genoles alternando las juntas como ya hemos dicho; y si la cuaderna es doble ó á la española, se colocan los dados de que ya hablamos anteriormente.

No pudiendo colocar normalmente los pernos segun se comprende fácilmente puesto que las distancias no lo permiten, se clavan oblicuados y para compartir mejor su colocacion se fijan alternativamente uno por capa cara segun lo indica la (Fig. 188) teniendo cuidado que, al hacer el barreno, el perno penetre en la masa del dado colocando este normalmente à la cara de encoramento pero de espesor suficiente para que tenga lugar dicha disposicion.

En las reviradas no se puede emplear este sistema porque alli es preciso obrar con mas exactitud y esmero; en la roda habrá que macizar el espacio que queda entre la última retirada y los apóstoles labrados de la misma manera que las cuadernas.

148. Colocacion y forma de los batiportes de las portas de las baterias.

Enramado el buque, se empieza por colocar los batiportes cuyas dimensiones guardan armonía con las de las portas de las que nos ocuparémos mas adelante y por consiguiente con el calibre de las piezas. Los batiportes altos cuya dimension à la grua ya sabemos, suelen tener de altura en los navios 10, 9, y 8 cent. respectivamente en la primera, segunda y tercera batería y los bajos en el mismo órden 16 cent. 14, y 13.

En el alcázar y castillo, la regala en su canto bajo constituye el batiporta alto.

Los batiportes se unen á los batientes de las portas por medio de ensambladuras diversas como pueden verse en la (Figura 189.)

Los batiportes altos se fijan à los tablones de forro con pernos, mientras que los bajos se aseguran al trancanil.

Para dar entrada á los obreros en la parte baja del buque se suprime

alguna ligazon de la segunda vagra para lo cual se la fija por reatas previamente y despues de rectificadas las cuadernas de que forma parte, advirtiendo que ha de pertenecer á una de henchimiento, ó se suprimen las reatas quitando tambien la parte de vagra comprendida entre dichas ligazons.

149. MACIZADO DE LOS FONDOS Y DE LAS CLARAS DE LAS CUADERNAS.

Con el objeto de hacer mas invariable la posicion de las cuadernas previniendo sus deformaciones, se ha tratado de macizar las claras de las cuadernas en términos de llevar algunos constructores esta operacion hasta macizarlas completamente en toda su estension para fijar bien los pernos de los tablones; mas hoy dia se ha abandonado esta disposicion que recarga el peso y el gasto del material y sobre todo impide la necesaria ventilacion de las cuadernas. No obstante, en ciertos puntos donde se necesita una gran solidez como es en la parte inmediata á la serviola y á los escobenes se maciza por medio de tacos y tambien se procede igualmente al rededor de las portillas de luz para el sollado; estos tacos que llevan una ranura triangular para que corra el agua hasta el fondo tienen una altura de 20 á 30 centimetros.

El macizado de los fondos se ejecuta desde la cabeza de los genoles hasta la sobre quilla por medio de trozos grandes de madera toscamente labrada que se colocan à mazo. Antiguamente este macizado se hacia con un mortero compuesto de cal, arena y pequeños pedazos de hierro pero hoy está completamente desechado este sistema pues la cal con el agua del mar destruía completamente la madera. El material empleado para este objeto es la madera de pino porque es la mas barata, aun cuando mejor sería el roble cuya duracion es mucho mayor; este macizado se dispone de modo que la cara superior tenga una cierta pendiente al centro con el objeto de reunir las aguas y estraerlas en este punto por medio de las bombas de achique.

La madera empleada debe estar en el mejor estado de salud como la de las cuadernas. Antiguamente se establecian ranuras triangulares á lo largo de la quilla pero en las caras inferiores de las vagras para comunicar entre si las claras y reunir las aguas en la popa; hoy dia se ha desechado este procedimiento que tiene el inconveniente de pudrir la madera é impedir el contacto perfecto de la aparadura con la varenga, asi es que lo que se procura es reunir las aguas en la cara alta de las bragadas haciendo estancos los fondos interior y esteriormente, resguardando asi tambien la parte inferior.

Donde abunda el pino se emplea el macizado de él y para hacerlo mas sencillamente se deja la mayor cantidad posible de madera en los genoles si bien lo mejor es emplear la madera estrictamente necesaria.

Las piezas se labran como las ligazones de las cuadernas de relleno y se toman los anchos sobre el buque en construccion; estas piezas se colocan en el sitio que deben ocupar á golpe de mazo un poco apretados trazando tambien los barrenos oblicuos para asegurarlos á las cuadernas próximas para que sugeten la mayor cantidad de madera. Los pernos se hacen exagonales y los barrenos circulares; se emplean ambien cabillas de madera de for-

ma de pirámides que estan menos espuestas à la pudricion quelos pernos de encoramento siendo mas baratos y sujetando mejor cuando se dilatan por la humedad.

La (Fig. 183) representa las disposiciones de estos mazizados.

LECCION 18.ª

150. Aparado de la superficie de dentro de miembros.—Armadas todas las cuadernas, arboladas la roda y codastes y envagrado el buque, es preciso proceder á la colocacion del forro interior; pero como apesar de las precauciones que se toman para la labra de las cuadernas no puede esta llevarse á cabo con exactitud matemática y como por otra parte la tendencia de estas piezas à deformarse puede ser causa de alguna alteracion en la superficie interior del buque, es evidente que antes de colocar los tablones del forro interior debemos rectificar dicha superficie por medio del *aparado*. Para ejecutar esta operacion se tiende en el sentido de la eslora y paralelamente el plano diametral *piolas* ó *cordeles* distantes unas de otras 0m,50 de manera que queden aplicadas sobre la superficie del buque para lo cual se las sugeta con clavos de trecho en trecho; si la superficie es continua, las piolas quedarán aplicadas exactamente sobre las cuadernas y si no sucediera esto, claramente podrémos ver las partes mas salientes y corregirlas por medio de la azuela. Determinada ya esta serie de directrices, es fácil solamente à sentimiento seguir aparando pues ellas nos sirven de guia para llevar á cabo con buen éxito la operacion. Tambien se puede emplear un junquilloen lugar de los cordeles.

151. Manera de prevenir los vicios de las maderas a consecuencia de un esceso de samago; sobresanos.—Llámase *sàmago* á las capas anulares que encubren á la verdadera madera de un tronco, capas que mas tarde habian de pasar á este estado sino se hubiera cortado el árbol de que formaba parte El sámago es pues una madera imperfecta, blanda, de poca consistencia y por lo tanto fácil de hacer entrar en descomposicion á la que ya llegó à tener las propiedades necesarias para servirnos de ella en la construccion, siempre que pongamos á los dos en intimo contacto.

Por esta razon cuando en el aparado de la superficie del buque aparezca sámago en alguna ligazon, serà conveniente despojarla de esta sustancia, sustituyéndola con madera de la misma clase que forma la pieza y que esté en buenas condiciones de salubridad.

Cuando la aparicion del sámago se presenta con igual espesor en la superficie de una pieza, lejos de indicar un defecto en la eleccion de esta, prueba

que no ha habido gran desperdicio de material y que se ha escogido de las dimensiones estrictamente necesarias. Escusado es decir que la tolerancia del sámago no puede llegar mas que hasta cierto límite, por lo que se debilitaria las ligazones al sustituirlo con sobresanos de madera buena, y unicamente en la cara que constituye la superficie fuera de miembros pues en las caras de encoramento sobre todo podrìa ocasionar la pronta pudricion de las piezas inmediatas.

La notable escasez de las piezas curvas que son necesarias para la construccion naval y el escesivo costo que esta misma falta ocasiona, obliga á admitir en los arsenales piezas de esta forma cargadas de sámago en términos que al separar quedan las estremidades de la ligazon por la parte cóncava y en el centro por la convexa con una falta grande de material.

Para comprenderlo con mas claridad (Fig. 191) supondremos que tengamos que sacar una varenga *monqrp* de una pieza *ABCD* que presenta en su superficie interior y esterior un espesor de sámago *ABmn* y *CDpq*: es evidente que al despojar á la pieza de esta sustancia suprimirémos en ella las partes *Dpr* asi como la *mon* que tendrà que suplirse con un sobresano, siempre que estos suplementos pueden llegar á interesar à la pieza hasta el estremo de qutarle toda su resistencia. Nosotros no admitimos las piezas en las cuales el sámago tenga un espesor superior al tercio de la dimension á la grua y unicamente esta tolerancia se estiende á las piezas destinadas á formar parte de las cuadernas de henchimiento puesto que á las de armar debe procurarse conservarles la mayor integridad y resistencia.

152. Labra y colocacion de la sobrequilla.—La primera pieza del forro interior es la *sobrequilla* (Fig. 192) que como su nombre lo dice tiene mucha analogía con la quilla; va colocada en el plano diametral y sobre las bragadas de las cuadernas enlazando á estas con la quilla por medio de fuertes pernos de cobre que se introducen por la parte interior del buque y se remachan en el canto bajo de dicha quilla.

La sobrequilla empieza en proa desde la cubierta principal y termina en popa en la misma cubierta; su dimension á la línea es un poco mayor que la de la quilla en la parte central del buque, disminuyendo en las estremidades para ser igual à la de la roda y codastes: está formada de dos caras planas paralelas al plano diametral y de dos superficies cilíndricas paralelas cuyas generatrices siendo perpendiculares al plano diametral, se apoyan sobre la curva de bragadas, que es una de sus directrices. Como no es posible hacer la sobrequilla de una sola pieza en el sentido de la eslora del buque, se hace de varias las cuales se ensamblan del mismo modo que las de la quilla pero con la precaucion de que las ensambladuras alternen en lo posible con las de esta pieza.

La labra de la sobrequilla encierra poca dificultad puesto que para las superficies cilíndricas que constituyen sus cantos altos y bajos podrémos obtener en la sala el gàlibo de la curva de bragadas que nos da la directriz; con esta curva marcada sobre una de las caras planas y con la escuadra podrémos ejecutar el trabajo.

En los navios y fragatas grandes sehace la sobre-quilla de dos piezas en el sentido de babor á estribor las cuales se aseguran entre si por medio de pernos y dados: en este caso pueden suprimirse los escarpes de union, en el sentido de la eslora, à las diversas piezas colocándolas á tope.

En la construccion antìgua no se macizaban los fondos entre cuadernas por lo cual para asegurar mas la invariabilidad del sistema se endentaba la sobre-quilla en las cuadernas (Fig. 193) evitando asi el movimiento de estas: como esto exigia mucha mano de obra y desperdicio de material, se sustituyó por el sistema actual que no deja nada que desear bajo el punto de vista de la seguridad.

153. Colocacion de la sobre quila en la popa segun las diferentes clases de estas.—En la popa cuadrada (Fig. 194) la sobre quilla que debe aplicarse sobre la bragada de los yugos termina igualmente en la cubierta principal, ó lo que es lo mismo en el yugo principal. Esta porcion de la sobre quilla es como la parte correspondiente á la proa, una pieza importante para la ligazon del buque. A popa de la aleta se maciza la clara comprendida entre el último yugo por medio de piezas en el sentido del largo sobre las cuales se continúan las curvas de bragadas empernando el todo con la curva coral la quilla y el codaste.

En los buques de hélice, es necesario modificar las formas de los pies de las cuadernas para practicar el barreno ó taladro que recibe el eje de la hélice macizandose toda la parte donde se practica este barreno. El sitio donde el eje viene á encontrar á la curva de bragadas debe estar hacia proa lo suficiente para que se tenga espacio bastante para la colocacion del aparato que sirve para impedir la entrada del agua y al traves de cual pasa el eje.

A este sitio se le llama *macizo del eje*. Observemos que este eje irà á encontrar á la curva de bragadas muy oblicuamente en razon de la mucha inclinacion que hacia este paraje tiene dicha curva, lo cual impediria colocar cómodamente el aparato de que hemos hablado sino se recurriese á otro medio que consiste en hacer penetrar el eje en el macizo por una cara plana y perpendicular á la quilla, á cuyo fin se avanza el macizo hacia proa hasta el lugar conveniente de modo que dé la altura requerida y en este punto se traza un plano vertical $m'n'$ (Fig. 195) que es generalmente el de la cara de encoramento de una cuaderna y en el punto de interseccion n' se interrumpe la curva de bragadas de suerte que la pieza de sobre quilla vaya á apoyarse por su estremidad en este plano $m'n'$ el cual serà perpendicular al eje de la hélice pues este es paralelo al canto alto de la quilla y m' n' lo hemos trazado perpendicular à esta.

Para hallar la posicion del plano $m'n'$ se observa sobre el plano transversal la cuaderna en cuyo contorno interior haya espacio suficiente para colocar el aparato del eje sin contar el forro interior del buque y hallada esta se tendrá su traza p' q' sobre el diametral lo cual nos dará el punto n': tomando despues la altura n' m' necesaria para el aparato del eje arrancará de m' la sobre-quilla de popa hasta su terminacion dejando de ser por consiguiente esta parte prolongacion de la anterior n' s'. La parte estrema de popa m' n'

se termina de diferentes maneras segun que el buque es de dintel ó puente ó que sea de pozo.

Cuando el buque no tiene pozo, se hace terminar la sobre-quilla en el codaste de popa apoyándose sobre el de proa, se emperna todo sólidamente cuidando de dirigir los pernos en una direccion oblícua en la parte que va sobre el eje de la hélice en la cuaderna, para que no vayan á encontrar el barreno por donde pasa dicho eje,

Para trazar el contorno *m'* *o'* de la sobre-quilla, una vez fijado el punto *m'* de manera que *m'* *n'* sea de una altura suficiente para recibir el aparato del eje que será de 1.^{m} 50 para una máquina de 1000 caballos, se ve el punto *o''* en el cual la cara lateral de la sobre-quilla corta á la de proa del codaste de proa segun su contorno interior: bastará entonces proyectar *o''* *o'* y por *o'* y *m'* se hace pasar una curva arbitraria que se termina en el codaste de popa como en un buque de vela.

En la fragata Tetuan se ha seguido un sistema de construccion análoga al que se acaba de esponer y como se vé en la figura donde se ha marcado la dirreccion de los pernos.

En esta fragata se ha suprimido la curva coral.

A causa de la altura que se tiene que dar á la bragada, resultará que esta tendrà una anchura demasiado considerable en el sentido de babor á estribor para que se la de á la sobre-quilla, asi es que bastará darle á corta diferencia el mismo grueso á la línea que tenga la quilla haciéndola de dos piezas y terminàndola por una sola como en la parte de proa (Fig. 195).

Cuando el buque tiene pozo (Fig. 196), para elevar la hélice se termina la sobre-quilla en el contra-codaste interior de proa en *k*, pudiéndose aplicar otras dos sobre-quillas laterales *mn* y *m'n'* contra las caras interiores de los miembros las cuales debiendo aproximarse lo mas posible á los codastes, pasarán por las caras laterales del pozo, terminándose á popa á la altura de la cubierta principal y á proa avanzando delante del codaste de proa de suerte que habrá una parte con tres sobre-quillas.

Las sobre-quillas laterales que abrazan los codastes se empernan sólidamente á ellos y á los miembros,

154. Forro de bodega y palmejares.—Colocada la sobre-quilla, se procede á la colocacion del forro interior empezando por forrar la bodega que es la parte del buque comprendida entre la quilla y la cubierta del falso-solliado; lo primero que se coloca en esta parte son los *palmejares* que generalmente son tres tracas de tablones mas gruesos que los demàs y que constituyen el verdadero forro de la bodega como se vé en la (Fig. 197)

Los palmejares, que se colocan casi siempre sobre las cabezas de las varengas, y algunas veces sobre los genoles, son piezas que recorren todo el buque contribuyendo á aumentar su solidez; ántes se endentaban sobre las cuadernas, pero hoy por no debilitarlos se ha suprimido este ensamble, contentàndose con clavarlos á las ligazones. Los franceses llaman *forro de bodega* á la reunion de todo el maderàmen que se coloca sobre las ligazones en la bodega, pero dividen este forro en *forro de punto* que es el situado sobre los

palmejares y *forro de fondo* ó sea el que empieza en la quilla y termina en los mismos palmejares que son tablones que tienen 3 ó 4 cent. mas de espesor que los demás, El forro de fondo generalmente se hace discontinuo dejando algunas tracas sin poner para la ventilacion de las maderas. En España llamamos forro de bodega á todo el anterior maderámen escepto los palmejares.

Los palmejares son piezas muy importantes pues vienen á hacer el oficio de falsas quillas oponiéndose al quebranto del buque. Para dar paso al agua y reunirla en la parte de la popa se practica el canal *b* que corre por encima del macizado de las varengas y está terminado por el último tablon del forro y por la sobre-quilla; encima de este canal se coloca una tabla *a c* como se vé en lá (Fig. 197.)

Algunos suprimen completamente el forro de la bodega; otros, cada tres tracas suprimen una, formando registros para la ventilacion de las cuadernas: esto último es muy conveniente para la conservacion del buque. El forro del fondo generalmente se hace de unos 0 m 0 8 en navios; en los buques de fondo bastante plano, especialmente en los de vapor, se suprime sustituyéndolos por los medios empleados para sentar las calderas, màquinas etc., pero se dejan siempre los palmejares.

LECCION 19.ª

155. Trazado de las cubiertas.—Para fijar en el buque enramado las líneas de las cubiertas, se determina sobre el buque en construccion la línea de la cubierta principal y à ella se refieren todas las demás.

Para marcar esta linea ó sea trazar la *ceñidura de la cubierta* pueden seguirse dos procedimientos generales; uno que es el que se emplea en nuestros astilleros, està reducido á fijar un verduguillo ó junquillo grueso por los puntos de la línea de las cubiertas deducidos de la sala y como en general la curva que afecte el junquillo ni será contínua ni agradable, entónces sobre el mismo buque se modifica convenientemente esta línea quedando asi fija fuera de miembros. Otro proceder empleado en Francia hace este trazado independiente de la práctica ó gusto del ingeniero encargado de la construccion, ciñendo dicha cubierta al proyecto y trazando sobre el buque la interseccion de la superficie de la cubierta con la interior de miembros.

Para esta operacion (Fig. 198) se traza en la sala un plano horizontal que pase 0.^{m} 28 ó 0.^{m} 30 mas bajo que la interseccion de la línea de la cubierta con la maestra, ó mejor, 0.^{m} 28 ó 0.^{m} 30 mas bajo que el punto mas próximo á la quilla de dicha línea de la cubierta y se fija luego este plano en el buque para lo cual sobre la maestra y dos cuadernas una de proa y otra de popa, bastante distantes de la primera, se marcan los puntos *a,b,c* intersecciones del plano trazado con dichas cuadernas. Para esto en las cuadernas en cuestion por medio del nivel de pendiente se bajan tres perpendiculares á la quilla en el plano diametral; sobre dichas perpendiculares se marca la distancia constante desde el canto alto de la quilla hasta el plano horizontal que hemos tomado y por dichos puntos asi obtenidos haremos pasar tres horizontales cosa que conseguirémos por medio de reglones dispuestos como indica la (Fig. 199) valiéndose de cuñas y reconociendo si son horizontales por medio de un nivel ó lo que es mejor practicando una ranura á lo largo de ellos en su parte superior y haciendo que ellos mismos sirvan de nivel por la adicion de agua en dicha ranura; asi se tienen tres horizontales del plano que hemos trazado en la sala y por consiguiente queda determinado dicho plano en el buque, pero onviene

marcar sobre todas las cuadernas la interseccion de este plano para lo cual se pasea una lienza que apoyada sobre los cantos altos de los reglones, que son los que fijan el plano, vaya à cortar á las diversas caras de las cuadernas, ó mejor sobre cada cuaderna se tienden lienzas en la direccion de los reglones colocados y se hace que todas enrasen con ellos: asi sobre cada cuaderna tendrémos una marca de la interseccion de la cara de encoramento con el plano horizontal que hemos fijado.

Sean a', b', c', (Flg. 200) los puntos obtenidos; sobre las caras de encoramento de cada cuaderna llevarémos la distancia que existe entre la recta debao correspondiente y el plano en cuestion y asi tendrémos la interseccion de la superficie formada por las rectas de los baos con la superficie dentro de miembros. Para llevar la distancia á que nos hemos referido, atracarémos una escuadra á cada plantilla de manera que hallándose situada en el plano de encoramento de la cuaderna una de sus ramas coincida con la lienza horizontal anteriormente tendida: sobre el otro cateto se lleva la distancia en cuestion, y como este cateto generalmente se aplicará bien sobre la superficie del buque, esta operacion no ofrecerà dificultad. En el caso en que la escuadra no pueda atracarse bien al costado, entonces se tiende una lienza que pasando por el punto r (Fig. 201) marcado sobre el cateto de la escuadra sea horizantal para lo cual bastará por medio de una ó dos plomadas obtener los puntos r r' distantes de la lienza primera la cantidad a r y la prolongacion de la lienza marcará el punto a que buscamos: lo mismo se procederá para todas las cuadernas rectas, obteniendo asi la interseccion de la superficfe de las rectas de los baos con la interior de miembros.

Este procedimiento, como facilmente se concibe, no es aplicable á las reviradas por lo cual se procede de otra manera en las estremidades del buque reducida à reproducir las falsas cuadernas que nos han servido para el trazado y operar sobre ellas como sobre las cuadernas rectas; para esto se considera ademas del plano A (Fig. 202) que nos ha servido hasta ahora, un plano B mas bajo que el primero; por medio de estos dos planos se marcan las intersecciones de las falsas cuadernas con las reviradas, obteniendo únicamente los dos puntos situados sobre los planos que hemos elegido; determinadas las falsas cuadernas ninguna dificultad ofrece el resto de la operacion, pues la única diferencia que existe es que en el primer caso los puntos que obteniamos estaban situados sobre las caras de encoramento de las cuadernas y aqui obtenemos los situados en la superficie del buque, generalmente sobre las reviradas, aun que los puntos correspondientes à algunas falsas cuadernas tambien pudieran caer fuera de estas.

Obtenida como acabamos de ver, tanto en las cuadernas rectas como en las reviradas, la interseccion de la superficie cilindrica de las rectas de los baos con la superficie dentro de miembros, pueden presentarse dos casos; ó los baos, es decir, sus caras altas se terminan en la superficie fuera de miembros ó se modifica la cara alta de dichos baos hasta terminarla en el punto en que acabamos de obtener; en el último caso nada mas tenemos que decir de la determinacion de la línea de la cubierta, en el 1.° tendrémos que llevar sobre aa_1 (Fig.

203) la distancia $a_1 a_2$ correspondiente à cada bao que sabemos determinar y obtener asi la serie de los puntos a_2 en lugar de los puntos a_1 antes obtenidos.

El procedimiento que hemos esplicado puede seguirse hasta la última revirada en la proa y popas redondas y hasta la aleta en las cuadradas, pero á partir de estos puntos es preciso apelar á otro, y lo que se hace es en tres puntos convenientemente elegidos en los proyeccion horizontal, se determinan tres baos ausiliares, se sacan tres plantillas teniendo cuidado de modificar su perfil ó no sègun hayamos procedido valiéndonos de los puntos a_1 ó a_2; se colocan estos baos en su posicion respectiva sobre el buque y se pasa sobre ellos una regla, permaneciendo paralela al diametral, es decir, se halla directamente su interseccion con la superficie del buque dentro de miembros como indica la (Fig. 204.)

155, ALTURA DE ENTREPUENTES Y SU DETERMINACION.—Llàmase *altura de entrepuentes*á la distancia vertical que existe entre el canto alto de un tablon de cubierta hasta la cara baja del bao de la cubierta superior, es decir, á la distancia *eg* (Fig. 205); la altura de entre-puente depende de la de los hombres, de las condiciones de la artillería, del porte ó naturaleza del buque etc.

Es conveniente, como facilmente se concibe, que la altura de entre-puente no varie en una misma batería; generalmente lo que se hace es que las intersecciones del plano diametral con superficies cilindricas de los baos sean paralelas pero vamos á ver si procediendo de esta manera se conserva constante la altura de entre-puente para lo cual antes determinaremos la parte de que se compone la distancia entre las rectas de los baos: si llamamos (Figura 205).

d=distancia entre las rectas de los baos.

h=altura de entre-puente

b_1=brusca del bao superior,

a_1=grueso á la grua del bao superior,

b=brusca del bao inferior,

a=grueso á la grua del bao inferior,

g=grueso de los tablones en la cubierta inferior, tendrémos

$$d=h+(pq+oe)=h+(a_1-b_1+b-g)=h+(a_1-b_1)+b+g$$

y por consiguiente la altura de entre puente

$$h=d-[a_1-b_1]-(b+g)=d-(b_1-b)-(a_1+g)$$

Pero d por hipótesis es constante, a_1 y g tambien pero b_1-b es variable porque para que fuese constante seria preciso que existiese una cierta relacion entre las vueltas de los baos y las semimangas en las diversas cuadernas relacion que podria ser incompatible con la forma del buque y de las cubiertas: si hubiésemos representado por b'_1 y b' las vueltas correspondientes á los dos baos de una cuaderna cualquiera

$$\text{ó sean} \quad \begin{matrix} b: b_1 :: b' : b'_1 \\ b-b: b :: b-b_1 : b' \end{matrix}$$

y por consiguiente

$$b'-b'_1=\frac{b'(b-b_1)}{b}$$

de manera que h en una cuaderna cualquiera, será

$$=d-b-b_1)\frac{b'}{b}-(a_1+g);$$

pero la proporcion que hemos establecido es falsa y además se observa en los buques que dicha altura de entre-puente disminuye hacia los estremos de manera que haciendo paralelas las intersecciones del diametral con la superficie de las rectas de los baos el cálculo nos demuestra que la altura de enlre-puentes es variable y la práctica que disminuye hacia los estremos. Puede tambien demostrarse esto sin mas que notar que la diferencia $b—b_1$ cuando es negativa, como sucede en la cubierta principal, va disminuyendo en valor absoluto hasta convertirse en cero en los estremos y por consiguiente

$$h=d+c-(a_1+g)$$

siendo $c=-(b-b_1)$ disminuye en el valor c.

Obtenida como ya hemos dicho la série de los puntos a por el procedimiento (Fig 203) empleado en nuestros arsenales necesitamos hallar los puntos c, (Fig. 206) para lo cual se fijan ó determinan los puntos a_1 por medio de los escantillones x tomados en la sala y se obtienen las distancias aa_1 que se llevan sobre el bao correspondiente y se obtienen los puntos c; antes en lugar de proceder como lo hemos efectuado tendían una lienza en el diametral, en la sala sacaban una plantilla de la interseccion de la superficie formada por las rectas de los baos con el diametral, colocaban esta plantilla en el buque en su verdadera posicion y por medio de lienzas horizontales obtenían los puntos a_1. De todas maneras tenemos, que determinadas las series de los puntos a_1 y c, si tomamos la de los puntos c nada tenemos que hacer y se puede ya labrar el bao, pero si quisiéramos tomar la lienza que paso por a_1 entonces à partir de los dos tercios de la semi-manga se modifica la curva del bao hasta hacerla concurir á a_1 como se ve en la figura modificándola á sentimiento, y de una cantidad pequeña.

La distancia entre las rectas de los baos se puede representar aproximadamente como se vé en la (Fig. 205) por

$$d=h+g+a_1$$

siendo g el espesor de los tablones de la cubierta inferior y a_1 el peralto den los baos de la cubierta superior; la altura de entre-puente tampoco es constante á lo largo de un bao toda vez que no son paralelas las caras inferior del bao superior y superior del bao inferior puesto que los tablones son de igual espesor en todos los puntos: en la cubierta principal disminuye dicha altura desde el centro á los costados pero es muy poco y apenas se percibe por ser muy pequeña la diferencia de las bruscas de dichos baos.

Al tratar de proyectar un buque como lo que nos hace falta es la altura ó distancia entre las rectas de los baos y esta como se ve en la formula $d=h+g+a_1$ se compone de tres cantidades de las cuales g y a_1 son conocidas por comparacion con otros buques y en cuanto à h debe ser tal que en el sollado pueda marchar una persona de estatura regular ó sea 1.^{m} 93 de alto; en las diferentes baterías se modifica esta altura por las condiciones de la artillería como calibre, alcance etc. y tambien por el número de baterías porte ó clases de buques. Anti-

guamente la exigencia de varias baterias en los navios hacia disminuir de tal manera la altura de entre-puente en el sollado que los hombres tenian que ir agachados; hoy por el contrario algunas veces se exagera ya esta dimension como sucede en los bergantines *Valdés* y *Galiano*, exageracion que á nada conduce. El cuadro siguiente presenta tipos á los cuales es conveniente aproximarse en los diferentes proyectos.

BUQUES DE VELA.

		Navios de 120 cañ ª	Fragatas de 60 cañ ª	Fragatas de 46	Corbetas de 32	Bergantines de 16 á 20	Urcas »
Sollado	*g*	0 08	0,08	0,07	0,06	0,055	0,06
	h	1,70	1,70	1,70	1 50	1,325	1,50
	a1	0,43	0 37	0,30	0,26	0 220	0 25
	d	2,21	2,45	2,07	1,82	1,600	1,81
1.ª Bateria	*g*	0,11	0,11	0,08	0,08		
	h	1,78	1,76	1,73	1,71		
	a1	0,36	0,28	0,24	0,21		
	d	2,25	2,15	2,05	2,00		
Bateria	*g*	0,10					
	h	1,76					
	a1	0,33					
	d	2,19					
3.ª Bateria	*g*	0,08					
	h	1,76					
	a1	0,30					
	p	2,14					
Toldilla	*g*	0 08					
	h	1,76					
	a1	0,20					
	d	2,04					
Corte de la cubierta del soll.	*g*					0,055	0,08
	h					1,725	1,65
	a1					0,220	0,21
	d					2,000	1,94

En los buques pequeños como bergantines y urcas se baja la cubierta del sollado en la parte de popa para servir de alojamiento á los oficiales dejando intacta la cubierta principal; esta disposicion es conveniente tambien para la distribucion e la carga pues siendo el buque mas fino de popa que de proa, no se debe cargar mucho en esa parte y además la disminucion de la bodega no presenta grandes inconvenientes, aun cuando esto como se concibe, oscila entre ciertos límites determinados en el cuadro.

En los buques de vapor se han variado las diferentes dimensiones del cuadro anterior: el siguiente presenta algunos ejemplos en diversas clases de buquesde esta especie.

BUQUES DE VAPOR.

		Fragata Tetuan	Fragata Almansa
Sollado	*g*	0.10	0.07
	h	1.82	1.80
	a_1	0.40	0.35
	d	2,32	2,22
Bateria	*g*	0,16	0.10
	h	1.96	1.94
	a_1	0,34	0,31
	d	2,46	2,35
Toldilla	*g*	0,13	
	h	1,84	
	a_1	0.14	
	d	2,16	

		Goleta S.ta Lucia	Goleta Caridad
Sollado de proa	*g*	0 07	0,05
	h	1,54	1,43
	a_1	0 28	0 21
	d	1,89	1,69
Sollado de popa	*g*	0,07	0,05
	h	1,71	1,76
	a_1	0,28	0,21
	d	2,06	2 02

157. ALTURAS DE ENTRE-PUENTES USADAS EN FRANCIA.—Las alturas de entre-puentes estan dadas sobre la maestra.

En Junio de 1830 se espidió en Franc'a un reglamento ministerial fijando las alturas de entre-puentes en diferentes clases de buques; segun este reglamento la altura en una misma bateria variaba con las dimensiones del buque y en buques penueños estaba reducida dicha altura á 1.m 50 y 1,40 para el sollado; esto seria molesto en tiempo ordinario porque los marineros tendrian que andar encorvados sopena de darse golpes en la cabeza al menor descuido; en el calor del combate esto se convertiria en verdadero peligro porque los hombres podian darse golpes violentos y de funestas consecuencias.

Ademas la vida en estas condiciones seria casi insoportable por cuya razon el citado reglamento ha caido poco á poco en desuso y se ha admitido tacitamente que para satisfacer á las condiciones de un buen servicio y à los principios generales de higiene y bienestar la altura de entrepuente en todos los sitios habitados debe ser suficiente para que los hombres de mayor estatura puedan estar en pie debajo de los baos; aun que no se tomó ninguna decision ministerial relativa á este punto, el consejo de trabajos de marina despues de una madura deliberacion ha adoptado para las alturas de entrepuentes contadas perpendicularmenfe á la quilla desde el canto alto dé los tablones de la cubierta inferior hasta el canto bajo de los baos de la cubierta superior y en toda clase de buques indistintamente, las dimensiones siguientes:

1.m 72 para las partes habitadas del sollado,

1.m 80 para todas las baterias;

1.m 75 para el alcázar,

y 2.m 15 para los entre-puentes, destinados al alojamiento de los caballos en

los buques destinados al transporte de tropas de caballería.

158. RELACION ENTRE LA ALTURA DE ENTRE-PUENTES Y LA DISTANCIA ENTRE LAS RECTAS DE LOS BAOS SEGUN LA DISTINTA FORMA DEL COSTADO DE LOS BUQUES.—Sabemos que la reacion que liga à la altura de entre-puentes con la distancia entre las superficies cilíndricas de las rectas de los baos es como indica la (Fig. 207.)

$$ao = ab + bc + cd + df - fo$$

Llamando ahora d á la recta ao, h al puntal cd, g al grueso bc de los tablones, y é y' á las ordenadas de las curvas del bao superior y del inferior, la relacion anterior será:

$$d = h + g + a + (y - y')$$

en la que a es el peralto df del bao.

En el cuadro que hemos dado (157) se ha supuesto nula la diferencia $y - y'$, cometiendo un error pequeño porque esta diferencia lo es tambien, sin embargo vamos à determinar el valor de h con exactitud.

De la anterior relacion se deduce la altura de entre-puente.

$$h = d - g - a + (y' - y),$$

en la que las cantidades d, y a g pueden siempre tomarse constantes, pero aun cuando lo sean la altura de entre-puente esperimenta ciertas variaciones segun que el costado del buque sea vertical, tenga entrada hácia el interior ó pendiente hacia el esterior.

En el primer caso la altura será la que se tomaba ántes, pues como indica la (Fig. 207,) tendrémos $ab = d - (a + g)$.

En el segundo caso se tendrà analogamente (Fig. 207;2)

$$a'\,b' = d - (a + g) - B.$$

llamando B á la porcion de brusca $i\,i'$ medida sobre la prolongacion de ab, y la altura de entre-puente será menor que la que debe ser.

Finalmente si el costado tiene pendiente hacia el esterior, se tiene (Fig. 207;3.)

$$a''\,b'' = d - (a + g) + B'$$

siendo B' la porcion de brusca $i\,i'$ del bao superior contada sobre la prolongacion de la $a''\,b''$

LECCION 20.ª

159. TRAZADO PRACTICO DE LAS CUBIERTAS.—Como ya hemos visto en la leccion anterior, para que la altura de entre-puente fuese constante á lo largo de un bao sería necesario que fuesen paralelas las superficies de los baos, es decir, que tuviesen la misma vuelta en todas las cubiertas, cosa qne no se efectua en la práctica pues como las diferentes cubiertas estan diversamente espuestas á los golpes de mar y demas causas que determinan su inclinacion, esta es diferente, así es que en un navío, la vuelta de los baos es de 0.m 22 en la cubierta principal mientras que es de 0.m 32 en la inmediata superior, en la siguiente de 0,m 27, de 0,m 32 en la toldilla, y por último de 0,m 22 en el sollado como en la príncipal.

En el sentido del centro à las estremidades de popa y proa va disminuyendo la altura de entre-puente á medida que disminuye la diferencia entre las bruscas de los baos, y si es constante la distancia entre las intersecciones del diametral con las superficies de las rectas de los baos la altura de entrepuente disminuye hácia los estremos; para que esta altura quede constante puede hacerse lo que se ejecutó con la *Ville de Bordeaux* en la que se levantaron dichas intersecciones hácia las estremidades del buque la cantidad en que iban disminuyendo las alturas de entre-puente, es decir, que se harán divergentes hácia los estremos las líneas que antes considerábamos como sensiblemente paralelasa cosa bastante fácil de hacer. pues no hay mas que averiguar como varía la altura de entrepuente suponiendo paralelas dichas líneas y despues se modifican convenientemente.

Si hacemos paralelas las líneas anteriores, el buq ue aparece como quebrantado sin estarlo.

Lo mejor es apelar al procedimiento práctico que permite determinar las cubiertas de manera que la altura de entrepuente sea constante de popa á proa para lo cual se hace una plantilla del bao de la maestra en la cubierta inmediatamente superior á la principal que es la que vamos á determinar, á veces en esta segunda plantilla en lugar de dar al bao la vuelta que debe tener se le da la misma que al de la cubierta principal, pero esto es casi indiferente por la pequeña diferencia que existe entre ambas vueltas; hecho esto, se va colocando sobre cada cuaderna en su posicion definitiva la plantilla del bao de la cubierta principal y des-

pues á la altura conveniente la de la cubierta superior; altura que se compone de la de entre-puente mas el espesor de los tablones de la cubierta inferior mas el peralto del bao superior ó sea

$$d = h + g + a_1$$

despreciando la pequeña diferencia $(y - y')$. Por medio de plomadas es fácil hacer que dichas plantillas ocupen la posicion que deben y se comprende que procediendo asi para todas las cuadernas se tiene perfectamente determinada la cubierta de la 1.ª bateria y lo mismo procederémos para las demas cubiertas incluso la del sollado.

En las estremidades donde no existen cuadernas se procede de otra manera: se clavan cuatro verdugillos sobre unos reglones que se apoyan en las cuadernas y estando colocados esos verduguillos segun cuatro secciones longitudinales de dicha cubierta y se pasea sobre ellos la plantilla correspondiente, la determinacion de dichas secciones sobre el buque es sumamente fácil pues que se tienen tendidas las lienzas de la cubierta principal y la cuestion queda reducida á fijar sobre las cuadernas reglones cuya cara alta diste de la lienza inferior la cantidad d haciendo que esten bien horizontales y despues clavando sobre ellos los verduguillos de madera que dos á dos equidisten del diametral y sean paralelos á él: este es el procedimiento que se emplea en Lorient para las estremidades del buque.

Para el trazado de la regala se la considera como una cubierta cuyos baos tienen una brusca de 0,^{m} 32; su altura se determina por la dimension de las portas en esta parte.

160. DURMIENTES, SOTADURMIENTES Y CAIRELES; LABRA Y EMPERNADO.—Para asegurar los baos (Fig. 208) se colocan, inmediatamente debajo de estos, unos tablones bastante mas gruesos que los del forro interior que se llaman *durmientes ó cuerdas*; estos tablones pertenecen al maderàmen de las cubiertas y al del costado; á semejanza de los palmejares, contribuyen á la consolidacion general del buque y tienen una escuadria bastante grande sobre todo los que sostienen los baos de la 1.ª bateria que tienen que soportar el peso, considerable por si mismo, del maderámen de esta cubierta, el no menos importante de las bocas de fuego que van en ella y ademas por su posicion inmediata á la fiotacion y à la parte casi vertical del costado del buque que contribuyen poderosamente à consolidar, el maderámen en el sentido longitudinal lo mismo que en el transversal: por estas diferentes razones las piezas que los componen reciben las mayores dimensiones posibles de modo que en un navio los durmientes tendrán de unos 0,^{m} 32 à 0,^{m} 35 de peralto sobre 0.^{m} 25 ó 0,26 de espesor y unos 10.^{m} de longitud.

Los franceses no colocan esta cuerda ó durmiente en la cubierta del sollado mientras que otros las colocan en todas; en los durmientes se practican unas entalladuras para recibir los baos efectuándose el ensamble *à cola de milano* al cuarto y á veces hasta al tercio del peralto del bao; por medio de este ensamble se asegura la posicion de los baos en el sentido longitudinal y al mismo tiempo los baos, asi ensamblados con los durmientes, mantienen la separacion transversal de los costados del buque; el ensamble se ha-

ce unicamente al tercio del peralto del bao para no debilitar mucho las cuadernas ó durmientes: las diferentes piezas que componen los durmientes se ensamblan entre si por escarpes iguales á los de la quilla, en la parte central del buque son piezas de una sola vuelta y en las estremidades para la labra se consideran como tales; los datos para su labra se toman sobre el mismo buque asi es que para sacar las plantillas necesarias se corta una tabla á ojo, se atraca al costado del buque corrigiendo sucesivamente su contorno hasta quese adapte perfectamente á la superficie interior de dicho buque, despues se toman los escantillones segun las caras proximamente horizontales y habiendo tenido cuidado de marcar sob re las plantillas las trazas de los planos de encoramento, con estos datos ninguna dificultad ofrecerà ya la labra de estas piezas.

Labradas dichas piezas, se colocan en la posicion que deben ocupar empernándolas provisionalmente y no definitivamente porque para la introduccion de los baos en ciertas partes del buque sería preciso desempernar algunas piezas de los durmientes pero despues de sentados los baos se empernan definitivamente à los miembros ó cuadernas por medio de pernos de hierro galvanizado y de tuerca.

Inmediatamente debajo de los durmientes van dos tracas de tablones llamados *sota-durmientes* que se encuentran en las mismas condiciones que los durmientes bajo el punto de vista de la consolidacion del maderamen con la diferencia de que no se encuentra en contacto con los baos á los cuales sos tienen oor el intermedio de los durmientes. Se les da grandes dimensiones como estos últimos aunque un poco menores.

Con el objeto de aumentar la resistencia á la flexion longitudinal de los durmientes y sota-durmientes, las piezas que los componen en lugar de estar simplemente ajustadas á topo, están ensamblados por largos escarpes iguales à los de la quilla, practicados en el sentido de su altura y clavados verticalmente. Se obtiene una union muy eficaz haciendo que estas tres tracas formen un todo invariable oponiéndose asi á todo deslizamiento de sus superficies de contacto las unas sobre las otras: en efecto, los principios de resistencia de materiales hacen ver que el esfuerzo que ellas oponen á la flexion longitudinal es proporcional al cuadrado de su altura total haciéndolas solidarias, en tanto que si son independientes las tres, su resistencia es proporcional à la suma de los cuadrados de sus alturas parciales de suerte que suponiendo para mas sencillez las secciones lo mismo que las alturas h de los tres tablones iguales entre si, esta resistencia serà proporcional en el primer caso á $(3h)^2 = 9h^2$ y en el segnndo á $3h^2$ solamente. Se realiza á veces esta condicion reuniendo los tres tablones por pernos c, c paralelos al costado, pero aun que este medio de union sea de una eficacia incontestable, deja que desear bajo un punto de vista que jamás se debe descuidar y es el de las reparaciones ulteriores que deben preveerse y facilitarse en la construccion primitiva por medio de disposiciones bien entendidas. Ahora bien; clavando verticalmente el durmiente con los sota-durmientes al reponer una de estas tres piezas, es necesario sacrificar las tres, lo cual debe evitarse y por

otra parte se puede obtener la solidaridad de estas tres tracas por medio de llaves de roble africano colocadas en las caras de union y análogas á las ue hemos descrito en los escarpes de la quilla; este medio es sencillo, económico y no perjudica en nada las reparaciones futuras.

El sistema de consolidacion longitudinal que tenemos se compone de la sobre-quilla, palmejares, durmientes, sota-durmientes, y el forro de la bodega Los franceses en la cubierta del sollado muchas veces no emplean las cuerdas ó durmientes, sino que sobre el forro interior clavan unos tablones mas gruesos sobre los que se apoyan los baos, y que reciben el nombre de *caireles contra-durmientes* ó *sota-durmientes*; sobre estos caireles se practican las entalladuras en las que entran los baos; en las estremidades del buque se suprimen los caireles y los baos se apoyan sobre los palmejares.

Algunas veces los baos del falso sollado llevan su durmiente y sota-durmiente como los de las baterias, pero ordinariamente estan sostenidos por un cairel colocado encima del forro y clavado á los miembros. Este cairel aunque forma parte del forro interior desempeña otro papel que los tablones de orro; se le da tanta altura como ancho y su escuadrìa es casi la misma que a del bao que sostiene: no se practica en él entalladura, de modo que los baos se apoyan de plano en él y estan simplemente clavados llevando dados cilíndricos entre las caras de contacto (Fig. 209). En las estremidades del buque los baos encuentran superficies muy inclinadas y tienen en el forro los puntos de apoyo suficientes: el cairel en esta parte tendria que labrarse con escantillones muy abatidos que destruirían toda su solidez por lo cual es mejor suprimirle (Fig.210). A parte de esto, en los buques del porte de los navios y fragatas, el cairel del falso-sollado solo tiene una importancia secundaria bajo el punto de vista de la consolidacion general del maderámen; no sucede lo mismo en las embarcaciones menores en que el sollado y su cairel son indispensables para reforzar el costado de la bodega. La importancia del cairel es mas notoria en los buques de vapor en que el falso-solledo esta interrumpido en una gran longitud por la cámara de las máquinas y de las calderas; en este caso aun cuando los baos no existan se conserva el cairel de la proa à la popa y se le compone de varios tablones superpuestos en el sentido de la altura y unidos entre si, ya sea por una clavazon vertical, ya por llaves interpuestas entre las caras de contacto.

161. Labra y colocacion de los baos.—Colocados los durmientes, se procede á la labra y colocacion de los baos; estos como sabemos son piezas de una sola vuelta y para su labra se da la longitud de cada bao tomada à bordo, se lleva dicha longitud sobre la plantilla del bao maestro, se determina la vuelta correspondiente y se da al carpintero la longitud del bao y su vuelta; con estos datos, despues de labrada la pieza á la línea, se traza sobre una de las caras planas la arista superior del bao ó mejor se aplica convenientemente la misma plantilla del bao maestro y obtiene asi la directriz que le sirve para la labra de la cara superior; de la misma manera se procede con la superficie inferior que es paralela á la superior y cuya labra tampoco ofrece dificultad alguna. En cuanto á las cabezas, con el objeto de que se adapten á la superficie dentro de miembros se labran

por medio del escantillon α tomado sobre el durmiente (Fig. 211).

La seccion transversal del bao se hace generalmente cuadrada y su escuadría depende de la cubierta, del porte del buque, de la separacion de los baos etc.; los de la cubierta principal como son los que sostienen la artillería mas pesada son los mas robustos. En los navios del tipo Napoleon los baos tienen por seccion transversal un cuadrado cuyo lado es de 0.m 32 en los de la cubierta principaló bien 0, m 42; los de la segunda cubierta 0,m 35, los de la cubierta alta ó de alcázar 0,m 29 y los de la toldilla 0,m 16 por 0,m 16 ó 0,m 20 de peralto.

Los baos deben ser piezas de primera calidad: en la cubierta principal debe emplearse el roble, aunque en las demas puede hacerse uso con buen exito del pino que es mas ligero, y ademas en las cubiertas altas es mas ventajoso el pino porque el peso de los baos siendo muy considerable se disminuye la estabilidad del buque á medida que se acumulan pesos sobre la flotacion.

En la Almansa, el peso de los baos en las diferentes cubiertas ascien de á:

Sollado	76,235	toneladas
Cubierta principal	120,954	id,
Alcázar	80,956	id.
	278,145	toneladas.

Algunos, queriendo armonizar la resistencia con la disminucion de pesos en las partes altas del buque, han propuesto alternar el roble con el pino para todos los baos de las cubiertas altas escepto para los que comprenden los agugeros que se practican para los palos, escotillas etc. y otros emplean solamente el pino en la parte alta.

Los baos de la cubierta principal deben ser piezas muy considerables pues, ya por su escuadria, ya por su flecha, se necesitan piezas de 0,m 50 de lado en la seccion por 18.m de longitud: estas piezas son dificiles de encontrar y aun cuando se encuentren, si el roble llega á tener las dimensiones necesarias, para obtener dichas piezas por su edad muy avanzada no es prudente su empleo por lo cual se ha tenido que recurrir á hacer uso de baos formados de dos ó tres piezas, pero no se debe apelar á este medio sino en último resultado cuando no hay otro remedio.

En esto presenta tambien ventaja el empleo del pino en ciertas cubiertas pues esta madera crece con mas facilidad y se encuentran piezas de buenas dimensiones sin que sea demasiado avanzada la edad del arbol.

Por las razones que hemos indicado, los baos se componen ordinariamente de dos ó tres piezas unidas por largos escarpes. Estos estan siempre comprendidos entre las dos caras planas paralelas, es decir que se practica en el sentido de la dimension á la línea. En los baos de dos piezas, la longitud de estas es igual al tercio de la del bao.

Para que sus estremidades conserven un espesor suficiente, se egecuta el ensamble de manera que las caras laterales de las dos mitades del bao tengan la una sobre la otra una saliente de 5 à 6 centimetros y algunas veces

de 10 á 12. sugetandola por dos c avos grandes; en este sist ema la seccion transversal total en el medio do la ensambladura es mucho mayor que la seccion en las estremidades lo cual es muy racional. Antiguam ente se practicaban en los escarpes de los baos varias entalladuras propias para resistir á los esfuerzos de traccion longitudinal pe ro actualmente estas ensambladuras complicadas se han suprimido, los escarpes son de superficies planas y solo se colocan dados cilindricos en el paso de los pernos. Los baos de tres piezas se componen de dos semi-baos que terminan en su punto medio los cuales van cruzados por una pieza llamada *choque* ensamblada á cada uno de ellos; la longitud de esta pieza es la mitad de la del bao y la del escarpe contada á cada lado del plano diametral es igual à lo menos á la cuarta parte de la total del bao. En las estremidades del choque se colocan dos clavos como indica la (Fig. 212.)

El empernado de las piezas que constituyen los baos se hace con pernos de hierro galvanizado llevando tuerca para poder apretar el escarpe cuando, á causa de la desecacion de las maderas, las caras de union, primitivamente en contacto, se hayan separado. El empleo del hierro galvanizado para los pernos de los baos no es indispensable porque estan al abrigo de contacto con el agua del mar y por consiguiente poco espuestos á la oxidacion; sin embargo el galvanizar los pernos ocasiona un aumento tan pequeño que es preferible emplearlos en este caso.

Los baos se colocan sobre el durmiente ensamblándolos con este, como ya hemos dicho, á cola de pato al tercio de la altura del bao pero cuando la amurad a estrecha hasta la parte superior, los baos no se pueden introducir por arriba á no ser que se compriman mucho en el sentido de su longitud, lo cua nunca es conveniente porque se altera la elasticidad de las piezas sometidas á esfuerzos tan violentos; entonces se introducen por abajo y esta es la razon por la cual no se empernan definitivamente los durmientes ó al menoss ciertas partes de ellos hasta tener colocados los baos en su sitio clavàndolos luego provisionalmente; cuando en una carena se quita uno de estos baos que hemos tenido que intoducir por abajo, se desguaza por un estremo y entonces se saca por arriba, pero para colocarlo otra vez se hace de dos ó mas piezas pues para hacerlos de una como estaba seria preciso desempernar los durmientes, quitar el forro, etc.

162. Distribucion de los baos.—En cuanto á la colocacion de los baos bajo el punto de vista de la solidez del maderamen seria natural distribuirlos uniformemente poniéndolos á distancias iguales y haciéndolos corresponder con las cuadernas de armar, pero à esta distribucion se oponen las aberturas que hay que practicar para dar paso à los palos, chimeneas etc. como tambien el servicio de las baterias; como las aberturas que ponen en comunicacion unas cubiertas con otras no son muy importantes en buques mercantes se pueden subordinar á una buena distribucion de baos, pero no sucede lo mismo en los buques de guerra en los cuales á veces se modifica mucho el plan de combate por la alteracion de aquellas aberturas, asi es que se distribuyen los baos de manera que cada una de ellos esté comprendida entre dos baos y en el resto del buque se arregla lo mas

uniformemente posible; unos llevan estos baos intermedios à las cuadernas de armar mientras que otros por el contrario los distribuyen á distancias iguales aun cuando no vayan á parar á dichas cuadernas.

Verificada la distribucion de baos sobre la cubierta principal, ya queda hecha sobre todas de modo que el repartimiento interior queda ya hasta cierto punto subordinado à la distribucion ya ejecutada.

La clara entre los baos no es indiferente: una clara muy grande, espone á los tablones á una flexion exagerada y disminuye mucho el enlace que debe haber entre los dos costados del buque mientras que por el contrario una clara demasiado pequeña, aumenta mucho el peso del casco del buque y su costo; en los buques modernos se disminuye mucho la clara de que hablamos por el considerable peso de los costados y de la poderosa artillería de que van armados.

En un bupue ordinario la clara no debe ser menor de un metro, mientras que en los de vela la dimension de las claras varia de 1.m á 1.m50.

El cuadro adjunto nos dá algunas distribuciones de baos y los limites de las claras en ellos.

		Sollado.	Cubierta pral.	2.ª cubierta.	3.ª cubierta.	Alcázar.
Navios de 120 cañones.	Número de baos	31	37	37	38	37
	Distancias minimas	0,m 65	0.m 69	0,m 60	0,m 62	0,m 52
	Distancia media	1,75	1,57	1,57	1,53	1,70
Fragatas de 60 cañones	Número de baos	33	35	»	»	38
	Distancias mini - as	0,55	0,56	»	»	0,55
	Distancia media	1,66	1,60	»	»	1,60

163. Baos de hierro; su ensamble con el costado.—En los buques de vapor, los baos, que se colocan encima de las calderas, estando espuestos á una elevada temperatura, se alterarian con suma rapidez si fuesen de madera, razon por la cual se hacen de hierro; posteriormente se han colocado baos de hierro en otros puntos y es fácil preveer que reemplazarán por completo á los de madera lo mismo que en las construcciones ordinarias las vigas de hierro van reemplazando tambien á las de aquel material. Estos baos se hacen de dos maneras ó con chapas de palastro y hierro de ángulo ó bien de una sola pieza obtenida por medio del laminador; en ambos casos se les da la forma de *T* que es la que proporciona mejor empleo al material de que nos servimos. La (Fig. 213; 1 y 32) indican los sistemas empleados en ambos casos en los que la superficie superior debe ser suficientemente ancha para recibir la tablazon que sobre ella va á descansar.

Los baos de hierro se ensamblan ó unen con el costado del buque por dos procedimientos principales: ó se ensamblan directamente con el costado redoblando unas de las tablas como indica la (Fig. 214) que es lo que se hace en el Ferrol, ó bien

se saca por cada lado un trozo de bao de madera terminado en bisel y se hace que el bao de hierro lo abrace, (Fig. 215) que es lo que se practica en la Carraca.

Los baos de hierro pesan menos, son mas resistentes y duran mas que los de madera porque no estan sujetos á la putrefaccion por lo cual tienen mucha mas vida que el resto de la construccion.

Los baos se sostienen en sus puntos medios por puntales que se corresponden verticalmente desde la cubierta superior hasta la quilla, donde esto es posible pero durante su construccion se hace uso de unos puntales toscos llamados *postes* que tambien se corresponden verticalmente.

En las aberturas que se practican en los costados del buque con objeto de dar luz al sollado es muy conveniente no tocar á los trancaniles porque se debilitan.

164. TRANCANILES; LABRA Y COLOCACION. Colocados los baos como hemos dicho, se sujetan inmediatamente por encima con una pieza análoga á la cuerda ó durmiente que consolida el buque y hace invariable la posicion de los baos; dicha pieza se llama *trancanil* (Fig. 216). Los trancaniles pueden considerarse como formando parte del maderámen de la cubierta ó como correspondiendo al costado aun que es mejor considerarlos como del costado; la cara inferior del trancanil se apoya sobre la cara superior dentro de miembros.

Los trancaniles tienen una escuadria mucho mas considerable que los durmientes pues suele ser de 0,^{m} 33 en los navios. Con el objeto de hacer mas invariable el sistema de los baos, los trancaniles se endentan y ensamblan con ellos á cola de pato y al cuarto de la altura del bao análogamente á lo que hemos hecho con la cuerda ó durmiente, endentándolos unicamente al cuarto para no debilitar mucho los trancaniles

Estos forman un escalon que en los buques de guerra impide que se aproximen los cañones al costado lo necesario: para obviar este inconveniente se ha propuesto modificar la seccion transversal de dicho trancanil de manera que como indica la (Fig. 217) puedan atracarse bien las ruedas de los afustes: pero este sistema además de debilitar bastante esta pieza tan importante tiene el inconveniente de acumular el agua de la cubierta que siempre va sobre los trancaniles por la inclinacion que se da á las cubiertas, ocasionando la alteracion de dichas piezas por cuya razon se han sustituido al perfil *a d b* los *a b* ó *a c b*.

Con el objeto de evitar pudriciones, es preciso calafatear muy bien las juntas de los trancaniles con las piezas inmediatas; la junta del trancanil con la *cosedera* que es la pieza del forro que va inmediatamente encima no ofrece dificultad alguna para su perfecto calafateo pero no sucede lo mismo con la junta que separa el último tablon de la cubierta del trancanil: con el objeto de practicar bien este calafateo y no debilitar los trancaniles en los buques mercantes, se adoptaron las disposiciones representadas en la (Fig. 218)que despues se han hecho igualmente estensivas á los buques de guerra.

La gran precaucion que hay que tomar en la pieza de que nos ocupamos, es como ya hemos dicho el calafateo de su union con el último tablon de la cubierta; en buques de alguna consideracion se une este tablon y el trancanil por medio de

un alefriz practicado en esta última pieza ó sea en el trancanil: con esta disposicion se puede obtener un buen resultado aunque no se evitan completamente las pudriciones.

Los ingleses han propuesto la supresion de los entalles á cola de pato con el ensamble de los baos con los trancaniles y durmientes haciéndolo todo á junta plana y para la consolidacion emplean únicamente pernos con sus correspondientes dados (Fig. 218).

Los trancaniles como ya hemos dicho se empernan con el costado del buque por medio de pernos que atravesando el forro esterior y los miembros vienen á remacharse en la parte interior ó lo que es aun mejor por medio de pernos con tuercas; tambien se empernan con los baos y durmientes haciendo de manera que estos últimos pernos vayan alternativamente á terminarse en la cara baja del bao ó en la del durmiente.

165. Contra-trancaniles.—Ya hemos indicado que en el sistema inglés en que no hay entalles se emplean dados y entónces se usa con ventaja el *contra-trancanil ò contra durmiente ó cairel*, pieza que se emperna con el bao usando de los dados; con el sistema inglés se exige ménos mano de obra y se debilitan ménos las piezas. Las piezas de los trancaniles se unen entre si á junta plana y no á escarpe como las de los durmientes y sota-durmientes, pero se tiene cuidado de alternar convenientemente todas las juntas para la buena construccion. Para estos trancaniles se emplean piezas de ocho á diez métros de largo, de primera calidad; se labran exactamente lo mismo que los durmientes, sacando la plantilla y tomando los escantillones como en dicho labrado dijimos.

La colocacion de los trancaniles generalmente coincide con la del forro esterior para poder ir empernando convenientemente todas las piezas.

166. Entremiches y cosederas.—El espacio comprendido entre los trancaniles, los baos y durmiente se deja hueco en algunos buques con el objeto de que se ventile bien el maderámen, pero esto en las baterias es un depósito permanente de basura y generalmente se macizan con piezas llamadas *entremiches* simplemente ó bien entremiches de baos; estas piezas se clavan á los costados aunque es conveniente que algun perno las una tambien á los miembros; la parte mas espuesta á las pudriciones son los trancaniles y las cabezas de los baos, razon por la cual debe tenerse mucho cuidado en la ventilacion de estas partes.

La (Fig. 220) indica la disposicion general del maderámen que hemos estudiado.

Inmediatamente encima del trancanil va un tablon de mas espesor que los que se van á colocar sobre él y como no se corta en las portas contribuye tambien á la consolidacion general del buque; se llama *cosedera ó sobre-trancanil* y va desde la parte superior del trancanil hasta el batiporte bajo; las uniones de sus piezas se hacen á tope, alternando sus juntas con las del trancanil; á veces en lugar de una cosedera se colocan dos tracas de igual espesor, llamándose entónces la primera cosedera y la segunda *sobre-cosedera*. Otras veces entre el trancanil y la cosedera se deja una pequeña traca que se llena con pino de mediana calidad y que se desguazará cuando se quiera reconocer esta parte de la construccion constituyendo asi una especie de registro; hoy se ha suprimido esto y sucesiva-

mente se colocan las cosederas dispuestas en dos ó una sola traca. Las cosederos se clavan á los miembros aunque seria conveniente darles algunos pernos pues á estas tracas siendo piezas de consolidacion debia dárseles un grueso análogo al del durmiente y trancanil sino se opusiese á ello la necesidad de atracar bien los afustes á los costados pues avanzando estos mas que las ruedas, impiden á estas tracas tener tanto espesor como los trancaniles asi es que no se les dá mas que unos 12 ó 14 centímetros en lugar de los 32 ó 33 que tienen aquellas piezas.

167. TABLONES DE ENTRE-CHAZA; TAPAS DE REGALA.—Encima delas cosederas vienen ya los tablones de entrechaza que generalmente son cuatro y estan dispuestos como indica la (Fig. 220) estas tracas como facilmente se concibe no sirven para la consolidacion puesto que se cortan en las portas por cuya razon se hacen unicamente de unos 10 centímetros de espesor y de pino aun que la que se coloca inmediatamente encima de la cosedera debe ser de roble para sujetar bien los herrajes de artilleria que sobre ella se colocaban y porque el pino, además, tiene el inconveniente de dar muchas astillas en combate al choque de los proyectiles; las demas piezas se hacen de roble de buena calidad.

Las superficies interiores se llaman *amuradas* en los diversos entre-puentes escepto en la bodega. En la construccion del buque no se colocan todas las tracas de forro sucesivamente sino que de vez en cuando se dejan algunas sin poner para la facil desecacion del maderamen; continuando como hemos dicho, se llega hasta la regala que es la pieza que enlaza el forro interior con el esterior y que sirve de batiporte alto de las portas de alcázar; algunos refuerzan la tabla que va inmediatamente debajo de la regala y que recibe el nombre de *tapa de regala*. Como se ve en una de las anteriores figuras debe procurarse que á los costados de las portas vayan dos baos para que los cañones descansen simétricamente sobre ellos.

168. MADERAMEN DE LAS CUBIERTAS, BAOS, BARROTINES, ESLORAS Y TAPAS.—Antes ó al mismo tiempo de colocar el forro esterior del buque se empieza á labrar y colocar el maderamen de las cubiertas: este maderamen consta de dos partes; la primera, compuesta de piezas destinadas á sostener ó resistir los esfuerzos que sufren las cubiertas y la segunda formada por tablones que colocándose sobre las piezas anteriores aislan los entre-puentes formando ambas partes una especie de suelo suficientemente resistente y con las condiciones que debe reunir para no dar paso al agua de una á otra cubierta.

En el estudio del maderamen de estas cubiertas seguirémos el orden de su construccion empezando por los baos y las piezas que producen el mismo efecto como los barrotines ó latas y las esloras, concluyendo con la tablazon que no se coloca generalmente hasta el fin de la construccion con el objeto de que se ventile bien toda la madera y tambien para proporcionar acceso á los materiales que se quieran introducir.

Los baos no solo tienen por objeto sostener la tablazon y constituir asi las cubiertas sino, consolidar los costados del buque uniéndolos invariablemente entre si ó formando un conjunto invariable de forma que es á lo que se tiende en toda clase de construcciones. Los baos se colocan como ya hemos visto á distancias variables unas de otras pero que generalmente dejan una clara de un metro ó mas entre ellos; esto hace que los tablones sometidos á grandes

presiones producidas especialmente por el peso de la artillería sufran flexiones bastantes considerables para destruir el calafateo de las cubiertas haciendo á estas permeables y dando lugar á que el agua se introduzca por todas partes y alterá destruya facilmente la construccion. Para disminuir la flexion de los tablones y evitar los efectos antes citados aqui se han aproximado los baos disminuyendo las claras; este sistema es bueno pero caro y aumenta considerablemente el peso de las cubiertas. En Francia se ha seguido otro procedimiento que nosotros ya hemos empleado y que se reduce á dejar los baos á la distancia conveniente para unir bien los costados del buque, sostener el peso total de la cubierta y procurar puntos intermedios de apoyo á los tablones valiéndose de piezas ausiliares paralelas á los baos y que se llaman *barrotines ó latas*. Estas piezas tienen la misma dimension á la linea que los baos pero unicamente la tercera parte del peralto de estos; dichas latas se apoyan por sus estremos en las cuerdas y durmientes y para evitar su flexion insisten tambien en algunos puntos de su longitud sobre unas piezas paralelas al plano diametral apoyadas á su vez sobre los baos que comprenden la lata en cuestion. Estas nuevas piezas se llaman *esloras* las cuales ademas de sostener las latas sirven para hacer invariable la distancia entre los baos que unen su ensamble á ellas por un estremo es á caja y espiga y por el otro á media madera, con el objeto de poderlas colocar una vez puestos los baos y debilitar estos lo menos posible, como representa la (Fig.221) que indica la disposicion de los baos, latas y esloras.

Generalmente se colocan tres esloras; una en el plano diametral y otras dos una á cada lado, promediando las distancias.

Sentados ya los baos y las latas, se coloca encima el trancanil que es la pieza mas importante y que consolida extraordinariamente la parte lateral del buque; inmediatamente al lado del trancanil se colocaban ántes una série de tracas (generalmente dos) de tablones mas gruesos que los del resto de la cubierta para reforzar mas esta parte á los que se llamaban *tapas ó contra trancaniles* que se endentaban sobre los baos para que su cara superior quedase á paño con la superior de la tablazon, pero estos entalles se practicaban completamente sobre las tapas sin debilitar en lo mas minimo el bao en esta parte: por lo demas el ensamble de dichas tapas con la cabeza del bao se efectúa á cola de pato como indica la (Fig. 222) que representa la cabeza de un bao: los trancaniles y contra trancaniles se empernan en los costados del buque.

Los contra-trancaniles tienen el inconveniente de desperdiciar mucha madera con tanto ensamble y lo que se hace hoy es que las tapas vengan á paño con la cara alta de los baos corriendo los tablones sobre las tapas y los baos como indica la (Fig. 223).

Cuando se emplean latas de una sola pieza como es preciso que estas tengan la misma brusca que los baos se desperdicia mucha madera: á veces para evitar esto se someten á la flexion lo cual tambien tiene sus inconvenientes: finalmente se ha recurrido á hacer estos barrotines de varias piezas interrumpiéndolas sobre las esloras lo cual es bastante económico. Asi como hemos dispuestò las tapas se colocaban ántes algunas tracas de tablones mas gruesos ya sobre el diametral poniendo dos tracas unidas que se endentaban con los baos, y sobre cu-

yas tracas se establecian algunos de los herrages que se emplean para la artillería, ya tambien algunas tracas entre el diametral y el trancanil (Fig. 224.)

169. Esloras y entremiches.—Las esloras de que nos hemos ocupado en esta eccion se llama tambien galeotas. Los franceses suelen colocar cinco filas una en el diametral y otras dos á cada lado dividiendo en tres partes iguales la semimanga.

Para rellenar el espacio que queda entre las cabezas de los baos, la cara alta del durmiente sobre que se apoyan y la baja de trancanil, se colocan unos maderos llamados *entremiches* que en nada consolidan el interior pues que no se ensamblan ni ligan con pieza alguna, sirviendo unicamente para evitar los depósitos de basura en esta parte y venir así á constituir la prolongacion del forro interior. La dimension à la linea de las esloras es la misma que la de los baos y el peralto un tercio de estos; los barrotines y esloras se ensamblan entre sì á media madera; los barrotines deben hacerse de pino con el objeto de aligerar y deben labrarse y no doblarlos poniendo en juego la flexion por que la curvatura que afectan ni es contínua ni uniforme razon por la cual á veces en lugar de hacer dichos barrotines de una pieza como los baos se hacen de tantas cuantas sean los espacios en que las esloras han dividido la manga del buque; esta es una buena y ecónomica disposicion.

Los barrotines, para no debilitar el durmiente, no se ensamblan con él sino que simplemente se apoyan, pero se ensamblan con el entremiche que no importa que se debilite puesto que no es pieza resistente.

Empleando este maderámen auxiliar se ha logrado no hacer muy caras y pesadas las cubiertas, disminuir hasta 60 y aun 30 centimetros la clara ó espacio en que los tablones ó cubiertas se hallan sometidos à flexion; nosotros hemos preferido aproximar los baos lo cual si bien es mas sólido, tambien es mas caro y nunca se puede disminuir en este sistema la clara tanto como en el otro á no ser que se haga la cubierta sumamente pesada y debe tenerse mucho cuidado con la clara entre los baos en la bateria alta sobre todo porque si esta es considerable, como dicha cubierta se hace de pino, madera muy flexible, se cimbrean los tablones, se destruye el calafateo y el agua se abre paso por doquier.

LECCION 21.ª

170. Aberturas de la cubierta. Escotillas; lumbreras, bajadas y fogonaduras. —En las cubiertas, ya sea para dar luz y ventilacion á las interiores, ya para dar paso ó para alojar piezas que atraviesan varias cubiertas como son los palos, la mecha del cabrestante etc. hay que practicar varias aberturas que siendo mayores que las claras exigen por consiguiente la interrupcion del maderámen de las cubiertas, aun que para no debilitar estas se emplean disposiciones especiales que vamos à estudiar.

Cuando estas aberturas se practican con el objeto de dar luz y ventilacion y de poner en comunicacion entre si las cubiertas, tienen una forma análoga siendo idéntico el maderámen que las constituye y entónces se llaman *escotillas*, dividiéndose estas en *lumbreras* que unicamente sirven para dar luz, y en *bajadas* que son las que ponen en comunicacion entre á si las diferentes cubiertas.

Las aberturas destinadas á dar paso á los palos, mechas de los cabrestantes etc. se llaman *fogonaduras* y el maderàmen que las constituye difiere algo del anterior. Las escotillas se comprenden ó practican entre dos baos, son ractangulares ó cuadradas y se hallan situadas sobre el diametral. Cuando se hacen rectangulares, debe procurarse que la mayor dimension del rectángulo quede en el sentido de la manga del buque porque teniéndose que cortar menos baos quedan mas unidos los costados y por consiguiente se debilita menos la construccion.

Como la distancia entre los baos es pequeña con respecto á las dimensiones de las aberturas que necesitamos à veces practicar, hay que suprimir algunos baos en esta parte para que la distancia entre el bao proel y el popel sea la que deseamos, pero con estos baos que hemos suprimido en la escotilla no se ha hecho mas que suspenderlos á la distancia conveniente haciendo que vengan á apoyarse sobre una eslora que insiste sobre los baos popel y proel de la escotilla; estas esloras tienen el mismo peralto que los baos (Fig. 225).

Algunas escotillas como las destinadas á dar paso á las calderas son muy

considerables; à veces se hacen de manera que se puedan bajar dichas calderas con las tres ò cinco brazas de cadena con que se suspenden que es lo que se hace en Francia y otras veces, como se hace aqui, hay necesidad de quitar una eslora para que puedan bajar dichas calderas. Es preferible el primer procedimiento pero cuando siguiendole se quiere debilitar la construccion lo menos posible, se procura disminuir el volumen de cada caldera aunque sea á espensas del aumento del número de ellas.

Los baos que van encima de las calderas y los que comprenden la chimenea se hacen de hierro laminado tanto para disminuir el peligro de los incendios cuanto porque en esos puntos en que existe una atmosfera húmeda y una temperatura elevada se presenta frecuentemente y avanza con rapidez la pudricion de la madera.

Los baos se ensamblan á las esloras á media madera reforzando la union con escuadras de hierro y si los baos son de este materialse unen á la eslora por medio de ángulos y roblones ó remaches.

Con objeto de evitar que el agua que cae sobre las cubiertas proveniente ya de lluvia ya del mar ó del baldeo pase á las cubiertas inferiores por las escotillas, se coloca encima del marco que las constituye otro clavado sobre la cubierta (Fig. 226) que detiene el agua al mismo tiempo que consolida esta parte: las paredes de este nuevo marco se llaman *brazolas* aun que aqui se da este nombre á las que van encima de las esloras y *contra-brazolas* á las colocadas sobre las baos; estas piezas van empernadas de arriba abajo sobre los baos y esloras correspondientes.

Las brazolas y contra brazolas se unen entre si por el ensamble conocido con el nombre de *lazo* representado en la figura.

En las brazolas se practican unos rebajos que sirven para alojar las tapas de las escotillas que se hacen macizas ó de celosía llamándose de empanetado ó de enjaretado cuando es para ventilar; cuando la escotilla es grande se subdivide por medio de piezas auxiliares que la atraviesan y sobre estas se colocan los cuarteles quedando los vacios de menores dimensiones; muchas veces se divide la escotilla en dos por medio de una *galeota* movible, à veces tambien se divide en cuatro y mas cuarteles (Fig. 227.)

Aquellas escotillas que no necesitan abrirse y cerrarse contínuamente como son las de la pólvora y algunas otras se calafatean con traviesas largas, no necesitan brazolas y se llaman *escotillones*, los cuales muchas veces no estan en el plano diametral y no tienen mas abertura que la necesaria para dar paso á un hombre.

La altura de las brazolas ó sea lo que sobresalen sobre la cara alta de la tablazon es menor en las cubiertas expuestas á ser inundadas, como cubierta alta y batería.

En los navios y fragatas á las brazolas de primera batería se les da 25 centímetros de saliente sobre la cara alta de la tablazon, en la del sollado 22 y en la mas alta 20: en las goletas se les da siempre 25 centímetros.

Lo que hemos dicho de las tapas y cuarteles tanto de empanetado como de enjaretado se refiere únicamente á las bajadas y á las aberturas destinadas á la ventilacion.

Las lumbreras se diferencian de las bajadas en que no tienen escala y en que llevan una armazon llamada *caramanchel* que sustituye á las tapas de que antes nos hemos ocupado. Este caramanchel esta formado en parte por cristales y recibe diversas formas, unas veces parecidas á las vertientes de un tejado, otras tienen la forma de cono y finalmente algunas son semi-circulares llamándose entonces *carrozas* (Fig. 228).

Las fogonaduras, que como hemos dicho son las aberturas destinadas á dar paso à los palos, etc.; se disponen como las escotillas entre dos baos, pero puesto que para estos se emplean diversas maderas como ya hemos dicho que son el pino y el roble combinados, debe procurarse que los que comprende la fogonadura sean de la madera mas resistente, de roble si este alterna con el pino. Cuando la fogonadura es bastante considerable y se coloca algun bao intermedio, se ensambla este á las esloras que terminan la fogonadura por los costados de la misma manera que hemos dicho en las escotillas y como representa la (Fig. 229.)

Despues se rellena el espacio por medio de los *malletes a b, a' b'*, de los *contra-malletes n n'* y con las cuñas cuando es la fogonadura de un palo, ó con las *conchas e* (Fig. 230) cuando es la de la mecha del cabrestante; á todo este maderámen se le dá el mismo peralto que es igual á los dos tercios del bao.

171. Cuerdas por debajo y aparado de las cubiertas.—Con el objeto de enlazar mas los baos entre si y consolidar la cubierta como tambien para sujetar algunos cáncamos destinados à la artillería, algunos buques llevaban antiguamente en e diametral dos tracas de tablones mas gruesos que el resto de la cubierta constituyendo lo que se llaman las *cuerdas* qne quedaban formando un escalon saliente en la cubierta.

Despues se suprimió esto y lo que se hizo fué colocar en el diametral y por debajo de los baos una pieza longitudinal endentada con ellos pero sin tocar ó debilitar estos, pieza á la cual iban á parar los puntales y que recibió el nombre de *cuerda por debajo* ó *invertida* que al principio se hacia de un peralto considerable pero que hoy se ha disminuido mucho para dejar mas raso el paso de una á otra banda de las baterías. La cuerda invertida seria una escelente pieza de consolidacion longitudinal si no se tuviese que interrumpir por las escotillas pero aun asi la mayor ventaja que presenta es la facil distribucion de puntales sujetando al mismo tiempo los baos y haciendo invariable su distancia aunque tiene el inconveniente de disminuir en esa parte la altura de entre-puente ya bastante reducida, razon por la cual algunos constructores, los franceses especialmente, las suprimen: nosotros las empleamos si bien de poco peralto.

Terminado ya el maderamen de la cubierta se procede á la verificacion de la vuelta de los baos, luego se van colocando diversos reglones para-

elos al plano diametral. se va observando si es contínua la superficie y finalmente con lienzas y junquillos se dirige la operacion que se llama *aparado de la superficie de la cubierta.* se quitan las ventreras à medida que se van colocando los baos y despues de aparada la superficie de dichas cubiertas, se procede á sentar la tablazon, aun cuando no es conveniente ejecutar esta operacion inmediatamente sino que es mejor dejar pasar algun tiempo para que se sequen mejor todas las cuadernas y maderas que constituyen el buque: solo con el objeto de poder transitar por las cubiertas se colocan algunos tablones sobre los baos.

172. APARADO DE LA SUPERFICIE FUERA DE MIEMBROS.—Al mismo tiempo que se establece el maderamen de las cubiertas, se procede á la colocacion del forro esterior para lo cual es preciso regularizar la superficie fuera de miembros, es decir, apararla, aun que si la labra de las cuadernas se ha hecho con algun esmero, no tendrémos que tocar mas que á las cuadernas de henchimiento.

En los astilleros particulares esta operacion es bastante importante por que ya hemos dicho que se labran pocas cuadernas por el procedimiento directo y en este caso generalmente se pierde mas tiempo en aparar la superficie que el que se hubiera empleado en labrar bien las cuadernas. En nuestros arsenales se han construido buques que no han necesitado aparar dicha superficie; de todos modos antes de colocar el forro esterior se observan por medio de lienzas y con el junquillo si es contínua la superficie y con la azuela se arreglan las pequeñas desigualdades que pueden existir.

Como el buque en la grada està sostenido por diversas filas de escoras que se apoyan sobre las vagras y para aparar la superficie esterior es preciso quitar dichas escoras, con el objeto de hacer que el buque quede convenientemente sostenido, se efectua por zonas paralelas á las vagras quitando las escoras correspondientes á una de ellas incluyendo esta misma pieza en el trozo que se quiere aparar; despues se clavan los tablones del forro y sobre estos los tojinos que sirven de punto de apoyo à las escoras que se vuelven á colocar continuando asi hasta que se ha forrado completamente el buque, pero se tiene cuidado de dejar algun tablon sin poner en diversos puntos con el objeto ya tantas veces indicado de ventilar bien el maderamen del casco del buque.

173. MACIZADOS QUE SON NECESARIOS ANTES DE LA COLOCACION DEL FORRO ESTERIOR.—Al mismo tiempo que se coloca el forro esterior se van macizando todas las claras del buque obteniendo asi un todo homogéneo, aunque algunos con el objeto de aligerar el casco del buque y proporcionar mas ventilacion han suprimido dichos macizos por completo, asi es que lo mejor será seguir un sistema misto en aquellos puntos del buque que por circunstancias especiales se quieren reforzar. La conveniencia de macizar las claras se explica perfectamente atendiendo à que los macizados, ademas de evitar el empernado en clara que algunos creen malo, haciendo el buque homogéneo dan lugar á que las presiones se trasmitan con mas igualdad siendo mas dificiles las deformaciones del

casco evitando las flexiones laterales de las cuadernas; en otros puntos en que este refuerzo no es indispensable, se suprime el macizado por que tiene el inconveniente de dificultar la ventilacion de la madera colocando à esta en peores condiciones.

Una de las partes que se macizan con mas cuidado es la parte inferior del buque; para ejecutar este macizado que empieza en donde termina el macizado de los fondos de que ya hemos hablado, se trazan tangentes *o a*, *o b*, *o c*, en las diversas cuadernas desde el punto *o* (Fig. 231) con lo que se tiene la curva *d c b a* sobre la cual se apoyaria el buque si varase, razon por la cual se termina en ella dicho macizado; en lugar de hacerlo en esta curva se traza una vagra plana que pase por entre los puntos antes determinados, promediando las distancias y en ella se termina el macizado ó bien se traza una vagra de doble curvatura con la misma condicion.

Como existen en el buque otros puntos que tambien se hallan en condiciones especiales, es necesario examinar su macizado; asi tenemos que cuando un perno atraviesa los miembros por una clara es conveniente que este no quede al aire en esta parte, y se coloca un taco de 25 ó 30 centìmetros para que le atraviese dicho perno; en las *portillas* ó aberturas practicadas en los costados del buque, inmediatamente debajo del trancanil de la cubierta principal ó aun mordiendo à dicho trancanil, como no siempre es posible distribuir bien con arreglo á los miembros sino que se disponen con arreglo á la distribucion interior, se macizan tambien las claras, y este macizado tiene unos 60 centímetros de largo (Fig. 232).

En el sitio donde las tablas de jarcia van á hacerse fuertes sobre los costados del buque, se colocan macizados de la misma especie: en los escobenes y demas orificios practicados en los costados asi como en las serviolas, en la parte inmediatamente inferior á los batiportes bajos y en general en todos aquellos puntos que se hallen mas debilitados que los demas, se suelen colocar estos macizados compuestos de tacos de madera que tienen de 20 á 25 centìmetros los cuales se introducen á golpe de mandarria y con el objeto de que no se detenga al agua que por cualquier circunstancia pudiera introducirse, se practica una ranura triangular en dicho macizado que da paso al agua llevándola á la parte superior del macizado de los fondos.

Macizada una region, se colocan inmediatamente los tablones correspondientes al forro esterior.

174. Reparticion de los tablones de forro en la superficie esterior del buque.

Antes de proceder á la colocacion del forro esterior, se empieza por la reparticion de tracas que se hace en la cuaderna maestra desde el canto bajo de la última de las *cintas principales* ó tracas de tablones comprendidas entre el batiporte bajo de la primera bateria y la flotacion.

El ancho de las tracas depende naturalmente de la dimension de las maderas de que se puede disponer aun cuando podemos decir que varia de 25 á 30 centìmetros; se llevan estas distancias sobre la maestra teniendo cuidado de disminuir las tracas en el sentido del ancho y desde los *cosederos*, que son los

tablones que van inmediatamente debajo de las cintas principales, hasta las aparaduras, va el forro constantemente disminuyendo hasta un cierto limite.

Las cintas principales en los navios y fragatas de primera clase son cuatro mientras que en los demás buques son tres; estas cintas tienen un ancho constatante, se conservan paralelas á las lineas de los batiportes son piezas de consolidacion, tienen generalmente unos 35 centímetros de ancho y ocupan un espacio de $1^{m}40$; como la altura de bateria suele ser en estos buques de $2^{m}10$ queda un espacio en el que van los cosederos. Las tracas que van desde el batiporte alto de la primera bateria hasta el batiporte bajo de la segunda, se llaman *cintas segundas*, son en un todo análogas à las primeras si bien de menos importancia y generalmente son cuatro tracas que se hacen tambien paralelas á las lineas de batiportes. Lo mismo las cintas segundas que las terceras si las hubiese, se colocan en número de cuatro tambien paralelas á las lineas de batiportes; estas tracas son de poca importancia pues no son piezas de consolidacion. La cinta inmediatamente inferior à los batiportes bajos se llama tambien *sobre-cinta*.

Hecha como hemos dicho la distribucion de las tracas en la cuaderna maestra, vamos á trazar sobre la superficie del buque las *costuras* ó uniones de estos tablones, para lo cual se empieza por marcar en la roda y despues en el codaste los puntos correspondientes á los trazados en la cuaderna maestra, es decir, que desde el pie de roda hasta el punto de esta pieza correspondiente al canto bajo de la última cinta se divide la distancia en el mismo número de partes iguales en que se ha dividido la cuaderna maestra y tales que cada una de las de la roda medida normalmente á la quilla tenga con su correspondiente en la cuaderna maestra, medida en su desarrollo la relacion que la distancia desde el canto bajo de la última hasta el fondo del alefriz guarda con el desarrollo correspondiente de la maestra. En la práctica no se hace esto con tanta escrupulosidad sino que simplemente se divide la roda en el mismo número de partes iguales en que se ha dividido el desarrollo de la cuaderna maestra y se obtienen asi los puntos correspondientes á los de aquella.

En la popa hay que hacer una cosa análoga aun cuando debemos tener en cuenta dos circunstancias: si la popa es cuadrada se divide la longitud que hay en el desarrollo del alefriz del yugo y del codaste en el mismo número de partes en que se ha dividido la cuaderna maestra y se tiene que unas costuras irán á morir sobre el yugo y otras sobre el codaste (Fig. 233).

Si la popa es redonda, entonces unas tracas terminan en el codaste y otras van a morir en las cintas principales (Fig. 234) ensamblándose entre si con objeto de evitar los ángulos agudos y finalmente algunas tracas terminan en el codaste y en las cintas uniéndose à tope las anàlogas de cada costado del buque: esta distribucion de tracas en la popa redonda es fácil de hacer pero no está tan sujeta á reglas como la anterior. Marcados tres puntos de cada costura, para trazar esta sobre el buque se sugeta una lienza en uno de los puntos marcados sobre la cuaderna maestra y con dos clavos uno en cada

lado para que no se desvìe; se clava otro en los puntos correspondientes de proa y despues haciendo pasar el estremo de popa por el punto correspondiente en que hay clavado un clavo, por medio del molinete se pone tiranteste; asi se obtienen dos lineas de mínimo desarrollo que se se unen sobre la maestra untando la lienza con tiza blanca: de este modo se tendrá sobre la superficie fuera de miembros indicada la costura en cuestion.

En los buques de popa redonda hemos dicho que algunas tracas del forro morian sobre las cintas principales, porque en estos por la forma especial del buque todas las cintas dan vuelta á la popa siendo continuas en esta parte. Las tracas que hemos marcado no conservan el mismo ancho en toda su estension en la parte de popa y especialmente en los finos del buque pues aumentando mucho su ancho, es conveniente para obtener mas económico el forro hacer de cada traca dos como indica la (Fig.235) ó bien de dos tracas tres, como se vé en la (Fig. 236) que es mejor disposicion: estos tablones se llaman *atunes*.

Por el contrario, en la parte de proa se disminuye á veces demasiado el ancho de las tracas y conviene disminuír tambien su número haciendo de dos tracas una, como indica la (Fig.237) ó bien de tres tracas dos, como se vé en la (Fig.238) que es la mejor disposicion: estos tablones se llaman tambien *atunes* analogamente á los de popa.

Los cosederos que son las tracas que van desde la flotacion en rosca hasta las cintas principales, están alternativamente espuestos à la humedad y sequedad por lo cual deben construirse de madera de primera calidad y de álamo ó roble como las cintas; estas piezas resguardan tambien la parte en que los proyectiles enemigos pueden ocasionar mas daño en el buque pues en los balances pueden dar en la parte sumergida y hacer agua en esta parte: es conveniente hacer estas piezas suficientemente gruesas y de buena calidad por ser las mas importantes del forro esterior. Los proyectiles no alcanzan mas que á unos 80 ó 90 centìmetros debajo de la flotacion como la esperiencia lo enseña porque si viene el proyectil (Fig,239) en una cierta direccion *a* en que puede herir el buque bastante por debajo de la flotacion, su direccion con respecto á la superficie de aquel se separa mucho de la normal y hace que resbale en parte sobre el casco; si por el contrario viene el tiro en la direccion *c*, como tiene que atravesar una gran masa de agua pierde mucha fuerza, prescindiendo de la reflexion, asi es que únicamente los que vienen en una cierta direccion media *b* son los que dañan. Se ha observado que à esta direccion corresponde una profundidad de 80 á 90 centìmetros razon por la cual bastaría dar un metro de profundidad á la parte inferior á la flotacion que deberia reforzarse si el buque no tuviese balances, pero como en este caso se descubre mas el costado, se cuenta con que la parte vulnerable es de dos metros proximamente debajo de la flotacion.

Como no se puede tener la seguridad de obtener una resistencia superior al esfuerzo de los proyectiles, se tienen preparados para el combate unos tapones de plomo en forma de tronco de cono y de diversos tamaños llamados *tapa-balazos* que los calafates situados en el callejon de combate están siempre dispuestos á colocar en el caso de que las balas puedan ocasionar

agujeros la zona de los cosederos por ser la mas atacada por el enemigo y aquella en la cual los tiros producen peor efecto.

175. Forro de cola de atun.—Hemos dicho como se coloca el forro esterior y vamos á indicar otro sistema que permite economizar algun valor del material empleado y que se conoce con el nombre de *cola de atun* y cuya disposicion representa la (Fig.240). Este sistema no se emplea en toda la porcion sumergida del forro esterior sino en aquellas partes en que el forro no tiene mas mision que hacer estanco el buque y aun asi se alterna con tracas de forro contínuo; no se emplea nunca ni en las aparaduras ni en los cosederos, pero si en el intérvalo. Algunos la usan esclusivamente en esta parte del buque, otros lo alternan con tracas contínuas y esto es lo mas prudente. Por lo demas, esto constituye un buen procedimiento y sobre todo económico pues se aprovecha con él la diferencia de dimensiones entre el pie y el cogollo del árbol. Las piezas de las cintas y cosederos tienen la misma dimension que las de quilla, de 9 á 12 metros.

Las aparaduras son las piezas mas importantes del forro esterior en cuanto á la ligazon de las cuadernas; luego siguen los cosederos y cintas.

Los tablones se sacan del àrbol que es generalmente cónico y tienen la forma representada en la (Fig. 241)de modo que para trazar un tablon se une el punto *o* que dista de *a* la cantidad $a\ o = \frac{1}{3} a\ d$ con el punto *f* y se tiene ya el tablon *fedcb* cuyasdimensiones son de 9 á 12 metros de largo, $f\ b = 0{,}32$ $ab = 0{,}26$, y $cd = 0{,}22$.

Este procedimiento es mas económico que el empleado valiéndose de tablones de cantos paralelos porque se aprovecha algo de la diferencia de dimensione s que tiene el árbol en su cogollo y en el pie, cómo ya hemos indicado.

176. Clasificacion del forro esterior.—El forro esterior está formado por orden de colocacion à partir de la quilla hasta la regala, por las *aparaduras*, *el forro de pantoque*, *el de disminucion*, el *tablon bocal*, los *cosederos*, *las cintas principales*, *las segundas y terceras* cintas ó de Borda, *tablones de entre-chaza* y la regala; á veces el último tablon dø las cintas de Borda, el inmediato á la regala, es de mas espesor que los otros y se llama entonces *tapa*. Vamos á estudiar separadamente cada una de estas partes que componen el forro esterior.

Las cintas principales tienen ordinariamente un ancho de 0,^{m} 36 por 0,30 ó 0,35 de grueso y una longitud que no debe bajar de 9 metros llegando si puede ser hasta 10 ó 12; las uniones de estos tablones se verifican à tope redondo y no con escarpes con objeto de facilitar la operacion del calafateo pues empleando escarpes seria imposible hacer llegar la estopa á los miembros y el calafateo no seria perfecto asi es que por esta condicion se sacrifica algun tanto la consolidacion ó ligazon del buque por medio del forro estetrior.

Los estremos de estos tablones se llaman *topes*: desde el tablon bocal que es el inmediatamente inferior á los cosederos, el ancho de los tablones va disminuyendo uniformemente dos centimetros por traca hasta que llega á 24 centímetros cuya dimension permanece constante hasta las aparaduras; en cuanto

al espesor sucede lo mismo pues á cada tablon se le da una diferencia de espesor alto y bajo de 5 á 6 milímetros hasta que llega á 10 ó 15 centímetros de espesor segun los buques. Despues de los cosederos y el tablon bocal viene el *forro de disminucion* que se divide en *forro de punto* que es la parte del mismo en la que el espesor es constante y que suele er de 10 á 15 centímetros y *forro de pantoque* á la inmediata al de punto. Debajo de este forro van últimamente las aparaduras reforzadas que son en número de cuatro generalmente y cuyo espesor aumenta progresivamente sino se emplea quilla de seguridad. La (Figura 242) nos representa todo el forro de un navio.

177. Disposicion de las aparaduras.—Las tracas de la aparadura se unian antes ensamblándo unas con otras á media madera (Figura 243) pero por la misma razon que hemos suprimido los escarpes en los cosederos y cintas se han suprimido tambien en esta parte quedando los tablones á tope redondo pues el calafateo es asi mas perfecto y en esta parte del buque es conveniente la perfeccion de esta operacion. Es preciso tener cuidado que las juntas en cada hilada de tracas no correspondan con las de las inmediatamente inferiores á lo menos hasta la cuarta ó quinta pues de lo contrario se presentaria una línea de ruptura que debemos evitar, asi como tambien se tendrá presente que las juntas de las cintas no vengan à estar entre las portas.

178. Carenotes de balance.—En algunos buques, con el objeto de disminuir los movimientos de balance, se colocan dos *carenotes de balance ó quillas de seguridad*, una á cada banda del buque, proximamente en el punto en que la tangente trazada desde el estremo inferior de la quilla encuentra al contorno del casco en la cuaderna maestra, sirviendo para resguardarle de las varadas: nosotros lo hemos empleado tambien en la «Tetuan,» con el objeto de facilitar su lanzamiento. Esta traca (Fig. 244.) viene á estar en la parte mas delgada de los forros y se dispone como representa la figura: en la «Tetuan,» se ha empleado otra disposicion, pues se ha forrado completamente el buque y despues inmediatamente encima se ha colocado el carenote tambien forrado. Los carenotes se oponen tambien al movimiento de deriva de los buques para cuyo efecto emplean los holandeses en sus *queches*, unas tablas llamadas *orzas de deriva*, que se pliegan como el timon, pudiendo ejercer su accion por ambos costados del buque: los carenotes pueden considerarse como unas orzas de deriva fijas.

179. Materiales que deben emplearse en el forro exterior.—Para las cintas principales debe emplarse madera de primera calidad, como por ejemplo el roble; las cintas segundas se suelen hacer de pino con el objeto de aligerar y por ser mas económico que el roble, además siendo piezas de mayor dimension se disminuyen con eso el número de ensambles; para la «Tetuan» se ha empleado el pino para todas las cintas porque la teca de que se podia disponer era de pequeñas dimensiones y no conviene multiplicar las juntas.

Los cosederos, hallàndose en malas condiciones de conservacion tanto por las alternativas de humedad y sequedad á que están espuestos, como por ser tambien piezas constantemente chocadas por las embarcaciones menores que atracan á los costados del buque y por las condiciones de combate, se

hacen como las cintas de maĥera de primera calidad. En cuanto á los tablones que constituyen el forro de punto y disminucion, hallándose en buenas condiciones de conservacion, pues se encuentran siempre debajo del agua, se hacen de madera menos resistente; nosotros empleamos el álamo y los franceses el roble del Báltico.

Las aparaduras aunque están en buenas condiciones, para la perfecta consolidacion del buque, deben hacerse de roble y los tablones de entrechazas de pino pues si bien tienen el inconveniente de astillar mucho, es sin embargo mas barato y mas ligero, cualidades ambas suficientes para aconsejar su empleo en un sitio que poco ó nada consolida el costado del buque.

En América desde las cintas para arriba se construye de cedro el forro esterior por la propiedad que tiene de ser penetrado por los proyectiles sin desprender astillas ni rajarse, disminuyendo el orificio por donde ha pasado el proyectil inmediatamente, lo cual hace á esta madera inmejorable para esa parte del buque á causa tambien de la facilidad que hay en tapar los agujeros ocasionados por las balas; en el pais á que nos referimos se han hecho de cedro todas las piezas de varios buques incluso las cuadernas como tenemos ejemplo en la «Trinidad;» estas últimas tenian mayores dimensiones que si fueran de roble por su menor resistencia aunque en cambio tambien eran mas ligeras, y esta propiedad compensaba en algo el primer defecto.

180. Esfuerzos a que se hallan sometidos los tablones del buque en sus diversas partes y su colocacion.—Los forros esteriores se labran de la misma manera que hemos efectuado la labra de las vagras, pues estas en rigor no son mas que unas tracas de dicho forro.

En la popa cuadrada los primeros tablones de los cosederos que están en contacto con el yugo por su forma especial se llaman *cucharros* ó *galimas:* en la popa redonda existen tambien los cucharros que son los que tienen una forma parecida y que se hallan situados sobre los cosederos, muriendo en las cintas principales.

En la labra del forro esterior podemos considerar el buque, desde la cuaderna maestra à popa ó á proa, dividido en cuatro regiones: la zona central en la cual por la pequeña curvatura de la superficie los tablones del forro pueden adaptarse á la superficie fuera de miembros con facilidad; la zona que sigue á esta en que haciendo uso de la estufa para el reblandecimiento de dichos tablones se pueden emplear sin labrarlos; la tercera zona en que ya es preciso acudir á labrarlos por medio de escantillones pero que se adaptan sobre el costado del buque haciendo uso de la flexion, es decir, poniendo en accion esta propiedad de la madera y finalmente las regiones estremas donde existen los *cucharros* en que es preciso labrar completamente los tablones por medio de plantillas y escantillones á causa de la pronunciada curvatura que afecta la superficie fuera de miembros en esta parte.

Vamos á ocuparnos de las diferentes operaciones que hay que ejecutar en os tablones del forro esterior en las diversas regiones y de su colocacion sobre el buque, pero antes vamos á estudiar la clase de esfuerzos á que se halla sometido cada tablon enc las uatro regiones anteriores.

En la parte central del buque, en atencion al pequeño ancho de los tablones y á la poca curvatura del buque en las proximidades de la maestra, los tablones no se hallan sometidos mas que á la flexion y aunqne las dimensiones de las cintas y cosederos son bastante considerables la pequeña flexion á que hay necesidad de someterlos hace que se empleen directamente sin necesidad de preparacion alguna, con tanta mas razon cuanto que la madera sufre este esfuerzo muy bien. A medida que nos aproximamos á las estremidades del buque, es decir, que entramos en la segunda y tercera region, la diferente direccion de las tangentes à las cuadernas en los puntos correspondientes á una costura de tablones con respeto á la cara superior de los mismos hace que para adaptarse un tablon á la superflcie del buque, ademàs de la flexion á que antes se sujetaba, tenga que sufrir una torsion tanto mas considerable, cuanto mas rápidamente se efectua el cambio de direccion de las tangentes y entonces como la madera resìste muy mal á la torsion hay que evitar esta ó al menos disminuirla labrando la superficie interior como hicimos al tratar de las vagras y aplicando los escantillones verdaderos en cuyo caso se evita, aunqué es difícil, la perfecta union de las cabezas á no ser que se desperdicie mucha madera. Empleando escantillones intermedios, se disminuye la torsion hasta el punto en que la madera la pueda fácilmente soportar facilitando la union de dichos tablones por sus estremidades y economizando madera; finalmente, aproximándose á los estremos, por el arrufo que en la proyeccion tienen las costuras, hay que someter la madera á una flexion en el sentido del peralto haciéndole tomar una curvatura que se llama *rodero*. Para evitarla, se labran los tablones; de manera que en último resultado algunos tablones no se hallan sometidos á la flexion, ni à la torsion, ni al rodero; la flexion la resiste bien la madera entre ciertos limites, pasados los cuales reblandeciéndola se puede aun aumentar la amplitud de estos limites: cuando esta es muy considerable se labra el tablon con plantillas com. luego verémos. La torsion, hemos dicho que la sufre mal la madera; por consiguiente los limites de este esfuerzo à que se la puede someter son bastantes pequeños aunque algo se pueden aumentar tambien por medio de la estufa por qne reblandeciéndose la madera se hace mas elástica, aunque esto no es suficiente y hay que apelar á labrar los tablones por medio de escantillones.

El rodero por si solo no lo sufre mal la madera por no ser en último resultado mas que un esfuerzo de flexion, pero combinándose con la flexion en el sentido del grueso ó espesor vienen entre los dos á constituir una torsion, à la que como antes hemos visto, resiste mal el material, lo cual se evita labrando las piezas como verémos.

En la region central del buque se coloca todo el forro esterior desde las cintas, aparaduras y cosederos, que tienen un espesor considerable, hasta los tablones de disminucion, sin mas que sujetar bien un estremo del tablon en el sitio correspondiente por medio del aparato que hemos indicado al tratar de las vagras y que consiste en un barrote interior, una trinca que une el estremo del tablon al barrote y varias cuñas interpuestas entre el barrote y las cuadernas, que apretándolas á golpe de man-

adrria, adaptan convenientemente el estremo del tablon á la superficie del buque: por el otro estremo se procede de la misma manera. Despues que ya se ha adaptado bien el tablon y que se ha disminuido mucho la energia de la reaccion que opone dicho tablon, se procede á clavarlo sobre la superficie del buque y en el intermedio de su longitud se le dan tambien algunas trincas para asegurarlo mejor.

Este procedimiento algunas veces no es posible seguirlo por hallarse macizadas las claras, y entonces se emplean las llaves de hierro (Fig. 245.) A medida que se avanza hácia los estremos, hay que apelar al empleo de los escantillones intermedios para disminuir la torsion aunque lo que se hace es emplear el reblandecimiento por medio de la estufa y asi no hay necesidad de labrar la pieza por medio de dichos escantillones, al menos en una gran porcion del buque en que la torsion no es muy considerable.

181. Reblandecimiento de la madera.—Antiguamente se humedecia la madera y después se calentaba, con lo que se evaporaba la savia y se reblandecia, pero quedaba la madera de mala calidad y muy reseca; hoy se sigue otro procedimiento pues se emplea el vapor, que sin alterar las cualidades de la madera la reblandece lo suficiente para poderla emplear directamente en algunas partes del buque, pero antes de hacer uso del vapor y vistos los malos resultados que daba el reblandecimiento de la madera por el método antiguo se aserraban los tablones como indica la (Figura 246.) Esta operacion es verdad que permitia emplear la madera en algunos puntos del buque sin labrarla y sin reblandecerla, pero la dificultad ó casi imposibilidad de calafatear bien los topes de dichos tablones hizo renunciar à este procedimiento que además debilita mucho las cabezas dejándolas de menos grueso: despues se empleó el vapor como vamos á indicar.

En un recipiente cerrado donde se coloca la madera que se trata de reblandecer se hace entrar vapor á 100.° teniendo cuidado que el agua de condensacion no esté en contacto con la madera lo cual se consigue estableciendo un emparrillado á alguna altura encima del fondo del recipiente; así se mantiene la madera un par de horas, si no tiene mucho espesor, y hasta cuatro horas si son cintas ó cosederos; despues se sacan estas piezas y se las adapta á unos moldes de hierro, de piedra, ó aun formados clavando picaderos en el suelo, ó en último resultado adaptando el tablon á la superficie del buque, manteniéndolo en la disposicion indicada 24 horas y despues clavándolo. Cuando se emplean moldes, se exagera ia curvatura porque al desprender la madera del molde pierde una buena parte de dicha curvatura. Este procedimiento se aplica con facilidad para las piezas delgadas é igualmente dà buenos resultados en las de grandes dimensiones; sin embargo, las curvaturas que pueden obtenerse son tanto menores cuanto mas considerable es el espesor de la pieza. Esto proviene de la naturaleza misma de la flexion que determina una especie de compresion en las fibras de la pieza por el lado de la concavidad, en tanto que las que estan próximas á la superficie convexa esperimentan una estension tanto mas pronunciada cuanto mas distan de la fibra central: las fibras leñosas soportan bien la com-

presion pero resisten mal à la estension y si esta última escede de ciertos límites como sucede en las piezas muy gruesas, las fibras esteriores se desgarran y producen rupturas que penetran en la pieza hasta la profundidad en que no esperimentan sino un alargamiento moderado.

En algunos casos se puede aumentar la flexion de que las piezas son suceptibles, dividiendo su espesor en dos ó tres partes por medio de rajaduras desde una estremidad hasta la region en que la curvatura es muy pronunciada; asi quedan descompuestas en varios elementos que se colocan deslizándose los unos sobre los otros produciéndose los alargamientos ó acortamientos de sus fibras estremas en virtud de un espesor moderado y sin ocasionar alguna ruptura.

Se consigue tambien encorvar las piezas de mayor escuadria y de curvatura mas pronunciada por un procedimiento debido à Mr. Blanchard que consiste en reblandecer la madera por el contacto del vapor de agua y encorvarla en seguida impidiendo el alargamiento de sus fibras exteriores; con esto desaparece toda probabilidad de ruptura y las únicas modificaciones que experimenta la madera se reducen á compresiones que, lejos de debilitarla, aumentan su densidad y su resistencia. Para combatir la estension de la fibra esterior, la pieza de madera primitivamente recta lleva en la cara que ha de formar la superficie convexa una hoja de acero terminada en sus estremos por sólidos rebordes revirados en angulo recto que la abrazan completamente; en estas condiciones la pieza es adaptada sobre su molde y es evidente que la fibra esterior contenida por la armadura metálica que la rodea, no puede ni alargarse, ni por consiguiente romperse; en cambio, la fibra interior esperimenta una compresion mucho mas considerable que en el caso en que la flexion se operaba libremente, pero esto no presenta inconveniente alguno.

182. Máquinas para encorvar la madera.—Al encorvar una pieza, como tenemos dicho ya, si bien la fibra invariable no sufre alteracion, las fibras interiores se comprimen y las esteriores se alargan quedando la madera algo alterada en sus condiciones resistentes; en 1855, se propuso evitar el alargamiento de las fibras esteriores haciendo uso para doblar las maderas de un aparato (Figura 247) que se reduce á una fuerte mesa de madera, sobre la cual se trinca la pieza que se quiere encorvar haciendo invariable uno de sus estremos, y por medio de una palanca ó especie de molde de fundicion, ejerciendo una compresion se encorvaba la madera lo suficiente; después se la colocaba un tirante de hierro y asi encorvada se la tenia un cierto espacio de tiempo, variable en cada caso segun las circunstancias.

Se ha propuesto tambien el empleo de una màquina para doblar madera, màquina ensayada en este arsenal, la cual no ha dado quizàs resultado por haber hecho el ensayo sobre un modelo y no sobre un aparato de las dimensiones ordinarias; esta máquina empleada en Francia y útil sobre todo para las embarcaciones menores se reduce á dos largueros de fundicion *a* y *b* (Fig 248.) de los cuales las partes *b d* y *a e* están fijas, y las *e c* y *d f* unidas á una gran rueda que puede girar al rededor del eje *o*; sobre el larguero inferior se

coloca una lámina delgada de hierro con dos topes en los estremos de los cuales el *r* se se fija á voluntad sobre el trozo *f d* y el otro tope *s* queda libre en la disposicion representada en la figura. Cuando los trozos de larguero inmóviles están en prolongacion de los fijos se coloca el madero que se trata de encorvar en el espacio comprendido entre ambos largueros, se sujeta convenientemente por medio de auxiliares que lleva el aparato y después se hace girar lentamente la rueda al rededor del eje *o*, hasta que tome la 2.ª disposicion representada tambien en la figura, en la cual se coloca el tirante *t* y se saca la pieza; el tirante une las cabezas ó topes *r'* y *s'* á donde han venido á parar los *r* y *s;* esta es la esencia del aparato. Como es natural antes de someter la madera á la accion de esta máquina se la ha reblandecido en la estufa convenientemente.

183. ESTUFA PARA REBLANDECER LA MADERA.—En cuanto á la estufa que generalmente se emplea, se reduce à un cilindro hecho con tablas de madera de pino, con unas tapaderas cónicas, sugetas como indica la (Fig. 249:) estos cilindros á veces, como sucede en el que existe en el astillero de Ferrol, se revisten con una capa de ladrillos con el objeto de perder menos calor por radiacion y se sujeta el todo con fuertes zunchos de hierro que se pueden apretar à voluntad para impedir los escapes de vapor para lo que se coloca tambien en los bordes de las tapaderas fieltro ó paño de somonte. El cilindro comunica con la caldera ó generador por medio de un tubo provisto de su correspondiente llave.

Con el objeto de evitar que el agua de condensacion, esté en contacto con la madera se establecen en el interior de este cilindro uno ó varios emparrillados que sostienen los tablones que se quieran reblandecer.

En la segunda de las zonas en que hemos cosiderado dividido el buque se emplean los tablones inmediatamente que salen de la estufa, sugetándolos convenientemente y empernándolos luego: en esta zona se dejan tracas sin poner para facilitar la desacacion, pero á medida que nos acercamos á las estremidades del buque, esto no basta y entonces se emplea la máquina y aparato que acabamos de describir, que únicamente han dado buenos resultados aquí en las embarcaciones menores; por lo demás, si se emplean máquinas, como los diferentes tablones que constituyen el forro esterior estàn en circunstancias muy diversas, las lineas que marcan las zonas ó regiones en que hemos dividido el buque son muy numerosas y en una cuaderna determinada sucederá fácilmente que mientras en ella unos tablones se doblan fácilmente y no es necesaria la estufa, por el contrario para otros tablones será preciso recurrir á la labra.

Cuando se emplea la estufa que hemos indicado, teniendo cuidado de que el agua de condensacion no esté en contacto con la madera para no requemarla, esta no se altera y dura tanto como cuando no se emplea el vapor.

Cuando hemos avanzado ya mucho hàcia las estremidades no bastan ya estos procedimientos y hay necesidad de labrar los tablones, desperdiciando la madera y ocasionando un aumento de estos en la mano de obra.

184 Labra de las piezas de forro en que se quiere evitar el rodero.—Los primero que se trata de evitar es el rodero ó sea la flexion de la madera en el sentido del peralto.

Para esto supongamos (Figura 250) trazadas en el buque las lineas de las costuras ó sean *ab* y *cd* que son las dos lineas que abrazan el tablon que queremos labrar: en los puntos *m* y *n* que dividen en dos partes iguales las distancias *ac* y *bd* de las normales á una de las curvas ó rectas que promedian las dos normales á dichas curvas, se clavan dos clavos que sostienen una lienza en banda; se toma una escuadra, se dispone como representa la figura, aplicando una de las ramas contra la superficie del buque y en la direccion de las cuadernas y se vá subiendo ó bajando dicha escuadra hasta que el canto superior de la rama *l k* esté en el mismo plano de las lienzas *m l* y *n l*. Elejido este plano que es normal á la superficie del buque en el punto *k*, porque se ha tenido tambien cuidado que los ángulos *p k l* y *o k l* sean iguales, cosa que se consigue á ojo, se halla la interseccion de dicho plano con la superficie, lo cual se obtiene marcando varios puntos que se determinan apoyando una regla sobre el canto de la escuadra y las lienzas y viendo en que punto encuentra al casco: así se marca la interseccion *m o p q u* y trazan con la lienza los puntos *m* y *n*; se divide la lienza en partes iguales, en los puntos de division se ata una série de barrotes (Fig. 250, 2;) por su parte central y se aplica esta lienza en la posicion indicada en la figura: los barrotes vendrán á ocupar cierta posicion colocándose perpendicularmente à la lienza y sobre ellos se marcan los puntos en que encuentran à las líneas *ab* y *cd* de las costuras, se retira luego la lienza, y se aplica sobre el tablon segun *m n*, con lo cual los barrotes adaptándose á esta superficie plana, como antes lo hacian en las diversas tangentes en *m o p q r n* se podrán marcar los puntos *a y t x b d s v z* y uniéndolos por medio de curvas contínuas se labran las superficies cilíndricas perpendiculares á la cara *a c d b* que tienen por secciones rectas las curvas antes obtenidas: asi al aplicar este tablon sobre la superficie del buque de modo que *ac* coincida con *a c* y doblar dicho tablon para que se adapte á la misma superficie, *m n* coincidirá con *m n* y los puntos correspondientes lo mismo. De este modo doblándose el tablon al rededor de un eje vertical, no se pondrá en juego mas que la flexion habiendo evitado completamente el rodero, aunque à costa de algun desperdicio en la madera y alguna mano de obra empleada en su labra. Habrá tablones en que será preciso evitar tambien la torsion y se concibe que se puede cambiar este procedimiento con el de los escantillones, dejando únicamente en juego la flexion.

185. Labra de los cucharros ó galimas.—Avanzándo hácia los estremos nos encontramos con piezas tales, que como los cucharros ó galimas será preciso labrarlas completamente.

Sean *m' n'*, *m'' n''* las dos líneas trazadas sobre la superficie del buque y que nos representan las costuras; por el procedimiento anterior se traza la interseccion *m n* del plano normal con la superficie del buque después se recorta una plantilla *S* (Figura 251) primero á ojo y después se corrije y perfecciona atracándola varias veces al costado del buque en el sitio conveniente; lue-

go se marcan sobre ella las lineas *m x*, *oy*, *pa*, etc., normales al contorno anterior de la plantilla, se aplica esta sobre el costado del buque y lo mismo se hace con la falsa escuadra teniendo el mango contra las rectas trazadas en la plantilla y la hoja contra la superficie del buque; asi se van midiendo los ángulos ó escantillones que se marcan como siempre en una tablilla; despues se elige el tablon que queremos labrar y teniendo los escantillones y un galibo interior ya podemos labrar la pieza, siguiendo el método esplicado en la labra de piezas de dos vueltas.

186. Costuras.—Aunque se procura que las juntas de los tablones queden paralelas que es la mejor disposicion para efectuar bien el calafateo, no se consigue este paralelismo en la práctica quedando à veces las costuras como indica la (Fig. 252,) en *b o d p* en cuyo caso se empieza por quitar el esceso de madera *b o n* y se desbasta la madera con uñas. La disposicion *r s t u* es la mas ventajosa.

LECCION 22.

187. Empernado del forro esterior.—Las condiciones á que se ha de sugetar este empernado son las siguientes:

1.ª Los topes de los tablones no deben cuadrar bajo las portas: 2ª. tampoco se les ha de fijar de modo que correspondan á las claras y cuando esto sea indispensable, se macizan préviamente con tacos de 0,m 25 á 0,m 30 de altura: 3.ª se procurarà que no vengan dos topes á corresponderse sobre la misma vertical sino de cinco en cinco tracas y aun en este caso deben alternarse sobre los dos cuerpos de cada cuaderna que reciben dichos topes y 4.ª que no venga el tope á caer en el plano del gálibo de una cuaderna doble.

Los tablones del forro esterior se aseguran á las cuadernas por medio de pernos y clavos poniendo en cada estremidad de uno de ellos dos clavos y un perno pasante, normalá la ligazon en el punto que la atraviesa. La pernería y clavazon será de cobre en la parte de los fondos y de hierro en las partes altas; algunas veces se hacen de hierro galvanizado aunque es mejor sin galvanizar porque parece que el galvanizado tiene menos resistencia y en cuanto á su adherencia con la madera se comporta como un clavo de cobre.

El perno pasante que se coloca en la estremidad de cada tablon, lleva su cabeza embutida y su estremo interior remachado sobre una arandela: en el intérvalo comprendido entre las estremidades del tablon se suele colocar un perno á cada dos metros de distancia, de manera que cuando los tablones tienen los 9.m que deben, se aseguran además con dos pernos intermedios.

Al empernar el forro interior deben tenerse en cuenta los pernos ya establecidos para sujetar los trancaniles, durmientes etc. pues donde existen estos pudieran ahorrarse muchas veces los que debemos poner segun las distancias á que se encuentran los ya clavados, aunque esto no se refiere mas que á aquellos pernos que van á remacharse sobre el forro esterior: para asegurar mas los tablones sobre los trancaniles se clava un clavo sobre cada cuerpo de cuaderna, dispuestos en zig-zag para debilitar menos las tracas y para no determinar secciones de ruptura en los miembros por agujeros demasiado próximos.

188. Cabillas de madera para asegurar el forro.—En Francia en lugar de pernos se emplean cabillas que son unos pernos de madera dura en forma de pirámide exagonal ú octogonal; estas cabillas se labran groseramente en el monte y despues se termina su confeccion en el arsenal. Generalmente, cuando se emplea este procedimiento, se colocan dos cabillas sobre cada miembro segun la diagonal del rectángulo que tienen comun el tablon y el cuerpo de cuaderna de que se trata y á los tres décimos del ancho tanto del tablon como de la cuaderna. Estas cabillas se introducen en un agujero redondo hecho con dos barrenas análogas á las de dados, de distinto diámetro, con el objeto de que ajusten bien y cierren completamente.

En Francia en lugar de los dos barrenos que hemos citado, se emplean tres de la manera siguiente: el primer agujero se abre con una barrena de un diámetro igual al del círculo inscrito en la base menor de la cabilla; el diámetro del 2.° barreno, introducido hasta los dos tercios de la profundidad total, es igual al de la cabilla al tercio de su longitud y el diámetro del tercero que se introduce solamente hasta el tercio de la profundidad total, es igual al de la cabilla á los dos tercios de su longitud partiendo de la punta.

189. Colocacion de las cabillas.—Hecho el barreno, se introduce la cabilla que se amolda en cierta manera sobre sus paredes sufriendo una compresion que proviene de la diferencia que hay entre las secciones de sus elementos cónicos y las de los elementos cilíndricos del barreno; de esta manera el primer tercio de la cabilla en su parte superior se reduce á tener el mismo diámetro que el de la base menor; los tercios 2.° y 3.° se reducen igualmente al mismo diámetro en su parte superior que el de la parte inferior y por consiguiente se encuentran comprimidos en la misma proporcion, así es que las compresiones, tanto de las cabillas como de la madera que las rodea, producen rozamientos que son el elemento principal de su adherencia, con tal que las superficies en contacto tengan una estension suficiente, como sucede en los miembros y tablones de forro de mas espesor.

En los forros esteriores el espesor de los tablones y la forma afilada ó ligeramente cónica de las cabillas dan una adherencía suficiente y estas agarran bien; en los forros interiores su pequeño espesor no da los puntos de contacto necesarios para la adherencia y es indispensable colocar cuñas.

Las cabillas se introducen á golpe de maceta y para que estos choques no las destruyan se coloca en su cabeza un zuncho de hierro. Las macetas son de madera muy dura como el roble ó el guayacan.

Las cabillas se hacen de roble ó acacia; esta madera tiene la ventaja de henderse bien y de tener un grano muy resistente. Nosotros empleamos el júcaro y la acana.

El empleo de las cabillas es poco costoso, asegura bien los tablones á los miembros y presenta la importante ventaja de no aumentar en nada el peso de la construccion, puesto que estas cabillas tienen la misma densidad que la madera cuyo lugar ocupa en la construccion.

Su único defecto consiste en exigir muchos agujeros y de diámetro bastante grande que debilitan el conjunto del maderamen.

190. Cabillas comprimidas y torneadas.—En Francia se ha propuesto el tornear las cabillas constituyendo troncos de cono: estas llenan mejor los taladros que las pirámidales aun cuando se ha observado que estas últimas agarran con mas fuerza. Finalmente se ha propuesto tornear las cabillas, reblandecerlas despues por la accion del vapor, introducirlas luego en un cilindro de bronce donde se comprimen fuertemente por el intermedio de un piston que se mueve en el mismo cilindro en que està la cabilla y finalmente someterlas à la accion de un laminador especial: con esto se consigue emplear en muy buenas condiciones las cabillas de madera y además aumentar su resistencia con respeto al diàmetro de que resultan; todas estas cabillas se introducen á golpes moderadamente para no rajar la madera, haciendo previamente todos los barrenos correspondientes á las cabillas aun cuando no se suelen colocar mas que la mitad de estas dejando los demás orificios abiertos para que se ventile la madera hasta poco tiempo antes de botar el buque al agua que es cuando se introducen las demás.

191. Empleo de los clavos para el forro.—Las cabillas establecen una union que dura bastante tiempo y no se conservan mal en los fondos, es decir, cubiertas siempre por el agua pero se pudren fácilmente las que van en los cosederos y en las partes altas y como para remplazarlas es necesario colocar el buque en seco, se han suprimido en toda esta ultima region, empleando clavos de cobre en la parte sumergida y de hierro ó hierro galvarn'zado en la parte superior. Los clavos, bien es verdad que no agarran tambien á la madera de los costados como las cabillas, pero en cambio resisten mejor y algunos ingenieros los creen de mejores resultados que las cabillas; la dimension ordinaria que se dá á los clavos es una longitud doble del espesor del tablon que han de clavar mas dos centímetros.

Los clavos empleados ordinariamente son los llamados de *cabeza de diamant* ; están formados (Fig. 253.) por una pirámide de seccion rectangular terminados por una cabeza que es un tronco de pirámide de base cuadrada. Para facilitar su introduccion, se practica un barreno hasta una profundidad igual á los dos tercios de la longitud del clavo.

No será inútil observar que las caras mayores de los clavos han de colocarse normalmente á las fibras de la madera á fin de evitar las rajaduras á que seria fácil esponerse clavando de otra manera, incurriendo asì en el defecto de una adherencia insuficiente.

En algunos arsenales combinan los clavos y cabillas, recibiendo diversos nombres las maneras con que estan clavados segun las formas que presentan: asi dicen, clavar *à pié de gallo* ó *á pié de pollo* cuando se ponen en cada cuaderna tres clavos de manera que permitan clavar otro en medio cuando se carena despues el buque. A veces se pone un clavo en cada cuaderna y se llama clavar *sencillo* y otras se clavan dos recibiendo entonces el nombre de *doble* ó bien se emplean los dos medios, resultando la denominacion de *cla-*

var doble y seneillo. La (Fig. 254.) representa tablones clavados por los distintos medios que acabamos de indicar, advirtiendo que los signos X nos indica cabillas, los (o) pernos y (.) los clavos de punta perdida ó remachados en el interior, que tambien suelen emplearse.

192. PRECAUCIONES NECESARIAS PARA OBTENER UN BUEN EMPERNADO.—Si los pernos estuvieran clavados en buenas condiciones, es decir, que su adherencia fuera perfecta á todo lo largo de las piezas que atraviesan, es evidente que el rozamiento de su superficie seria suficiente para darle una gran resistencia, pero como en la practica no podrémos nunca contar con que estas condiciones estén satisfechas y además es preciso tener en cuenta con los deterioros ó desgastes que sufran los pernos que concluyen al cabo de cierto tiempo por perder su adherencia, se les hace la cabeza por un estremo y por el otro se remachan sobre una arandela del mismo metal cuyo ancho es igual al radio de la secion del perno.

Antes de introducir el perno es necesario practicar el barreno por donde ha de pasar el cual debe tener menos diámetro que dicho perno con el objeto de que en su entrada la madera comprimida reobre en virtud de su elasticidad produciendo la mayor adherencia posible. El diámetro que se acostumbra á dar á los barrenos es de uno á dos milímetros menos que el del perno.

Como en la obra viva del buque los pernos son generalmente de cobre, es preciso que los barrenos que se practican para su colocacion sean cónicos en vez de cilindricos puesto que en razon á la blandura y maleabilidad de este metal, aumentan los pernos de diámetro en las cabezas á medida que se va golpeando y de esta manera comprimen la madera mas de lo que la elasticidad puede soportar, así es que conviene dar hasta el tercio de la cabeza un diámetro mayor al barreno que al perno.

Despues de colocados los pernos, será muy conveniente calafatear con un poco de estopa las uniones de las cabezas con el maderamen pues una via de agua á lo largo de ellos podria ser peligrosa sino por de pronto al menos al cabo de cierto tiempo sobre todo cuando los pernos son de hierro pues entonces se recubren en su superficie de una capa de oxido hecho polvo y los pernos solo quedan adheridos por su cabeza y por el remache, adherencia que concluyen tambien por perder: entonces ya no hay mas remedio que empernar nuevamente en otro lado.

Como las cabezas de los pernos van embutidos en el forro, para dar buena vista á este y para hacer mas estanco el buque, se cubre dicha cabeza hasta la superficie del forro con una masilla compuesta de tres partes de cal apagada y una de grasa de ballena.

193. DISPOSICION ANTIGUA DE LA REGALA.—La regala se disponia antiguamente de una manera muy diferente de lo que hoy se emplea, formaba el batiporte bajo de la bateria de pozo, ensamblandose con los miembros á caja y espiga y empernàndose alternativamente ya à las cintas de Borda, ya á la cosedera (Fig. 255.) de suerte que quedaba á una altura de 0,^{m} 50 á 0,^{m} 60 de la cubierta.

Con el objeto de evitar que los hombres cayesen al agua, se prolongaban al traves de la regala algunos cuerpos de las cuadernas, los barraganetes, y sobre ellos se disponia un forro de tablones viniendo á formar una especie de baranda ó se empleaban candeleros; pero despues se hizo doble este forro para poder alojar en el espacio que así quedaba algunos utensilios, espacio que se ha dividido luego en dos en el sentido de la altura por medio de un estante sobre el que se colocaban los *cois* ó hamacas de la marinería y en la párte baja la vasigerfa de á bordo.

Este forro doble constituía la *batayola* que resguardaba á los hombres de los golpes de mar y los ocultaba á los ojos del enemigo preservándolos del fuego de fusilería; pero si una bala de cañon llegase á chocar contra esta parte produciria muy malos resultados, ya por las astillas que se desprenderían, ya porque los utensìlios allí contenidos vendrìan á hacer el efecto de proyectiles razon por la cual se ha desechado despues este sistema. Los barrraganetes se unian en su parte superior por una pieza análoga à la regala y se ensamblaban con ella á caja y espiga.

En lugar de prolongar los barraganetes, tambien se han colocado candeleros postizos ya de madera, ya de hierro, forrándolos de madera.

La altura de la batayola variaba de 0,^{m} 90 á 1,^{m} 80.

194. Disposicion moderna de la regala.—Desde hace unos 12 años, se dá la disposicion siguiente à la regala; los barraganetes (Fig.256) suben á una altura suficiente para que sus cabezas formen una linea paralela á la cubierta donde se fija la regala á caja y espiga de modo que su canto superior forme el batiporte alto de las portas del alcazar: en esta disposicion se emperna á las dos tracas inmediatamente inferiores tanto del forro esterior como del interior que son de roble lo mismo que ella: su espesor varia de 10 á 16 centìmetros.

Las piezas de la regala se labran con plantillas tomadas en el buque y se ensamblan entre sí, por medio de escarpes análogos á los de la quilla, pero que tienen las caras de union verticales, como sucede con los escarpes del sistema inglés en la quilla; estas piezas se sujetan unas á otras por pernos transversales.

Trazado el canto bajo de la regala como sì fuera la línea de una cubierta, colocadas ya y empernadas sus diferentes piezas, se revisten con planchas de zinc, operacion llamada *precintar*, y á veces se le dá provisionalmente una mano de alquitran despues de haber calafateado perfectamente las uniones.

En los buques pequeños, la regala se dispone como hemos dicho pero se suprime el forro interior dejando solo algunos barraganetes, como se verifica en nuestras goletas de 80.

En Tolon para los buques pequeños se ha adaptado la siguiente disposicion (Fig.257) se hace que la cosedera sirva al mismo tiempo que la prescinta de semi-batiporte bajo y se ahorran así estos batiportes lo cual es muy económico: en esta disposicion el peralto de las cosederas y prescintas suele

ser de 30 centímetros.

La regala lo mismo qne el entablado de la cubierta de alcazar, estando muy lejos del centro de gravedad del buque, se hallan muy bien situadas para resistir á los esfuerzos de flexion longitudinal y cuando no estàn interrumpidas dan mucha rigidez al maderamen; pero en los buques de guerra, la necesidad de abrir portas, no permite sacar de estas piezas una gran ventaja como consolidaciones por lo cual será preciso aumentar el peralto de la regala lo mismo que el tablon bocal y la cinta de Borda y hacer estas piezas de roble ó cualquier madera dura, teniendo ademàs gran cuidado con el empernado. Por la misma razon deberá procurarse que la regala, en sentido de la manga del buque, conste mejor de una pieza que de dos y que tengan la mayor longitud posible.

195. ENTABLADO DE LAS CUBIERTAS; DIVERSAS DISPOSICIONES DE ENTABLADO.—Las tablas que colocàndose sobre los baos constituyen las cubiertas, tienen un espesor variable de 0^{m}, 11 hasta 0,0 9 y 0,0 8 para buques menores y en los modernos blindados son aun mas gruesos. Estos tablones son rectos y no se labran, pues es fácil hacerlos adaptar à los baos sin necesidad de esfuerzo alguno y para que adquieran el arrufo, se sujetan provisionalmente con trincas ó mordazas y despues se clavan. En los buques antiguos (Fig.258) se dividia el bao de la maestra en un cierto número de partes iguales y lo mismo el último bao de popa y proa, con lienzas se regularizaban las curvas y se obligaba á los tablones á pasar por ellas; esto sometia el tablon á una nueva flexion ó rodero segun el ancho de este tablon.

En este sistema, los tablones de la parte de proa venian á converger hácia un mismo punto estrechándose mucho, de modo que era necesario reunir varios tablones en uno solo para reducirlos á tener dimensiones admisibles, cuyos tablones eran anàlogos à los del forro esterior.

Despues se empleó un proceder misto; los tablones centrales se hacian perfectamente paralelos al diametral y luego se iban encorvando à medida que se aproximaban á las estremidades hasta llegar á la última traca encorvada. Como este sistema daba mas trabajo que las utilidades que reportaba, se ha desechado completamente, viniendo todos los tablones á morir en el alefriz del trancanil y haciéndolos exactamente paralelos al diametral, con lo que se evita el rodero; los tablones vienen labrados y despues de colocados se aparan y luego se cepillan.

Algunas veces se ensamblan las cubiertas haciendo que los tablones vayan á morir sobre una tapa ó cuerda que hace de contra-trancanil como representa la (Fig.259).

El entablado de las cubiertas suele hacerse de roble hasta donde alcanza el retroceso de los cañones y la parte central de pino, madera mas ligera, mas barata y que no solo ofrece la solidez suficiente sino que además no es como el roble que hace las cubiertas muy resbaladizas. Los tablones del centro se hacian mas gruesos y se llamaban *cuerdas*; hoy se dá el mismo espesor á todos ó bien se hace contínuo el aumento de espesor.

En las fogonaduras de los palos se observará que el escalon de las conchas y

malletes debe aparecer á nivel del entablado por la parte superior, para lo cual se da un ligero aumento de espesor á los tablones adyacentes para que vayan decreciendo con continuidad hasta tener el mismo que los demás con el objeto de evitar escalones en la cubierta.

En el sollado, cubierta no tan espuesta ya á las causas de destruccion que las obras altas, se puede hacer de pino de 2.° calidad tolerando los nudos y una cierta cantidad de sámago.

En la cubierta principal se emplea el roble de 1.ª calidad, siendo los tablones mas gruesos que en las demás por ser donde se monta mayor número de piezas de artillería.

El entablado de la cubierta de alcázar se debe elegir con mucho cuidado de manera que los tablones no tengan nudos ni sámago, ni tampoco ningun otro defecto que pueda perjudicar al calafateo, asi es que la cubierta de alcázar presenta muy bonito aspecto; pero no es el bien parecer la única causa que nos induce á proceder asi, sino que esta cubierta formando en cierta manera el techo del buque, està espuesta unas veces á calores tropicales, otras à copiosas lluvias ó bien á la accion de las olas que la cubren á veces momentáneamente y solo las maderas de 1.ª calidad pueden resistir á esas alternativas; bajo su influjo el sámago entra pronto en putrefaccion y por esto no se le debe admitir en manera alguna. Los nudos impiden que la cubierta sea impermeable al agua cuando no están muy adheridos al resto de la madera del tablon y cuando lo están son perjudiciales bajo otro punto de vista, pues bajo la accion del rozamiento que resulta de la circulacion contínua de la gente y el rozamiento de la arena conque se limpian las cubiertas de los buques de guerra para su aseo, al cabo de poco tiempo se desgastan menos los nudos que las maderas que los rodean formando pronto una saliente muy sensible que puede ser funesta para la tripulacion, por lo cual deben tratar de evitarse.

Las cubiertas se limpian todos los dias con agua del mar, operacion que se llama *baldeo* y una vez á la semana se frotan con piedra y arena lo que destruye las cubiertas en términos que al cabo de tres años las cubiertas han perdido 15 ó 16 milímetros de espesor aunque esto es inevitable.

Los tablones de pino empleados para las cubiertas, proceden de las orillas del Báltico, ya de Riga ó de Dantszik y son de color mas ó menos amarillento y muy resinosos: se pueden emplear tambien el pino rojo de América, aunque las maderas del Canadá asi como las de Noruega son demasiado blandas y poco resistentes.

Los tablones no van intimamente unidos, su separacion es visible con el objeto de poder hacer un buen calafateo, operacion que previene por medio de la elasticidad de la madera que se emplea, los efectos de las contracciones y dilataciones: para que el tablon se adapte bien se hace bastante estrecho; regularmente el ancho del tablon es doble de su grueso. Los estremos de estos tablones se unen à tope como para los forros del costado cuidando de que caigan sobre un bao ó barrotin y procurando que no queden juntas en

el mismo bao sino de cinco en cinco tablones y cuando menos de cuatro en cuatro.

196. Sugecion de los tablones de las cubiertas.—Los tablones se aseguran por dos clavos de hierro en cada estremo sobre cada bao y un clavo sobre cada barrotin cuando estas piezas existen. Los clavos son idénticos à los de la obra viva y su cabeza debe quedar embutida en el espesor de la madera.

Cuando los forros se han gastado algun tanto, las cabezas de los clavos producen el mismo efecto que los nudos constituyendo otras tantas asperezas que se hacen desaparecer haciendo penetrar mas los clavos á grandes golpes de maza; pero en esta operacion la madera queda deshecha por la cabeza del clavo por lo que no debe repetirse mucho.

En el dia lo que se hace es, en el agujero destinado à recibir el clavo, practicar nn taladro de un diámetro igual al del círculo circunscrito á la cabeza de dicho clavo, taladro que desciende hasta unos 0,m02 á 0,m 03 de profundidad; la cabeza del clavo se hace llegar hasta el fondo de este taladro y se recubre lo que queda de él con un dado cilindrico de madera de la misma clase que la del forro y que tenga sus fibras dirigidas en el mismo sentido. De esta manera los dados se desgastan al mismo tiempo y en la misma altura que los tablones de modo que es preciso que el forro se haya desgastado en una cantidad igual á la altura de los dados para que asome la cabeza de los clavos y sea necesario hacer penetrar mas á estos; pero cuando el forro se ha desgastado hasta ese punto, el buque tiene ya mucho tiempo de servicio y necesita otras operaciones que traen consigo el cambio mas ó menos completo de los forros no teniendo asi que volver á tocar á la clavazon. Para que estos dados no salgan muy caros, como lo serian si se trabajasen al torno como los de los miembros, se hacen mecánicamente por medio de un instrumento análogo al que sirve para hacer los moldes de los botones ordinarios, lo que reduce su precio á una cantidad insignificante, aunque la precision de su forma deje de desear.

Para los barrotines se pueden emplear igualmente clavos recubiertos de dados; pero generalmente se usan tornillos de madera que penetran por la la cara interior del barrotin y de una longitud tal que su punta no salga jamás del esterior aunque los forros se hayan adaptado hasta el último limite; su cabeza queda embutida en el espesor del barrotin, entrando en un taladro igual al abierto para las cabezas de los clavos. Aunque no es indispensable recubrirlos con dados seria bueno hacerlo así por el bien parecer y el aseo. Tambien se suelen emplear cabillas para la clavazon de los tablones de las cubiertas, aunque solo en los baos intermedios que coge un tablon, pues en las estremidades se sigue colocando dos clavos porque las cabillas no dan un resultado completamente satisfactorio.

LECCION 23.

197. NECESIDAD DE LAS CONSOLIDACIONES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.— Forrado ya el buque y entabladas las cubiertas, es preciso calafatearlo para hacerlo complemente estanco, pero antes y para evitar las alteraciones producídas por esta operacion y por el embate de las olas sobre el casco, se hace indispensable unir invariablemente las diverses partes del maderamen; los medios empleados con este objeto se llaman *consolidaciones*.

Cualesquiera que sean los movimientos que las olas impriman al buque, podemos siempre descomponerlos en dos, uno longitudinal de cabezada y otro trasversal ó sea de balance: en estos movimientos, podemos considerar que el buque gira al rededor de un eje perpendicular al plano diametral ó contenido en él y compararlo á un péndulo, por consiguiente aquellos puntos que perteneciendo al buque se hallen encima del centro de oscilacion se verán obligados á retrasar su marcha al paso que los que se hallen debajo la acelerarán resultando de esta tendencia en sentidos contrarios de las diversas partes del buque, esfuerzos que producirían grandes alteraciones en el maderámen, si este no estuviese bien consolidado; los movimientos de balance son siempre mucho mas considerables que los de cabezada por que el buque tiene mucha mas estabilidad de proa à popa que de babor á estribor, pero en cambio el brazo de palanca es mucho mayor en la cabezada razon por la cual tienen que ser mas importantes las consolidaciones de popa á proa llamadas *longitudinales* que las de babor á estribor llamadas *transversales*.

198. CONSOLIDACIONES TRANSVERSALES.—Supongamos que el buque en virtud del movimiento de balance toma una inclinacion cualquiera; al girar, los puntos de la parte superior tienden á acelerar el movimiento de oscilacion y los de la inferior á retrasarle y por consiguiente debe haber una separacion entre unos puntos otros y una tendencia á abrirse el buque en el sentido indicado y al volver la oscilacion se presentarán los mismos fenómenos pero en sentido contrario: de aqui la necesidad de unir los dos costados de un modo mas intimo con cuyo objeto se hacen los baos. Estos, sin embargo,

no son suficientes pues si bien la presion del agua sobre los costados contribuye á unirlos en los movimientos de balance, resulta en los baos una tendencia á zafarse de los pernos lo cual puede evitarse dàndoles la brusca para que la fuerza de traccion se gaste en ponerlos rectos y quede poca para desunirlos. Ademas como por fuertes que sean los balances, los baos nunca se ponen completamente rectos, sin embargo que despues de ún temporal se nota que todas las costuras de las cubiertas estan aventadas y la estopa que las cierra completamente fuera, es preciso evitar esto procurando hacer el bao completamente invariable de forma y posicion, es decir, que la cabeza esté invariablemente fija al costado tanto que podamos considerarlo como empotrado y que su brusca permanezca la misma; de aqui las dos clases de consolidaciones transversales, las *curvas* y los *puntales*.

199. Disposioion antigua de la curveria de madera; curvas de alto a bajo y curvas valonas.—Al principio de este siglo se usaban, para hacer invariable la cabeza del bao, ademas de los pernos que van á los trancaniles y durmientes, grandes curvas (Fig.260) de madera que hacían invariable el ángulo del bao con el costado; estas curvas tienen dos ramas, una horizontal y otra vertical, se apoyan sobre los costados del bao con el que van empernadas y endentan con el durmiente de modo que queden á paño con la cara alta del bao Estas curvas presentan una gran solidez y bajo este punto de vista son inmejorables, pero tienen el inconveniente de que su forma particular exige que se hayan de sacar de la union de un tronco con la rama de un árbol de grandes dimensiones lo que hace que sean cada vez mas escasas y caras. Esta dificultad obligó á reemplazarlas aun que sin ventaja por curvas de hierro que son las que se emplean casi esclusivamente en atencion à su mejor precio, si bien tienen el inconveniente de que estando sometidas á esfuerzos de presion, traccion y flexion, aun que teóricamente conozcamos las dimensiones que debemos darles para que resistan lo mismo que las de madera, en la práctica es imposible darles los espesores exactos correspondientes porque hay una diferencia considerable entre los coeficientes correspondientes á esos diferentes esfuerzos, y si les damos la resistencia máxima, habria en el hierro un esceso de resistencia que produciria la rotura de la cubierta, al paso que dándole otra distinta podria no resistir lo suficiente.

Ademas de estas curvas verticales llamadas de *alto* á *bajo*, los antiguos colocaban otras horizontales (Fig. 261) con objeto de ayudar á las esloras à conservar la posicion relativa de los baos: estas curvas llamadas *valonas* tienen dos ramas, una empernada sobre el costado y otra sobre el bao; los pernos que atraviesan á este son pasantes de modo que queda comprendido entre dos curvas una horizontal y otra vertical y puede por consiguiente considerarse como empotrado. En las curvas de madera se llama *pié* á la parte correspondiente al tronco, *bragada* á la que constituye el ángulo y lo restante *pernada*.

200. Necesidad de las curvas de hierro; curvas de Brest.—Cuando el bao

se halla encima de una porta no se pueden emplear curvas de esta forma y lo que se hace es variar la direccion de la rama vertical, (Fig.262). Como estas curvas son aun mas irregulares se hacen difíciles de hallar asi es que en vista de su escasez y elevado precio fué preciso recurrir á las curvas de de hierro que tienen la ventaja de que abultan mucho menos (próximamente la cuarta parte que las de madera) y embarazan por consiguiente menos, especialmente en la batería, para el manejo de la artillería. Se desprende de la clase de esfuerzos á que estan sujetas que han de ser de hierro forjado; se les ha dado diferentes formas que pueden reducirse á dos porque ó van lateralmente como las de madera ó debajo del bao y llevan sus correspondientes orejas para el paso de los pernos que atraviesan el forro esterior.

Una comision de ingenieros estudió las formas mas convenientes para la máxima resistencia y dió las llamadas *curvas de Brest* que son inmejorables bajo el punto de vista de la resistencia pero muy caras; su forma aproximada es lade la (Fig.263);van una á cada lado del bao con pernos pasantes que lo atraviesan, tienen la forma de planchuela colocada de canto y en el costado llevan orejas para los pernos que han de hacer firme la curva á los durmientes y forro; en la construccion de estas curvas es preciso dar el cartabon con mucha exactitud y su trabajo debe ser mas esmerado, tanto que mientras se forja una curva de Brest se forjan dos y media de las ordinarias, pues se necesitan varias estampas y darles algunas caldas al paso que á las ordinarias basta con una, todo lo cual aumenta considerablemente su precio.

201. Curvas de hierro usadas en España.—Por esta razon en Inglaterra y España no se han llegado á emplear y lo que se hace es construirlas macizas dándoles el espesor máximo de modo que su resistencia sea por lo menos tanta como las de Brest con lo cual si bien aumenta la cantidad de material, la disminucion notable de la mano de obra da por resultado final uua economía bastante considerable (Fig. 264).

Todas estas curvas se hacen firmes con pernos de hierro remachados ó tambien de tuerca para poder apretarlos cuando hayan cedido algo con los movimientos del buque; estos últimos se emplean mucho en la marina francesa y aqui se han usado en la fragata Berenguela, en la que dieron mal resultado pues con la humedad del aire el hierro se oxidó y la tuerca y el perno se unieron tan intimamente que era imposible mover la tuerca sin torcer el perno; por esto cuando se emplean, exigen estos pernos bastante cuidado y son mas caros que los de remache.

Cuando una de estas curvas cae encima de una porta, se le da una direccion oblicua salvando la porta, (Fig. 265) en cuyo caso se coloca por el otro lado una horizontal.

Cuando el durmiente sobresale mucho se han empleado (Fig.266) tambien curvas que siguen el contorno del costado, aunque esto se usa mas cuando el buque lleva cairel ó contradurmiente.

En los medios baos se emplean ahora (Fig.267) curvas horizontales ó escuadras colocadas una en la union del bao con la eslora y otra en la del mismo con

el costado. Estas mismas escuadras se usan tambien en todo el resto del maderàmen siempre que haya que consolidar algo.

202. Curvas mistas ó de togino.—Habiendo observado algunos inconvenientes en las curvas de hierro se trató de volver á las de madera y se hicieron unas *curvas mistas* como las que lleva la *Tetuan* (Fig. 268) las cuales no son otra cosa que curvas de madera en las que se ha suprimido parte de la rama horizontal quedando convertidas en unos tojinos triangulares cuyos dos lados vertical y horizontal se apoyan sobre el costado y sobre la cara baja dedicho bao; algunas se estienden hasta la cara alta de dicho bao en cuyo caso resisten tanto como las veces primitivas de madera. Para consolidarlas bien se colocan dos escuadras de planchuela de hierro una por cada lado unidas con pernos pasantes por esta razon se les da el nombre de mistas.

Estas curvas son muy sólidas pero tienen el inconveniente de que no ceden nada y que en los balances fuertes suelen romperse las escuadras, al paso que las de hierro ceden siempre algo.

203. Curvas de hierro inglesas.—Las curvas de hierro debajo de los baos son las mas empleadas en Inglaterra tanto en la marina militar como en la mercante. Existen diversos modelos de ellas entre los cuales citarémos el ideado por Sir Roberto Sepping que ha estado muy en boga en las construcciones del almirantazgo. Estas curvas (Fig. 269) presentan en el origen de la rama horizontal una especie de horquilla cuyas dos ramas se aplican sobre los costados del bao con el cual estan solidamente empernadas por medio de pernos que van de la una á la otra; llevan orejas en la parte que toca al costado ó al menos un henchimiento para colocar pernos mas gruesos que las demas. Estas curvas se colocan debajo de los baos de todas las cubiertas inclusa la principal y la del sollado, lo cual habrá contribuido poderosamente á su buen éxito, por que en general es ventajoso multiplicar los puntos de consolidacion, mas bien que dar á un elemento de la construccion una rigidez y una resistencia escepcionales, en tanto que las partes próximas son considerablemente débiles y quedan espuestas á la accion de los esfuerzos destructores que las solicitan.

204. Disposicion general de las curvas y sus dimensiones.—En la marina francesa se emplean debajo de cada bao de la cubierta principal las curvas mistas y en la superior las de Brest; en España se sigue un método análogo pues se colocan curvas debajo de cada bao de las cubiertas 1.ª y 2.ª, en la 3.ª se suprimen algunas y en la del sollado solo se colocan de dos en dos, ó de tres en tres baos.

Al final de la obra darémos el cuadro de las dimensiones usadas en España para las curvas de los baos.

205. Puntales de bodega y torneados. Colocacion de estos puntales.—Para oponerse á la alteracion de la brusca de los baos es preciso sostenerlos por puntos intermedios colocando durante la construccion del buque puntales de madera provisionales para sustituirlos luego con otros definitivos que deben satisfacer á varias condiciones y que pueden dividirse en dos clases; *pun-*

tales de bodega que son unos postes de madera de seccion cuadrada los cuales van apoyados en la sobre-quilla y sirven para sostener los baos de la cubierta del sollado y puntales que apoyándose en la cubierta principal van á aplicarse contra el bao superior, los cuales son generalmente torneados por cuya razon se llaman *puntales torneados*. Estos puntales no solo tienen por objeto conservar la brusca de los baos, sino sostener los esfuerzos de la artillería en los disparos y en los buques mercantes soportar los pesos que van en las cubiertas.

Antiguamente (Fig. 270) se colocaba la cuerda invertida ó por bajo en el diametral con entalladuras en las que entraban los baos y servían para hacer invariable la distancia entre ellos. Con esta disposicion se colocaban los puntales prescindiendo de la distribucion de baos y repartiéndolos á distancias iguales; este método sería perfecto si la cuerda corriese desde proa á popa pero no sucede asi porque tiene que interrumpirse en las escotillas y en las fogonaduras de los palos; por lo cual no presenta la consolidacion necesaria y como ademas tiene el inconveniente por su escesivo peralto de disminuir la altura de entrepuente dividiendo la bateria en dos callejones, se trató de suprimirla á cuyo efecto los franceses colocaron los puntales directamente debajo de los baos en cuyo caso es indispensable que se correspondan los baos de las diferentes cubiertas y que todos los puntales se hallen en una misma vertical. Este método es el mejor pero aqui no se ha usado nunca y lo que se hace es tomar un término medio, conservar la cuerda invertida dándole poco peralto para que no embarace la batería pero el suficiente para poder hacer la distribucion de puntales independiente de la de los baos; debe sin embargo tenerse siempre cuidado de qne los puntales caigan lo mas cerca posible de los baos; este sistema que se usa tambien en Inglaterra es bastante bueno porque la cuerda consolida bien, especialmente en las estremidades de popa y proa.

Sabemos que debajo del sollado se construye un falso sollado formado con baos *volantes* que se pueden levantar y con el entablado llamado de *cuarteles*; para la consolidacion de estos baos se colocan puntales y esloras endentadas á media madera ó curvas endentadas con los puntales y emperna das con ellas y los baos.

Los puntales se espigan en la cuerda ó bao superior y por la parte inferior se sugetan sobre toginos ó entran á caja y espiga en la sobre-quilla; en la batería se practica en la base un rebajo cirrcular donde entra la espiga del puntal dejando un poco de holgura para que en los grandes balances no se aplasten sin embargo de que muchas veces se salen dichas espigas y caen los puntales. Los puntales de bodega son los mas importantes y para que ofrezcan mayor solidez se hacen de una pieza desde la sobre-quilla hasta la cubierta principal, pero hoy en las fragatas generalmente los de sobre-quilla no llegan mas que hasta el sollado y desde alli hasta la cubierta principal son torneados; esto es mas bonito pero poco sólido por que tienen que resistir todo el peso de la artillería y el sollado no es tan buen punto de apoyo como la sobre-quilla.

Los puntales que están cerca de las escotillas se aprovechan para subir y bajar de una cubierta á otra practicando en ellos unas entalladuras llamadas *pies de carnero* de unos 8 centímetros de profundidad y distando entre si unos 30 centímetros (Fig. 271).

Los puntales torneados de la batería se colocan introduciendo el puntal por su base en el rebajo dicho, levantando el bao por medio de un gato ó cric é introduciendo la espiga en su sitio. Despues de esto, rebajando el cric poco á poco, va entrando la espiga del puntal en la caja del bao hasta quedar bien sentado.

206. PUNTALES LEVADIZOS Y DE ROSCA.—En los navíos y fragatas en que se necesita siempre un cabrestante en la cubierta principal, es preciso que los puntales no se opongan al movimiento de sus barras para lo que deben desaparecer del círculo que describen estas en el momento de la maniobra; por esto se han empleado los *levadizos* que antiguamente se hacían de madera y hoy de hierro forjado, empernandolos en el bao á una placa de fundicion que lleva un eje al rededor del que gira el puntal (Fig.272) terminando en la parte interior en una pieza redondeada que entra en una especie de caja tambien de fundicion, fija en la cubierta y en la que se le sujeta por medio de una especie de cuña de hierro llampda *paja*. Cuando se quiere levantarlo no hay mas que quitar la paja y darle con un mazo en la parte inferior; por la misma razon, para hacer que los puntales sufran mas igualmente, se usan tambien *puntales gatos ó crics* que terminan en la parte superior en un disco que es la cabeza de un tornillo que entra en una rosca que prolongada forma el puntal con los cuales no hay mas que hacer girar la tuerca para hacerle subir ó bajar y ponerle en contacto con el bao; estos puntales son portátiles y se colocan en el punto necesario pero tienen el inconveniente de que su manejo es embarazoso: se trató tambien de hacer de hierro forjado los puntales que estan cerca del fogon y despues todos los de la batería lo que la hace mas clara; estos son columnas con su capitel y basa correspondientes; los puntales forjados resisten mal á la compresion y se suelen doblar por lo que se han hecho algunos de fundicion, tubulares.

Estos puntales son ligeros, baratos y resistentes pero en caso de combate, una bala los hace saltar en pedazos que producen el efecto de metralla por lo que se han desechado en buques de guerra y se usan esclusivamente en los mercantes y transportes; en los bupues de hélice se han usado de hierro forjado aun que se vuelve otra vez á los de madera. Los de bodega se hacen siempre de madera cuadrados y consolidados como se ve en la (Fig. 273) con curvas de madera ó mejor con herrajes y triángulos de hierro que como se suelen romper por el vértice se les refuerza con una planchuela que se prolonga mas ó menos segun la resistencia que quiera dársele; en lugar de las esloras, se puede tambien emplear dos planchas de hierro que hacen invariable la distancia de bao á bao.

207. MEDIOS DE PREVENIR TRANSVERSALMENTE LA DEFORMACION DEL BARCO; BULÁR-

CAMAS.—Supongamos que *abc* (Fig,274) sea la seccion transversal de un buque y que este flote; sabemos que esta sometido á dos esfuerzos en direccion opuesta, uno su peso y otro el empuje del agua; si el buque esta construido con buenas condiciones, cuando se halle regularmente cargado habrá perfecto equilibrio entre estos dos esfuerzos y no sufrirá nada por ellos por el contrario, cuando se halle en rosca predominará el empuje del agua que tenderá à hacer subir la quilla y parte diametral del buque y bajar los pantoques de suerte que la seccion *abc* tomará la forma *a'b'c'* y cuando el buque esté escesivamente cargado se hará sentir su peso haciendo bajar la parte diametral convirtiéndose la seccion *abc* en *a'' b'' c''* Estas variaciones de forma serian muy perjudiciales y es preciso evitarlas por medio de los puntales de bodega que estan invariablemente unidos á la cubierta y á la quilla. No siendo estos medios suficientes, se emplearon otras consolidaciones llamadas *bulárcamas* ó *sobre-planes* que son unas cuadernas dobles que partiendo de la cubierta principal se apoyan por su cara esterior sobre el forro interior del buque endentando en la sobre-quilla y palmejares. Como estas piezas sobresalen sobre el todo forro interior, para que su dimension à la línea permanezca constante se le da en esa parte la forma de la (Fig. 275). Antiguamente el plano de las bulárcamas era el mismo de las cuadernas principales que se colocaban una en cada chaza, sus planos de encoramento se unian por medio de tres dados en cada ligazon, empernandose al esterior con pernos pasantes de cobre con tuerca interior. Estas piezas tienen el inconveniente de que las salidas y entradas que producen en el fondo del buque dificultan una buena colocacion de pesos en esta parte por lo que se trató de suprimirlas pero no se atrevieron y solo se disminuyó su número colocando una en cada una de las cuatro grandes divisiones del buque y cuatro ó cinco intermedias; en los navios, con el mismo objeto se suprimieron tambien las entalladuras y las bulàrcamas se apoyaban en la sobre-quilla, pero este sistema otrece poca solidez. Hoy se han reducido estas piezas á las varengas de los fondas lo que disminuye considerablemenle su peso y consolida bastante bien.

208. CARLINGAS DE LOS PALOS.—Forma tambien parte de las consolidaciones el maderamenresistente de los palos; estos en los buques de gran porte son cuatro, *bauprés*, *mayor*, *trinquete*, y *mesana*; los palos mayor y trinquete se terminan en una espiga de forma de pirámide triangular llamada *coz* ó *mecha* que se hace penetrar entre dos bulárcamas; para hacer variar cuando lo necesitemos la inclinacion de los palos hay unas cuñas y para que no se muevan lateralmente se colocan unos *curvatones* ò grandes curvas en número de dos ó tres; con objeto de aumentar la estension del apoyo y disminuir por consiguiente el esfuerzo del palo en un punto, se coloca á veces sobre una pieza de 8 á 10 metros de longitud pero esto difículta la colocacion de la bulárcama; todo este sistema de consolidacion de los palos se llama *carlinga*.

La (Fig. 276) representa una seccion diametral y transversal de la

carlinga y una proyeccion horizontal: *cc* son los curvatones y *ee* dos esloras endentadas sobre las bulárcamas *b* á 3 centímetros de profundidad y cuyas caras interiores están ligeramente inclinadas para abrazar perfectamente la mecha del palo; las cuñas llevan unos pernos terminados en una argolla con el objeto de sacarlas con facilidad cuando se quiere variar la inclinacion de los palos.

El palo mesana, (Fig.277)termina en la cubierta del sollado, y su carlinga se hace entallàndola á los baos y colocando sobre ella dos fuertes esloras entalladas en los mismos baos.En el macizo de la carlinga se practica una cavidad para el palo y las cuñas soteniendolo todo por un gran puntal consolidado por curvatones y una cuerda por bajo. La razon de no prolongar mas el palo mesana en los buques de hélice es á causa de que se encontraría con el eje de esta.

En los buques mercantes y lo mismo en los de guerra (Fig. 278) cuando la máquina está muy á proa, á fin de que el eje no atraviese el palo mayor es preciso cortarlo y para consolidarlo se le ponen zunchos de hierro de donde parten cuatro barras tambien de hierro generalmente galvanizado que se reunen en una sola para separarse cerca del eje dejándole pasar y vuelven luego á unirse formando un fuerte puntal que se apoya en la sobre-quilla. En Francia suelen terminar el puntal de hierro en una espiga que penetra en el palo; aqui se ha resuelto la cuestion mas sencillamente, haciendo que el palo mayor se detenga en la cnbierta del sollado reforzando la varenga de sobre planes y las esloras que van endentadas sobre tres ó cuatro baos y empleando un sistema de maderamen análoga al de mesana; este sistema disminuye mucho la solidez porque reduce á la mitad el brazo de palanca de la resistencia del palo. Estos van sujetos con cuñas en las otras cubiertas y su resistencia depende de la distancia entre los apoyos estremos, por esta razon este sistema no es admisible de ningun modo en los buques de vela.

208. Polines de las maquinas.—En los vapores es preciso para sostener la máquina y las calderas, disponer un maderamen que varia en los de ruedas y hélice y al que se llama *polines de la màquina*; en los primeros se dispone un plano en el que se apoyan y empernan las calderas y se coloca la placa de fundacion de la máquina; para esto se sientan dos ó cuatro sobre-quillas laterales paralelas á la del centro á la misma altura que esta para lo que es preciso aumentarla con una adicional: este plano es el que soporta la máquina y para consolidarlo se colocan varengas que hacen invariables sus diferentes piezas; se prolonga este plano algo á popa verificando para que reparta el peso en una estension mayor, el empernado de estas piezas directamente sobre el forro interior. Como en los buques de hélice los polines tienen que abrazar algunas piezas de la máquina y sostener las chumaceras del eje de la hélice, varian las disposiciones empleadas en este caso pero generalmente siempre se colocan en un plano transversal y endentados con la sobre quilla, cuatro polines para cada dos calderas una de cada banda teniendo cuidado de practicar la entalladura para el paso del agua por el centro del buque. En Francia y en Inglaterra se emplean polines de hierro de doble *T*

con pernos pasantes de doble tuerca; estos polines son muy buenos para los buques de hierro pero no sirven para los de madera porque la máquina se desnivela con facilidad si bien para evitarlo se pueden colocar dos de hierro y uno intermedio de madera que se puede levantar ó rebajar cuando la máquina se desnivela.

En el arsenal de Ferrol no se han usado nunca mas que los de madera; en la Tetuan, (Fig. 279) colocadas la sobre quilla central y las laterales, se ha hecho uso para formar el plano de asiento de las calderas, de varengas y esloras apoyadas en ellas y macizadas por la parte inferior y para el de la máquina se colocaron tres séries de cuatro piezas con objeto de que si la cañería obliga á cortar algunas, ofrezcan las restantes la suficiente resistencia: para el asiento de la chomacera de empuje y eje de la hélice se forma un macizo de esloras y piezas transversales de manera que dén la altura suficiente, uniéndolas entre sí por medio de pernos pasantes. (Fig. 280.)

210. Consolidaciones transversales de las estremidades; busardas.—Para consolidar las estremidades del buque se emplean varengas de sobre-planes que se colocan normales á la superficie del buque entallando sobre el dormido interior; estas varengas se colocan en número de cuatro ó cinco en las partes finas del buque y son muy agudas por lo cual, siendo dificil hacerlas enterizas, se construyen de dos piezas empernadas entre sí, (Fig. 281) procurando sean lo mas largas posible á fin de que consoliden bien porque en las partes en que van no hay cuadernas. Las busardas de madera tienen el inconveniente de ocupar mucho espacio por lo cual se han reemplazado últimamente con ventaja por las de hierro especialmente para la parte de entrepuente, en cuyo caso no son mas que un trancanil reforzado pues en la parte baja se oxidan con rapidez por lo que aquì se emplea siempre de madera.

En la popa cuadrada aun que está consolidada por los yugos, se colocan unas *diagonales* que no son mas que busardas que reciben este nombre y entre los baos sólidas curvas. Tambien se unen los últimos baos con grandes tirantes de hierro (Fig. 282.) que parten desde el tercero y otros enroscados desde el segundo pasando á través del peralto del bao; en la popa redonda como su maderámen es análogo al de la proa su consolidacion se hace análogamente por busardas; á veces se coloca tambien una série de planchuelas.

LECCION 24.

211. NECESIDAD DE LAS CONSOLIDACIONES LONGITUDINALES.—Hemos dicho que el buque necesitaba consolidaciones en el sentido de popa á proa porque si bien las oscilaciones del movimiento de cabezada son de menor amplitud tienen en cambio mayor brazo de palanca y por consiguiente mayor momento de inercia; además de esto hay otra razon, pues en el momento en que el buque flota es preciso para que no haya deformacion que todos sus puntos tengan la resistencia suficiente para oponerse á los esfuerzos de flexion longitudinal que le solicitan. Ahora bien; cuando el buque está en rosca, por sus formas ordinarias desplaza mucho mas en la parte próxima á la maestra que en las estremidades y además el peso del maderámen es mucho menor en aquella que en esta en la que van siempre grandes macizados: por estas dos causas el empuje del fluido dominará al peso hácia la cuaderna maestra y sucederá lo contrario en las estremidades, de modo que entre unas y otras habrá dos puntos en los que se verificará que el peso será igual al empuje y como consecuencia de ello si consideramos al buque flotando sobre un agua tranquila y le suponemos dividido en secciones de igual ancho, independientes las unas de las otras y simplemente yustapuestas segun el plano de separacion, estas secciones tenderán en virtud de los citados esfuerzos á resbalar unas sobre otras subiendo las próximas al centro y bajando las correspondientes á las estremidades; las cantidades de emersion y de inversion variarán de una manera contínua desde el centro hasta las estremidades y la quilla afectará la forma de la (Fig. 283.) teniendo dos puntos *a* y *b* invariables y si se suponen los elementos sucesivos en que hemos dividido el buque suficientemente pequeños, los cantos bajos de las secciones elementales formarán una curva contínua cuya convexidad estará vuelta hácia el plano de flotacion. Esta curvatura de la quilla se designa bajo el nombre de *quebranto* y se mide por la flecha del arco que lo forma.

La magnitud y direccion del quebranto varian con el estado de carga de

buque; en efecto, es evidente que si en toda la region en que las secciones elementales se elevan colocáramos una cantidad de carga igual al esceso del empuje sobre el peso del maderámen traeríamos estas secciones á su posicion inicial y el quebranto no resultaria sino del descenso de las secciones estremas, descenso que no se puede combatir por los mismos medios. Si por el contrario continuásemos acumulando pesos en la parte central de la quilla, afectaria en esta region una curvatura en sentido contrario de la que tomaba en el estado en rosca, pudiendo en este caso tener quebranto hácia las estremidades y en general las deformaciones del buque puestas en evidencia por la curvatura de la quilla varian á cada instante con el estado de su carga.

En realidad las secciones elementales del buque no son independientes, como lo hemos supuesto y las uniones que las hacen solidarias no permiten que se separen del estado primitivo tanto como si estuviesen libres en el espacio y el quebranto seria completamente nulo si las uniones del maderámen fuesen perfectamente rijidas; pero como esto no se puede conseguir el quebranto se produce siempre de una manera sensible y su magnitud y direccion dependen de la disposicion del maderámen y de la colocacion de los pesos á bordo.

El quebranto se presenta desde que se bota el buque al agua; bajo su accion ciertas partes del empernado sufren una carga exagerada, las maderas se aplastan á su contacto y todos los escarpes esperimentan ciertas deformaciones hasta que se constituye un nuevo estado de equilibrio entre todas las tensiones interiores y las fuerzas esteriores y este estado subsiste hasta que sobre viene alguna modificacion en las fuerzas que están en juego.

Cuando estas modificaciones se presentan se produce un nuevo estado de equilibrio, y si estos cambios se suceden con frecuencia las acciones del buque se alteran cada vez mas siendo menos aparentes para oponerse al quebranto que vá aumentando rápidamente.

Cuando el buque está en rosca los esfuerzos de flexion que soporta son muy considerables y si se le abandonase á si mismo tomaria un quebranto muy pronunciado; con el objeto de evitarlo se acumulan pesos en la bodega, que constituyen el lastre en cantidad suficiente para equilibrar las fuerzas de empuje. Para un navio la cantidad de lastre que debe colocarse á bordo con este fin asciende á 5 ó 600 toneladas. En el caso de estar el buque cargado y armado completamente, el quebranto es mucho menor que en el estado en rosca y muchas veces sucede en este caso que la quilla se presenta quebrantada en sentido contrario hácia la parte central; en los navios antiguos cuando eran nuevos y estaban bien construidos el quebranto era de $0^m 30$ y luego aumentaba rápidamente llegando à $0,^m 60$ despues de algunos años de servicio.

Hasta aquí hemos considerado el buque flotando en una mar tranquila; sobre una mar agitada subsisten siempre las causas generales que producen el quebranto y ademas el buque se encuentra unas veces sostenido por su parte media que está sumergida en la cima de una ola en tanto que sus dos es-

tremos egercen toda su accion; otras por el contrario lo està por sus estremidades colocadas en las partes culminantes de dos ondas consecutivas, en tanto que su medio correspondiente al espacio hueco que las separa, funciona á su vez; en el primer caso el buque está solicitado á quebrantarse con una energía escepcional; en el segundo debe adquirir un quebranto en sentido contrario.

Como estas alteraciones de inmersion y emersion se reparten desigualmente en el sentido de la eslora del buque, la resistencia de las uniones disminuye resultando de ahí el quebranto.

Cuando este es muy pronunciado se alteran las formas del buque hasta el punto de hacerle perder las cualidades de marcha y de evolucion que primitivamente poseía, pero lo que es mas grave aun es que el quebranto indica la desunion que se traduce pronto por la alteracion general del calafateo y especialmente la destruccion del de los topes de los tablones en donde se abren numerosas hendiduras longitudinales que impiden el volver á calafatearlos; de modo que el buque hace agua por todas partes y no sirve para navegar.

Algunos marinos han creido que el quebranto del buque favorecía entre ciertos límites la marcha del buque, porque le desligaba y daba cierto juego que contribuía á aumentar su elasticidad y por consiguiente su velocidad. Esta idea se ha confirmado largo tiempo con la observacion que se habia hecho de que oponiéndose al quebranto el buque no tenia tanto andar, pero esto era únicamente debido á la flexibilidad que adquiria el buque y no à la forma quebrantada de la quilla; por el contrario debe comprenderse que el quebranto altera las buenas formas del buque para la marcha, pues hace que trabaje toda la ligazon y destruye el calafateo, como lo hemos dicho, porque debiendo seguir los tablones los movimientos de la quilla, habrá en el buque una linea invariable á partir de la que unos se alargarán y otros se acortarán y por consiguiente separándose sus topes el calafateo desaparece; en el dia con los medios existentes el quebranto se reduce à unos $0,^{m}12$ ó $0,^{m}13$ de flecha y se procura disminuirle aun mas; este quebranto es menor en los buques de fondos llenos que en los finos.

212. Manera de disminuir el querranto.—Un buque puede en general considerarse como un conjunto de piezas de madera solicitado por la flexion; pero esta flexion puede mirarse bajo dos puntos de vista: en primer lugar, si se supone que las diferentes partes del maderámen sean susceptibles de girar al rededor de sus puntos de union obrando como simples articulaciones, la flexion seria producida por el descenso de los elementos consecutivos, de manera que secciones planas y perpendiculares á la quilla serian aun planas y verticales despues de la deformacion del buque: en esta hipótesis, un elemento rectangular formado por la reunion de dos cuadernas y del forro que las recubre se transformaria en un paralelogramo analogamente á lo que se verifica en las puertas de las habitaciones (Fig. 284.) cuyos ensambles han sido alterados por la vejez y en las cuales los tablones paralelos que las componen descienden por escalones en tanto que las piezas que las reunen toman direcciones oblícuas. Si por el contrario se asimila el buque á un cuerpo rigido íntimamente ligado en todas sus partes, debe-

remos suponer que secciones primitivamente planas y normales á la quilla, se conservarán planas despues de producido el quebranto y normales á la quilla deformada, de modo que dejarán de ser paralelas entre sí; los efectos de la flexion se traducirán entonces por el alargamiento de las fibras superiores y la compresion de las inferiores, en tanto que las que pasen por el centro de gravedad de todo el sistema no esperimentarán ni alargamiento ni compresion. Estas últimas reciben el nombre de fibras invariables; los alargamientos y compresiones de las demàs fibras son tanto mas considerables cuanto mas distantes se encuentran de las fibras centrales.

Segun unas ú otras de estas hipótesis deberémos emplear sistemas de consolidacion diferentes; en virtud de la primera deberìamos tratar de hacer invariables los rectángulos elementales del maderámen, estableciendo en él diagonales que teoricamente hiciesen toda deformacion imposible.

En virtud de la segunda hipótesis, asimilando el buque á un cuerpo sólido, evitaríamos sus deformaciones procurando impedir el alargamiento de las fibras situadas encima de su centro de gravedad y la compresion de las que están debajo. Los medios propios para obtener este resultado, no siendo incompatibles con los empleados para asegurar la invariabilidad de los elementos rectangulares, podrán emplearse juntamente con ellos para consolidar el maderámen del buque y oponerse à las deformaciones que este sufre participando de las dos causas que hemos indicado.

Desde hace mucho tiempo los constructores han procurado combatir la tendencia de los buques á quebrantarse y en primer lugar adoptando la hipotesis de la deformacion de los rectángulos elementales, se han esforzado por introducir en él diagonales rigidas. Veamos cual es la razon teórica d el uso de las diagonales: claro es que para hacer invariable de forma un buque será preciso establecer en él un sistema rigido y como la única figura que goza de esta propiedad es el triángulo, por esto se emplea un sistema de triangulacion. Lo primero que se ocurrió fué emplear un sistema cuatrangular análogo al que se usa en las obras civiles, pues suponiendo un rectángulo cuyos lados giren al rededor de sus verticales, en virtud de las fuerzas que obran sobré él, se convertirá en paralelogramo pero si unimos dos de sus vértices por una diagonal, pue recibe el nombre de *tornapunta:* esta transformacion será imposible sin romperse alguno de los lados y si queremos hacerlo todavia mas invariable colocarémos una segunda diagonal; la primera resistirá á los esfuerzos de compresion y la segunda llamada *tirante* á los de traccion

Este sistema compuesto de tornapuntas de madera y tirantes de hierro forjado se colocó en el plano diametral con objeto de evitar el quebranto de la quilla, completando el rectángulo formado por la cuerda invertida, la sobre quilla y los puntales de bodega con tornapuntas que fuesen de un puntal á otro en direccion invertida de tal modo que los de la parte de popa fuesen hácia proa y con tirantes en dlreccion opuesta que se pueden hacer firmes al pié del puntal. Este sistema consolida enérgicamente el plano diametral y su eficacia seria incontestable si la cuerda invertida pudiera prolongarse

sin interrupcion á todo lo largo del buque; pero ésto, como lo sabemos ya, es difícil de conseguir y además las diagonales colocadas en este plano hacen perder mucho espacio para la carga y embarazan su colocacion; por estas dos razones no se emplea ya.

213. Sistema de consolidaciones de roberto sepping.—Sir Roberto Sepping propuso combinar este sistema con las bulárcamas é imaginó el sistema llamado triangular; su principio está fundado en colocar una bulárcama de manera que en vez de tener su plano de encoramento perpendicular á la quilla girase 45° al rededor de un eje horizontal perpendicular al diametral pasando por su pié y cruzando á varias cuadernas con lo cual obtendrían estas una consolidacion superior haciendo así las bulàrcamas el oficio de tirantes. Con esta disposicion (Fig. 285.) suprimia el forro de bodega dejando un par de tracas y los palmejares; á partir de estos colocaba una série de bulárcamas inclinadas á 45.°, apoyadas sobre los miembros, terminando en los baos de la cubierta principal y consolidándolos por tornapuntas ó *contretes*: á cierta altura colocaba una segunda série de palmejares que endentaban á media madera en los contretes y debajo de los baos ponia el durmiente y dos sotadurmientes. Tambien propuso colocar los tablones de cubierta inclinados á 45.° pero esto no tuvo aceptacion por el gran trabajo que daba.

Con este sistema se han construido buques que han llegado á dar un quebranto de $0,^{m}$ 20 solamente en vez de los 0, 60 que antes se obtenian aunque esto tambien era debido á otras perfecciones que introdujo Mr. Sepping y que si bien no llaman tanto la atencion, no dejan de tener importancia en la consolidacion general del buque.

Con esta red de maderámen colocada sobre los miembros se daba á estos un apoyo mucho mayor del que resultaria empleando un simple forro y por consiguiente se podria, conservando una gran solidez, reducir mucho el escantillon de la obra viva propiamente dicha y construir navìos con maderas cuyas dimensiones por el sistema antes referido no hubieran servido sino para fragatas.

El sistema de Sepping se modificó con el objeto de economizar la madera gastada en los sobre-planes componiendo estos de un genol y una ligazon unidos à tope y consolidando el conjunto por medio de contretes y tornapuntas que referian el esfuerzo sobre los palmejares.

214. Forro oblicuo de consolidacion; diagonales de hierro.—En Francia se abandonó pronto este sistema y lo que se hizo fué suprimir el forro horizontal de bodega, porque no se oponia á la flexion, dejar un durmiente, dos sotadurmientes y los palmejares, inclinar el forro interior á 45.° de modo que hiciese efecto de tornapunta y para triangularlo por completo colocar un segundo forro con la misma inclinacion pero en sentido contrario. Sin embargo, como esto hubiera sido difícil y embarazoso haciéndolo de madera, se colocaron planchuelas de hierro llamadas *diagonales* que iban sobre los palmejares y el forro diagonal y llegaban hasta la regala haciendo el oficio de tirantes; este sistema resiste bien y se emplea todavia, pero en lo parte media del buque es algo débil y por esto se conservan algunos tablonos para

lelos al sota-durmiente y se colocan otros del segundo forro diagonal sobre los que van incrustadas las diagonales (Fig.286.); de este mismo sistema de triangulacion se hacen los mamparos que dividen los espacios y sirven al mismo tiempo de consolidacion.

Al principio se dudó emplear este último sistema por la curvatura del buque, porque fija la diagonal por sus estremos y solicitada por ellos tenderá á ponerse recta segun la cuerda del arco que afecta y por consiguiente á arrancar los pernos de hierro remachados sobre la superficie interior de los miembros pues si se hubiesen remachado sobre el forro esterior se encontrarian allí en contacto con el cobre del forro lo que hubiera ocasionado su pronta destruccion. Mas como el remachar los pernos sobre la superficie esterior de las cuadernas presentaba varias dificultades prácticas, se han obtenido mejores resultados bajo el punto de vista de la ejecucion de trabajo sustituyendo á los pernos de hierro, pernos de cobre que van á remacharse sobre los tablones del forro esterior contribuyendo así á asegurar este; en cuanto á su accion galvánica sobre las ligazones de hierro es insensible con tal que el agua de la bodega no llegue á ellas, lo cual no sucederá si se detienen en los palmejares. Se ha tratado de emplear tambien tornillos de madera y sobre todo pernos de hierro galvanizado, aunque algunos creen que el hierro pierde sus buenas propiedades con esta operacion.

Este sistema se empezó á usar en los vapores de ruedas y despues en las fragatas de hélice de gran eslora espuestas por esta razon à quebrantarse mucho, macizando los fondos y multiplicando en esta parte las curvas de modo que de cada dos no subiese por encima de la bateria mas que una. Estas diagonales se colocan à 1.^{m} de distancia unas de otras y se les dá un ancho de 0,^{m} 15 à 0,^{m} 20 y un espesor de 0,^{m} 15 à 0,^{m} 18 segun el porte del buque.

En el navio Napoleon (Fig. 287) se hicieron todas las curvas de hierro entallándolas en el forro interior, haciéndolas llegar hasta la regala y salvando las portas: sus dimensiones son de 0,^{m} 10 á 0,^{m} 15 de ancho. En este sistema habrá diagonales, las que reemplazan al forro diagonal, que estarán sujetas á compresion y por consiguiente trabajarán mejor en las partes curvas que en las planas porque tenderán á encorvarse mas y á aplicarse contra la superficie del buque y habrá otras, las verdaderas diagonales, que estando sujetas á traccion trabajarán mal en las partes curvas porque su tendencia á ponerse rectas las despega del buque, de suerte que entre los dos sistemas habrá compresion y su conjunto consolida bastante bien.

Nosotros usamos tambien dos sistemas de diagonales, unas sujetas á traccion que partiendo de debajo los palmejares llegan hasta la regala, y sobre el que va el forro interior de madera que es diagonal desde el palmejar hasta al sotadurmiente y que hace oficio de tornapunta y otras tambien de hierro colocadas sobre el forro de madera el cual obra por compresion sobre los dos sistemas de diagonales; este procedimiento se simplifica haciendo discontinuo el forro de madera.

Las diagonales se colocan de manera que sus aristas se hallen en un plano á 45.° con la quilla, se traza la curva sobre el costado del buque con

un junquillo, se coloca la diagonal sobre ella y se marcan los barrenos para lo que es preciso sujetarla á una torsion; esto podria evitarse dejándola que siguiese su direccion que seria una curva de doble curvatura y es lo que generalmente se hace; despues se empieza á clavar por la parte superior en una direccion proximamente á 45.° y se vá clavando á medida que se aplica sobre el costado.

En los navios y fragatas no hay diagonales que lleguen desde la quilla hasta la regala y si las hubiera serian caras y de colocacion difícil; por esto es preciso hacerlas de varias piezas unidas, como indica la (Fig. 288.), á media madera haciéndolas, como los ingleses, discontinuas de trozos de 2 métros de longitud. En los navios y fragatas de hélice las diagonales llegan desde la cubierta de alcázar hasta las cabezas de las varengas, aplicándolas sobre los miembros y recubriéndolas por el forro interior el cual no se coloca oblícuamente por lo general sino que la bodega se forra simplemente á lo largo. La necesidad de colocar diagonales sobre los miembros proviene de que si se aplicasen sobre el forro interior tendria que atravesar las cubiertas interiores siguiendo los perfiles complicados de los trancaniles, durmientes etc. lo que presentaria numerosas dificultades de construccion y formas inadmisibles bajo el punto de vista de la resistencia; por esta razon se aplican sobre la superficie interior de las cuadernas, incrustándolas en ellas en todo su espesor y fijándolas con tornillos de madera que agarran mejor aunque son mas cortos que en el caso en que atravesaban los forros. Para las fragatas se emplea una sola fila de diagonales variando su inclinacion en popa y proa y cruzándolas en la parte media del buque de modo que no solo hacen desaparecer toda linea de ruptura de esta region sino que aun le proporcionan un esceso de resistencia. Cuando las diagonales se cruzan, una de ellas está incrustada en los miembros y la otra en el forro.

Los navios llevan dos filas de diagonales cuya separacion é inclinacion depende de la distribucion de portas; á partir de la cubierta de alcázar las diagonales pasan oblícuamente á distancias iguales entre las portas de las diferentes baterías colocando además una segunda série de diagonales interpuesta entre estas, yque solo llega al sollado: en cuanto á sus dimensiones se obtienen siempre por medio de junquillos flexibles aplicados sobre los miembros.

Determinada asi la direccion de las diagonales, su curvatura es en general tan sencilla que no se encuentra dificultad alguna en doblarlas sobre las cuadernas hasta que ocupen la posicion que deben tener; solamente en la parte inferior hay á veces curvaturas tan pronunciadas que es preciso prepararlas de antemano. Para esto se van encorvando sus elementos sucesivos por medio de una prensa de quijadas curvas y se compara el contorno obtenido con el de un gálibo formado con un simple alambre de hierro aplicado sobre los miembros.

Cuando el cruzamiento de las diagonales encuentra una clara, se le pone en esta parte un reborde ò uu perno de tuerca. Los agujeros para los pernos ó tornillos de madera se abren en las diagonales por medio de máquinas destinadas á este objeto, se marcan de antemano sobre las piezas de

madera que sirven para hacer la distribucion de diagonales de hierro antes que hayan recibido ninguna curvatura. El empernado de las diagonales se hace con un perno ó tornillo de madera sobre cada cuaderna. Se procura colocar un tornillo ó un perno en el cruzamiento de dos diagonales de modo que abrace entrambas y para que los dos agujeros se correspondan exactamente no se abre desde luego sino el de la diagonal que va encima practicando el otro despues de colocadas ambas.

Como los contretes obran por compresion tendiendo á aumentar su curvatura y los tirantes por traccion tendiendo á disminuirla y à ponerse rectos, el sistema mejor de diagonales seria colocar los primeros sobre el forro interior y los segundos sobre la superficie fuera de miembros; de este modo ambos sistemas comprimirian todo el maderámen y le consolidarian perfectamente; esto se ha hecho por primera vez en las fragatas *Tetuan* y *Sagunto*. Los franceses no adoptaron este sistema porque habia que estrospear la superficie aparada y para su colocacion derribar varios órdenes de escoras, además de que estando tan cerca de los pernos de cobre podia darse lugar á alteraciones peligrosas. Por medio de este sistema puede tambien disminuirse la dimension à la linea de los miembros; el forro de bodega no se conserva hoy mas que en los pequeños buques de cabotaje.

215. Otros medios de combatír el quebranto.—Cuando se considera el buque como un cuerpo rigido, los medios propios de combatir la flexion propiamente dicha consisten en oponerse al alargamiento de las fibras superiores y à la compresion de las próximas á la quilla. Las disposiciones generales del maderámen satisfacen ya à esta condicion: con este fin los durmientes y sota durmientes están ensamblados con largos escarpes y se hacen solidarios entre si ya por llaves interpuestas entre sus caras de union, ya por medio de pernos paralelos al costado; en las cintas principales el calafateo produce un efecto análogo oponiendo un rozamiento considerable al resbalamiento de tablones sobre otros y las dimensiones escepcionales de los trancaniles, cosederos, etc. son igualmente propias para resistir él alargamiento en los altos del buque.

A estas consolidaciones, que pueden llamarse naturales, se agregan á veces algunas planchuelas de hierro colocadas encima de los miembros y que ciñen el buque de proa á popa en la direccion de un plano horizontal; pero tienen el inconveniente de presentar un rodero muy pronuaciado en las estremidades de popa y proa lo cual dificulta bastante su ajuste, además de embarazar la colocacion del empernado que se encuentra acumulado hácia la altura de las cubiertas asi es que se puede obtener un resultado equivalente por medio del maderámen de las cubiertas que muchas veces no se cuenta entre las consolidaciones longitudinales, aunque en realidad constituya una de gran valor El entablado de las cubiertas es el que resiste principalmente á la flexion longitudinal; es verdad que su espesor es bastante pequeño, pero su seccion en conjunto presenta una estension notable y á causa de la gran distancia que la separa de la fibra invariable, su resistencia que es proporcional á su momento de inercia con relacion á esa fibra,

es muy grande y no debe omitirse nada de lo que pueda contribuir à aumentarla. En los buques antiguos los contra-trancaniles y las cuerdas de roble contribuian poderosamente á aumentar la resistencia de las cubiertas; en las construcciones modernas y sobre todo en los buques de hélice, las grandes escotillas necesarias para la introduccion de las calderas y para la ventilacion de la máquina interrumpen por desgracia las cubiertas, pero se puede remediar lo que asi se debilitan estas, colocando sobre los baos algunas diagonales de hierro paralelas al plano diametral ó mejor todavía diagonales oblícuas que vayan de un costado al otro evitando las escotillas ó empleando á veces diagonales langitudinales y diagonales oblícuas.

En los fondos, los escarpes de la quilla y sobre-quilla están dispuestos para recibir la compresion de las fibras elementales; pero sobre todo el macizado de las claras realiza completamente esta condicion y es una de las consolidaciones mas poderosas y eficaces que se han introducido en la construccion naval.

El calafateo, tan preciso en si mismo como elemento de seguridad, viene à ser un nuevo medio de consolidacion oponiéndose al quebranto. pues el rozamiento que ejerce sobre las superficies en contacto impiden que las cuadernas se deslicen verticalmente las unas sobre las otras.

En fin, las aparaduras reforzadas, la sobre-quilla y los tablones del forro de fondo por su mucha distancia de la fibra central oponen gran resistencia á la flexion longitudinal y deben contarse entre las piezas de consolidacion. En el dia en los buques que reclaman consolidaciones especiales se dá á los tablones del forro del fondo el mismo ó mayor espesor que á los palmejares, pero las mas de las veces se prefiere aumentar las dimensiones de la sobre-quilla central que se compone de dos piezas sobre puestas y de dos piezas adicionales laterales, ensamblando el conjunto por medio de escarpes convenientemente dispuestos y atravesándola por grandes pernos de cobre que provienen de la quilla y de las aparaduras reforzadas haciéndola constituir una pieza sumamente rigida. En este sistema, los palmejares estàn reemplazados por sobre quillas laterales solidamente empernadas sobre el costado.

Gracias á todos los procedimientos que acabamos de citar, la rapidez de los buques es mucho mayor que en los pasados tiempos y esta mejora se traduce por una reduccion considerable en el quebranto que en los navios y fragatas apenas llega á algunos centimetros en la época de la botadura al agua, cantidad que aumenta cuando ha estado algun tiempo en la mar pero cuando llega á 0,^{m}10 se considera muy grande y rara vez pasan de este límite cuando están completamente cargados.

Los resultados dependen de las proporciones del buque y sobre todo de la relacion de la longitud á la profundidad ó sea de la eslora al puntal. Cuanto mayor es esta relacion, tanto mas desfavorables son las condiciones y mayores las dificultades que se presentan para asegurar las consolidaciones longitudinales, asi es que se puede afirmar que para los buques de madera, aun cuando se reunan todos los medios de que se puede disponer actualmente para consolidar el maderamen, se llega apenas á obtener la solidez necesaria cuando

la eslora tiene seis veces la longitud de la manga ó 10 ó 12 veces el puntal.

216. Espesores de maderas.—Apesar de la incontestable importancia que se debe dar á la consolidacion del maderámen, no es lo único que ha de procurar el constructor; es preciso además hacer el buque lo mas ligero posible y disminuir el espésor de maderas, asi es que el mejor en igualdad de otras condiciones será el que reuna la ligereza á la rigidez: esta es la gran ventaja de los buques de hierro. Si conociésemos el esfuerzo á que está sometido el buque en cada uno de sus puntos, le dariamos las dimensiones exactamente necesarias determinando la seccion de cada pieza de manera que pudiese soportar la carga límite de que es susceptible; entonces estariamos seguros de hacerlas trabajar á todas igualmente y de emplear el peso de material estrictamente necesario, es decir, de llegar al maximum de ligereza posible.

Esto que se hace perfectamente en las obras civiles es imposible en las construcciones navales porque la resistencia de materiales no ha podido aplicarse á ellas: 1.° por las formas curvas tan complicadas de los buques y 2.° porque las fuerzas que actuan en ellas varian á cada paso de direccion é intensidad; por esto es preciso atender á lo que dá la experiencia y como resultado de ella á las libretas de dimensiones. En los antiguos buques de vela, la disposicion del maderámen habia llegado á un grado de uniformidad notable, su solidez era suficiente y las piezas estaban combinadas con una exactitud tal que ninguna de ellas podia suprimirse sin que la economia del conjunto se alterase mas ó ménos; esto parece indicar que con la práctica se habia llegado poco á poco al resultado que la teoría no podia proporcionar.

A la libreta de espesores de maderas deberia acompañar una libreta para el empernado, que ha sido abandonado á la práctica y ruina de los operarios: de sentir es que este punto no haya sido estudiado con el mismo cuidado que el maderámen propiamente dicho.

En los buques de tipos nuevos, como los vapores de ruedas en un principio y mas tarde los de hélice, los escantillones de los materiales se han establecido por comparacion con los buques de vela á que mas se aproximaban. Para una cuaderna maestra igual, los buques nuevos difieren de los antiguos en tener mayor eslora, lo que hace que estén sometidos á esfuerzos de flexion mas considerables, pero las presiones esteriores son sensiblemente las mismas. Por consiguiente podemos tomar para dimensiones de los miembros las mismas que las de un buque de vela en que la cuaderna maestra sea la misma ó lo que es lo mismo que tenga la misma manga y el mismo puntal.

Asi es que las dimensiones de los baos latas y entremiches, del entablado de las cubiertas y de todas las piezas que conciernen al maderámen de las cubiertas y á la union de estas con el costado serán las mismas que las del buque tomado por término de comparacion. En cuanto á los forros es claro que para que sufran la misma carga que en el buque que tomamos

por modelo, deben tener mayores dimensiones, aumentadas en la misma proporcion que la relacion de la eslora al puntal. Naturalmente debe existir una relacion entre las dimensiones de los miembros y las de los forros; esta relacion á la verdad no es rigorosa, pero si despues de haber estblecido los escantillones de las piezas longitudinales presentan una desproporcion notable con los ya elegidos para las cuadernas, se deben aumentar estos últimos hasta establecer la correlacion conveniente entre todas las partes del maderámen.

Este aumento en los escantillones conviene sobre todo en la parte central del buque y se las puede reducir al aproximarnos á las estremidades para volver poco à poco á las dimensiones habituales; como á estos escantillones reforzados se agrega una red de diagonales de hierro que no existian en los buques antiguos, se obtiene asi un esceso de resistencia que permite conservar, si es necesario, á los tablones de forro sus espesores ordinarios.

217 Peso del casco.—Se ha demostrado que las dimensiones que se dan à los miembros de los navios y fragatas no son mas que los estrictamente necesarios para la resistencia y no se deberá dárselas mayores porque no hay maderas suficientes; en estos buques el desplazamiento es próximamente el doble de su peso y aumenta al cabo de tres ó cuatro meses de estar á flote porque el buque se *encharca* ó lo que es lo mismo, absorve gran cantidad de agua y aumenta de volúmen.

Tomadas las dimensiones de un buque, se forma la libreta correspondiente y partiendo de esta se pueden construir buques semejantes en los cuales el peso del casco sea la misma fraccion del desplazamiento total con tal que la ley de semejanza se observe en todas las partes de su maderámen; es decir, que sus escantillones deben estar entre si en la relacion de semejanza ó bien en la relacion de las raices cúbicas de sus desplazamientos. Esta ley se observa para los escantillones de los navios y fragatas; pero es fácil ver que la ley de semejanza aplicada de esta manera á buques de diferentes tamaños no les asigna la misma solidez y los mas pequeños están relativameute en mejores condiciones. En efecto, si pasamos de un buque pequeño á uno grande, los esfuerzos que le solicitan á la ruptura crecen como los volúmenes ó sea como el cubo α^3 de la relacion α y los momentos de estos esfuerzos crecen como la cuarta potencia α^4 de esta misma relacion; por otra parte las resistencias de las diferentes piezas ó la del buque entero no crecen sinó como el producto del cuadrado de las alturas por los anchos ó como el cubo de la relacion de semejanza; por consiguiente la relacion de las resistencias á los esfuerzos entre los pequeños y los grandes es una cantidad menor que la unidad ó en otros términos estos últimos tienen una solidez absoluta menor. Asì, por ejemplo, si se duplican todas las dimensiones de un buque construido en buenas condiciones, el momento de rotura se hará $2^4=16$ veces mayor (midiendo este momento en la seccion transversal) en tanto que la resistencia de esta seccion será sola-

mente, $2^3=8$ veces mas grande; por consiguiente la carga límite será por unidad de superficie doble de lo que era en el primero.

En los buques pequeños si bien la teoría y la práctica enseñan que se les puede dar una gran resistencia, en cambio está igualmente probado que el peso relativo de un casco es mucho mayor que en los buques grandes. Asi miéntras que en estos últimos se consigue con facilidad que el peso del casco sea menor que el 50 p.0/0 del desplazamiento total, en los pequeños llega muchas veces à 0, 55 ó 0, 60 del desplazamiento y aun mas. Este aumento proviene de que en realidad no hay semejanza entre un buque pequeño y uno grande; en efecto, en el primero la obra muerta no entra en la construccion sino como una fraccion mínima, en tanto que la obra viva entra como una parte considerable, mientras que sucede lo contrario en los buques de varias baterias sobrepuestas; además hay varias piezas del maderàmen cuya dimension no puede bajar de un mínimo absoluto y por esta razon conservan escantillones mayores que los que tendrian á consecuencia de la semejanza geométrica, como sucede en particular con el forro de la obra viva, el entablado de las cubiertas, ciertas partes del empernado etc.

Con esto es verdad que aumenta la resistencia, pero como ya se tiene en esceso, lo que en realidad se consigue es aumentar el peso del casco que el constructor debe tratar de disminuir por todos los medios posibles.

Poco despues de la botadura se mide el calado medio y la escala de solidez dá á conocer el peso del casco, pero al desplazamiento asì obtenido es preciso añadir el peso de los trabajos que quedan que hacer, lo cual se hace á sentimiento y el de los objetos estraños al casco como el de las anclas, cables, cabrestantes, herramientas etc. Se podria dilatar esta operacion hasta que las maderas se hubiesen embebido en el agua del mar lo que hace aumentar mucho su densidad y el peso del casco en una cantidad que puede elevarse al 10 por 100 mas de lo que era primeramente, pero como inmediatamente despues de la botadura se empiezan á instalar y montar las piezas de la máquina, un buque recibe una porcion de objetos estraños al maderàmen y cuyo peso es de evaluacion dificil, asi es que lo mas prudente será añadir al peso del casco determinado despues de la botadura, de un 8 á un 10 por 100.

218. Sistemas empleados para aligerar el peso del casco—Para aligerar el casco lo primero que se ocurre es aumentar las claras, pero esto no puede hacerse en los buques de guerra en los que la mayor clara admisible es de $0,^m15$ al paso que en los mercantes puede llegar hasta $0,^m30$ aunque lo que se puede hacer es emplear las cuadernas á la inglesa que forman unmaderámen mas ligero y con las que se ha llegado á reducir el peso de las goletas a 0, 45 del desplazamiento: así en la goletafrancesa *Corderiére* se empleó el forro diagonal discontinuo y las cuadernas inglesas.

Otro sistema de construccion muy ligero es el sistema inglés (Fig. 289.) en el que hay dos forros diagonales en sentidos opuestos y otro tercer forro horizontal, sirviendo las cuadernas únicamente para dar las formas: este método es muy elegante pero es caro y cuando llega á penetrar el agua entre

los forros es mucho mas pesado que los otros: en este sistema los tres tablones encajan en alefrices practicados en las aparaduras. Entre el primero y el segundo forro se pone un forro de papel de aceite cubierto con pintura de albayalde y entre el segundo y el tercero uno de fieltro. Por las razones dichas, hoy no se emplea este sistema mas que en las embarcaciones menores que solo llevan unas pequeñas varengas para consolidar los fondos.

219. Construcciones de los Estados-Unidos.—Terminada la guerra fratricida que por tanto tiempo sostuvieron los estados de la Union americana, los buques que esta nacion poseia se aproximaban á 700, así es que este número representaría una marina formidable si fuèse capaz de responder à todas las necesidades que pudiesen sobrevenir en el caso de tener que alimentar una guerra con una nacion europea. Mas como esta marina creada en poco tiempo obedeciese á las condiciones especiales de la localidad en la cual debian obrar sus fuerzas condiciones, muy diversas de las que se exigian para ponerse al nivel de la Francia é Inglaterra sus mas poderosas rivales, el gobierno de los Estados-Unidos se apresurò desde 1866 à constituirla de nuevo bajo otras bases. fijando preferentemente su atencion en obtener una escuadra capaz de luchar en todos los mares del mundo y en atender à la reparacion de sus arsenales.

La construccion de fragatas y corbetas de madera que reunan á una gran velocidad una poderosa artillería, es lo que ocupa la atencion actual del gobierno americano.

La particularidad mas importante que presentan sus fragatas se reduce al empleo de los forros entallados en los miembros pudiendo citar como ejemplo la fragata tipo *Guerriere* la cual lleva por debajo de la flotacion siete tracas de tablones de 18 centímetros embutidos de 4 centímetros en las cuadernas. Las diagonales de hierro análogas á los que nosotros empleamos van empernadas á través de las cuadernas.

Un gran número de curvas de madera unen los baos á los costados horizontal y verticalmente y además las cuadernas de las estremidades de proa y popa en lugar de descansar sobre los macizos allí formados, estando compuestas de dos partes, van á unirse lateralmente á dichos macizos á caja y espiga. Las consecuencias de la táctica naval moderna fundada en la accion del espolon han tenido una gran influencia para los buques de madera. Este espolon que puede hacerse de bronce ó de hierro tiene la forma de una gran hoja ó cuchillo de 90 centímetros de altura, se coloca á 1,^{m} 85 debajo de la flotacion saliendo de 1, 50 fuera de la roda, la cual tiene una entalladura para recibir la espiga con que va armado interiormente dicho espolon. Hace un año se decia que este sistema estaba adoptado en principio y que los resultados del combate de *Lissa* habian desarrollado el gobierno Norte americano á dar un impulso à la construccion de los espolones reservándose, segun los resultados de las esperiencias proyectadas, proveer à todos los buques de estos organos destructores.

220. De las portas y sus dimensiones.—Hasta aquí nos hemos venido

ocupando de las distintas operaciones que constituyen el enramado y hemos hablado tambien de la distribucion de portas (18) y de la colocacion de los batiportes (148) aunque sin indicar las dimensiones usuales de dichas portas y de las condiciones á que deben sujetarse cuando el buque tiene mas de una batería; por esta razon es preciso que nos fijemos en este punto dando algunos detalles que son necesarios.

Las cuadernas de armar (18) deben formar los batientes de las portas y como su luz horizontal ó distancia entre dichos batientes seria demasiado grande para que dejásemos sin rellenar el espacio comprendido entre las cuadernas que los forman se colocan tanto por encima del batiporte alto como por la parte inferior del bajo, cuadernas de henchimiento en número conveniente para que las claras no escedan de 0,^{m} 15 que es el diámetro del mayor proyectil empleado, aunque hoy por el gran refuerzo que se dà á los tablones de forro se puede llegar á una clara de 0,^{m} 25. Sin embargo, esto no se refiere mas que á los buques de combate asi es que en los trasportes podrémos llegar á 0^{m}, 30 y 0,^{m} 40 consiguiendo así una gran ligereza en el caso que por otra parte podrá ser aumentada haciendo las cuadernas à la inglesa y colocando muchos cuadernas simples de henchimiento.

En las fragatas y navios en que háy mas de una batería debe procurarse que las portas de una batería no estén encima de las inferiores sino que conviene que se alternen, pues á no ser así el humo despedido al tirar en una porta inferior introduciéndose por la superior produciria una gran incomodidad en esta y además las dos constituirian un espacio hueco muy grande para que la resistencia no pudiese estar comprometida. Las (Fig. 290 y 291.) representan la colocacion de portas del navio *Bretagne* y de la fragata *Almansa*.

Otra de las condiciones á que deben sujetarse las portas, es tener las dimensiones suficientes para que el ángulo de tiro tanto vertical como horizontalmente sea el mayor posible. Hasta ahora se han hecho de menos ancho qua altura siendo la primera dimension ordinaria de un métro y de 1,^{m}80 para las *colisas* ó cañones giratorios y de corredera. Las portas pequeñas reciben un ancho de 0,^{m} 95. La dimension vertical se hace de 0,^{m} 98 en todas las baterías escepto en las de alcàzar y castillo en que se reduce à 0,^{m} 85 por el menor alcance y calibre de las piezas que montan.

A continuacion colocamos el estado de las dimensiones que se han de dar á las portas de los buques de guerra conforme el decreto espedido por el gobierno español en 5 de Octubre de 1861:

DESIGNACION DE LAS PIEZAS.	Situacion de las mismas abordo segun lo dispuesto en Real órden de 3 de Mayo de 1861.	Altura de batiporte contado desde la cara superior del tablon de cubierta en centms.	Altura ó luz vertical de las portas en centímetros	Ancho ó luz horizontal de las portas en centimetros.	OBSERVACIONES.
Cañon de á 68 número 1.°	En colisa. .	60	95	135	Esta dimension se fija como limite inferior, dejando á la direccion de los Comandantes de artillería é Ingenieros de los Departamentos el determinar el maximum conveniente.
32 número 2	En las primeras baterias de los navios.	65	95	100	
32 número 2	En las baterias de fragata de 1.ª clase. .	60	95	100	
32 número 3	En las segundas baterias de los navios y baterias de fragata de 2.ª clase. .	60	95	100	
32 número 4	En el alcázar y castillo de los navios y fragatas. .	55	85	100	
32 número 4	En las baterias ó combés de las corbetas.	55	85	100	
32 número 4	En el castillo de las corbetas. .	50	85	95	
32 número 5	En las de los buques de menor porte. .	50	85	95	
32 número 6	En el alcázar de las corbetas. .	45	85	95	
32 número 6 / 32 número 7	En las baterias de los buques de menor porte. .	50	85	95	
Bomberos de á 8 1/2 pugs. n.° 3	En las primeras baterias de los navios.	65	95	100	
8 1/2 pugs. núm. 3	En las segundas baterias de los navios y las fragatas. .	60	95	100	
8 1/2 pugs. núm. 3	En colisa de las goletas. .	45	»	180	Estas mismas dimensiones para los cañones de á 32 montados en colisa. Los 180 centímetros de luz horizontal se fijan como límite inferior dejando á la direccion de los comandantes de artilleria é Ingenieros de los Departamentos el maximum conveniente de cada buque.
8 1/2 pugs. núm. 4	En el alcázar de los navios y fragatas en sus castillos. .	55	85	100	
7 1/2 pugs. núm. 5	En la colisa en los buques menores. .	45	»	180	Esta dimension se fija como límite inferior dejando á la direccion de los Comandantes de artillería é Ingenieros de los Departamentos el determinar el maximum conveniente para cada buque.
Cañon núm. 3 de á 32 rayado y zunchado.	En las primeras baterias de los navios.	65	95	100	
Cañon de á 32 núm. 3 rayado y zunchado.	En las baterias de las fragatas. .	60	95	100	
Cañon de á 32 núm. 3 rayado y zunchado.	En el alcázar y castillo de los navios y fragatas. .	55	85	100	

Finalmente debemos añadir que la longitud de las chazas debe ser tal que los sirvientes de una pieza no incomoden á los de la otra. Antiguamente las chazas se hacian muy pequeñas pero hoy se ha caido en el defecto contrario, pues las fragatas *Blanca* y *Berenguela* que tienen una entrechaza de 3m, 10 y 4m,14 respectivamente dejan sobrado espacio para el servicio de las piezas.

La distancia mas conveniente será la de 2.m 20 á 2,50 escepto en el alcázar y castillo en cuya batería esta distancia está subordinada à otras condiciones, como salvar la jarcia de los palos, etc. pero sin embargo podemos tomar como límite inferior 1m,80.

LECCION 25.

221. Del tajamar y su instalacion.—Vamos á ocuparnos de ciertas partes accesorias del casco que no pueden incluirse en ninguna de las divisiones anteriores y que se refieren á la manera de terminar la popa y la proa.

Por la proa sale el palo bauqrés con una inclinacion variable con respecto al horizonte que en los buques antiguos era de 45.°, en los pequeños de hoy dia de 35.° y en los grandes de 20.° á 22.°

Para sugetarlo se introduce su coz en una caja (Fig. 292) abierta en un sistema consolidado que hemos llamado carlinga (208) la cual està formada por dos maderos endentados en los baos á los cuales van empernados llevando ademas una cajeta donde penetra la espiga que es un tronco de pirámide cuadrangular oblicua y cuya cara inferior es horizontal; á estos maderos que van verticales se les da á veces con objeto de evitar el ángula que forman con el bauprés una inclinacion inversa de la de este, aun que lo mejor seria hacerlos completamente normales, si bien no siempre es posible. La espiga debe entrar con alguna dificultad en la cajeta, al revés de los otros palos en que se les deja cierta holgura para variar su inclinacion por medio de cuñas. El bauprés atraviesa la cuña por una fogonadura muy larga á causa de las oblicuidades con que la corta y se forma con esloras à manera de escotilla que despues de pasado el palo se entabla y calafatea.

En los navíos el maderámen de la carlinga se apoya por su centro sobre los baos de la segunda batería, prolongandose por encima hasta los baos de la cubierta de alcazar y por debajo hasta los de la batería inmediatamente inferior á la segunda.

El bauprés sale por la proa á través de una abertura llamada *boca de tinaja* compuesta de dos partes distintas separadas por un plano oblicuo paralelo al eje del bauprés; la parte baja es del mismo diámetro que el palo que ajusta en ella exactamente, y esta practicada en las rodas, contra-roda y apóstoles à los cuales corta casi completamente: la parte superior es de

un diámetro mucho mayor á fin de facilitar la colocacion del palo, está for mada por los apóstoles y completada por una pieza adicional á la que los franceses llaman sombrero del bauprés (Fig. 293) colocada encima de la re- gala cuyo peralto se aumenta en esta parte por este motivo. Colocado el bauprés sobre la mitad inferior de la abertura se introducen cuñas en el agujero anular que queda en la parte de aquella y donde se le sujeta.

De este modo el bauprés se halla completamente fijo de arriba abajo, pero teniendo que sostener todos los vientos ó *estais* del palo trinquete que tienden à levantarlo, lo mismo que las tensiones del palo mayor que reo- bran sobre el baupres por el intermedio del trinquete, es preciso sujetarlo de arriba abajo por medio de trincas que van á un apoyo colocado fuera de la roda y que constituye el *tajamar*.

El tajamar es una especie de triàngnlo rectilíneo de madera empernado con la roda el cual tiene unas aberturas llamadas *groeras* al traves de las que pasan las trincas que sujetan el bauprés y otras mas pequeñas en las que se amarran tres cabos mas delgados que reciben el nombre de *barbiquejos*. Los dos primeros, que son los barbiquejos propiamente dichos, vienen á hacerse firmes sobre el bauprbs á los dos tercios de la saliente esterior, punto en que ter- mina tambien el estai del palo trinquete, estàn formados por cabos ó cadenas dobles que atraviesan las aberturas que hemos citado practicadas en la proxi- midad del contorno esterior del tajamar, y à los cuales se da una oblicui- cuidad de 25.° à 30.° para que trabajen en buenas condiciones. El tercer barbiquejo, comunmente llamado *falso-barbiquejo* que parte de la estremidad del bauprés terminando sobre el tajamar tangencialmente á su contorno este- rior mas abajo que los dos primeros, está destinado á equilibrar la tension de los estais del mastelero de gavia.

Las trincas se dan con cables ó cadenas viniendo á constituir el empo- tramiento del palo; en los navios hay dos groeras por que llevan dos sistemas de trincas.

Para trazar el tajamar basta tener en cuenta que esta parte de la proa está destinada á dar el apoyo necesario á los barbiquejos, asi es que determi- nados los puntos en que terminan estos sobre el bauprés y la inclinacion de este palo, se marcan arbitrariamente sus puntos de amarra inferiores y despues se traza el contorno del tajamar de manera que envuelva dichos pun- tos y que se separe pronto de la trayectoria de los barbiquejos á fin de evitar en lo posible su contacto con las maderas proximas, contacto perjudicial por los rozamientos que produce y por la humedad que se conserva en los cables esponiéndolos á la putrefaccion.

El tajamar está formado de tres piezas; la *madre del tajamar* ó *espaldar* *m* (Fig. 292) que se apoya en un rebajo de la roda, el *tajamar t* propiamente dicho que forma un ángulo mas ó menos agudo con la roda y la *perdigueta p* que colocada en una posicion próximamente horizontal viene á cerrar el triangulo. Esta última pieza se une á la roda por medio de una curva muy

pronunciada *c* llamada *capuchina* y al tajamar por otra que levantándose verticalmente forma el *espaldar* del *figuron de proa* que antiguamente era el busto que representaba el nombre del barco. Hoy esta mandado que se ponga el escudo de armas de España sostenido por dos leones en todos los buques del estado.

El espacio comprendido entre la perdigueta madre y tajamar se rellena con un macizado compuesto de piezas cuyas aristas son todas paralelas á la roda ó divergentes, llamándose en este caso macizado de *abanico*. El conjunto se llama *pala del tajamar*.

La labra de las piezas no ofrece dificultad: una vez concluida se arman en tierra y se arbola el tajamar entero sujetándolo por medio de grandes pernos de hierro galvanizado, algunos de cinco ò seis metros de longitud. De este modo el tajamar no tendría solidez de babor á estribor; para conseguirlo se colocan unas curvas laterales que se llaman *curvas bandas* (Fig.294):un navío lleva tres pares de curvas bandas, el primer par se coloca debajo de las portas de la bateria alta y termina en la espalda del busto, el segundo par á la altura de los batientes de la batería baja y en fin el tercero en el canto alto de las cintas principales. Para buques de menores dimensiones bastarán dos pares de curvas bandas; en este easo el par que se suprime es el superior.

Como las curvas bandas tienen grandes escantillones, son muy cerradas y sus ramas deben tener mucha longitud: se cuentan entre las piezas raras y de elevado precio por lo cual se csnstruyen algunas veces de hierro, sobre todo las del par superior; en cuanto á las que estan muy próximas á la flotacion y en contacto frecuente con el mar se oxidan con rapidez y es preferible hacerlas de madera.

Para aprovechar el espacio saliente formado por el tajamar se construye una especie de pequeño barco (Fig. 295) cuya quilla este formada por la perdigueta: sobre esta se apoyan unas piezas curvas á manera de cuadernas piques paralelas à la maestra que reciben el nombre de *gambotas* de *proa g*, las cuales ademas de empernarse por su bragada à la perdigueta se hacen invariables por medio de dos curvas que las abrazan en sus extremos formando la regala de este pequeño casco y encima de estas curvas llamadas *brazales* ó *perchas p* se colocan unos pequeños baos con curvas empernadas á ellos y á los brazales. La diferencia entre un brazal y una curva banda consiste en que la segunda va maciza con el costado y el primero por el contrario se separa de el y no tiene mas objeto que sostener las gambotas de proa. Para armar el piso de este aparato saliente pueden seguirse dos procedimientos, forrarlo completamente ó dejarlo sin forrar: en el primer caso se hace eon tablones paralelos al diametral dejando una escotilla por donde salgan las trincas.

Este sistema tiene el inconveniente de que dejando penetrar el agua en las cabezadas y no encontrando salida, puesto que va tambien forrada la su-

perficie fuera de miembros de las gambotas, pudre la madera y especialmente las curvas bandas. Los franceses adoptan este sistema que es muy sólido pero nosotros siguiendo á los ingleses no empleamos forro colocando simplemente una serie de junquillos y brazales, lo que le hace mas ligero y asi el agua se escurre y no destruye la madera, pero la gente que va en el enjaretado se halla menos resguardada que si estuviese forrado. En los buques pequeños conviene forrarlo por que la resistencia que opone el agua disminuye la cabezada; en los navíos y fragatas es mejor el enjaretado de madera ó de hierro formando como una reja la cual coustituye un piso bastante sólido. Este espacio se utiliza para escusados de los de guardias marinas y oficiales de mar á una banda y otra del buque que se llaman *jardines*, colocando ademas otra serie de letrinas para la marinería ó *beques* paralelos al diametral los cuales van forrados de plomo ó zinc y con tubos separados de los costados para que no manchen. Para resguardar á la gente se coloca una baranda de madera sobre candeleros de hierro fijos en el brazal disponiendo entre este y la baranda algunos pies derechos de madera en el espacio que queda entre los candeleros para preservar los hombres de los golpes de mar y ocultarlos á la vista cuando el buque está en puerto.

Con el objeto de que el tajamar no se oponga al tiro de mira de proa se coloca el brazal mas bajo que la porta y para completar la altura se colocan cuarteles que se quitan en caso de combate; en casos ordinarios estas portas sirven para dar paso al enjaretado,

Los espacios disponibles son mas pequeños á lo largo del bauprés que en la direccion de los brazales, pero los beques se hallan mejor situados en el plano diametral que á lo largo del brazal por que estorban menos al tiro de mira.

222. Tajamar de los buques antiguos.—Los navios antiguos (Fig. 296) tenian el maderamen de la proa muy distinto del que acabamos de describir; á partir de la 2.ª batería los costados laterales no se prolongaban hasta la roda sino ue se det en ían en la última cuaderna recta de proa y solamente los apóstoles se elevaban la cantidad necesaria para formar la boca de tinaja. La batería alta eslaba terminada en proa por nna muralla perpedicular al plano diametral apoyada en los baos de las cubiertas en la que estaban practicadas dos portas para el tiro de mira. Esta muralla que se prolongaba por encima de la cubierta alta tenia las portas de mira en escelentes condiciones aunque en esta época no se sacaba de ellas todo el partido posible por el poco calibre de las piezas que iban en ellas.

Las últimas portas de que hemos hablado pertenecian al castillo de proa situado encima de la batería, castillo que era completamente abierto hasta el combate de S. Vicente en que se vieron sus inconvenientes y se cerró. El maderamen del tajamar se unía al casco del buque á la altura de la 1.ª batería, luego se elevaba la cantidad necesaria para la colocacion de los barbiquejos. En cuanto á los brazales terminaban sobre el costado un poco mas abajo que los batien-

tes de la 2.ª batería y recibían despues una curvatura muy grande para separar á lo alto del tajamar salvando completamente el tiro de mira.

Este tajamar estaba muy bajo y por consiguiente muy expuesto à los golpes de mar y como no tenia forro ofrecía poca resistencia.

Apesar de sus ventajas militares este sistema deja qne desear en cuanto á la solidez de la construccion.

En los buques modernos los costados laterales prolongados hasta la roda en toda la altura de la obra muerta tienen mucha mayor resistencia pero la colocacion de las portas de mira es muy defectuosa en ellos y sobre todo en los de hélice cuya proa es muy aguda asi es que para estos, sin volver á los antignos tajamares, se dispone un tabique transversal, anàlogo á la muralla de que hemos hablado, indispensable para poner en batería las piezas de mira de grueso calibre que parecen llamadas á desempeñar un papel sumamente importante en la táctica moderna.

En los clippers americanos el tajamar forma parte del maderámen del buque mismo. La madre no es otra cosa que la prolongacion de la roda; las gambotas de proa son en realidad las cuadernas de la estremidad de dicha proa y el forro del buque convenientemente prolongado constituye el barco que se forma en los tajamares ordinarios.

Esta disposicion conviene á esta clase de buques destinados á navegar con mar gruesa y bajo la impulsion del mas poderoso velámen y que estan por consiguiente expuestos á tener su proa continuamente sumergida en las olas.

Las proas de esta especie son muy sólidas y resisten á los choques del mar en condiciones en que serian arrrancadas si estuviesen construidas por el sistema ordinario. Sin embargo estas proas que forman parte del maderamen del casco no convienen en buques de guerra por que en caso de abordaje la proa es la parte mas espuesta y porque en caso apurado un tajamar puede sufrir gran averia ó ser completamente arrancado sin que el casco propiamente dicho esperimente daño grave mientras que en las proas de los clippers el maderamen del casco es atacado directamente.

223.—Buques de roda limpia.—Algunos buques llamados de *roda limpia* no llevan tajamar, antiguamente se hacia esto en los pequeños que no llevaban bauprés, pero hoy tampoco se construyen en los buques grandes blindados donde no es necesario puesto que teniendo, como la *Tetuan*, un bauprés muy pequeño presentaria la dificultad de colocar el blindage y ademas estorbaria en las embestidas de proa que deben dar; en estos buques cos beques no pueden colocarse en la proa y tampoco en las mesas de guarnicion, como sucede en algunas, por que no las llevan y se colocan debajo de la toldilla de proa. En los buques de vapor cuyas proas son muy finas, el palo trinquete va muy á popa, entonces los estais de este palo vienen á amarrarse en la roda y miembros próximos á ella y el bauprés no siendo necesario para recibirlos ni para colocar los foques, puede ser remplazado por un pequeño mástil que está solidamente sostenido por el empotramiento prac-

ticado al través del costado y por algunos barbiquejos amarrados en la roda.

224. JARDINES DE POPA.—En la popa son tambien necesarios jardines para el comandante y oficiales. Para formarlos se prolonga el forro de la bovedilla y espejo ó de la parte posterior de la popa y sobre él se forma un piso triangular que completándole da un espacio apropiado al objeto (Fig. 297). Los jardines no deben colocarse en la 1.ª batería, por que siendo obra ligera, podría sufrir averias en las empopadas. Los navios los llevan en la 2.ª y 3.ª batería y en la toldilla prueva el del comandante; las fragatas no tienen mas que uno. A fin de que no presenten grande resistencia al agua, terminan por la parte inferior por una especie de superficie cónica en forma de làmpara que se llama *canastillo*. Cuando se empezó á usar la popa redonda aparecia la dificultad de colocar los jardines en ella por el mal aspecto que presentaban y se instaláron en el interior del buque para lo cual no se hacía mas que practicar un barreno al través del casco y forrarlo de plomo. Esta disposicion tiene los inconvenientes de toda abertura practicada en los fondos, medida tan grave que las tres cuartas partes de los siniestros de los buques de vapor son debidos á dichas aberturas ademas de que puede romperse el plomo y dar lugar á pudriciones: por estas razones en España están los jardines interiores prohibidos de real órden, sin embargo de que en los buques blindados es necesaria esta disposicion

Los franceses colocaban en un principio un solo jardin en la parte central pero produciendo muy mal efecto en lo navios de hélice se volvió á los jardines esteriores adoptando una popa elíptica pue se puede prolongar y formar en ella una especie de triángulo curvilineo donde se colocan y adornan con pilastras; sus fragatas llevan ahora la popa completamente lisa sin jardines lo cual es mejor bajo el punto de vista militar por que se pueden colocar en ella cañones. Los navios llevan á popa la *balconada* que es un piso saliente consolidado por curvas de hierro sobre el costado con su enjaretado correspondiente y su balaustrada de hierro ó madera que se prolongan por los costados con el objeto de poder observar, desde ella la maniobra.

Los navios de tres puentes llevan la 1.ª batería sin nada, la 2.ª con jardines, la 3.ª con jardin y galería y la toldilla igual à dicha batería (Eig. 298).

225. ADORNOS DE LA POPA.—Antiguamente la obra de escultura era muy costosa en los buques, pues se doraban y colocaban grandes adornos en las curvas bandas del tajamar y la popa estaba cubierta por bajos relieves, armas reales y un sin fin de adornos; hoy se reducen á casi nada pues la popa redonda se presta menos á la ornamentacion. Los ingleses fueron los primerosque empezaron á suprimirlos; los franceses como hemos dicho hacen la popa completamante lisa y nosotros colocamos adornos muy sencillos en la parte de los jardines.

226. DEL PUENTE.—El *puente* es el sitio donde se colocan el comandante, oficiales ó prácticos para la maniobra; antiguamente la toldilla de popa era muy elevada, pero luego al disminuir la altura de esta y aumentar la

eslora de los buques ha sido preciso trasladarlo á otro punto. En los vapores de ruedas (Fig. 299) se empezó por formarlo con tablones que iban de un costado á otro, apoyándose sobre los tambores de las ruedas y sostenido por el centro cuando el buque tenia mucha manga con un puntal; luego se le ha ido introduciendo en todos los buques de guerra colocándolo á proa del palo mayor proximamente á la mitad de la eslora.

En los buques de guerra generalmente hay dos puentes, uno á proa del mesana destinado á llevar el oficial que manda la maniobra y otro ya indicado que esta en un lugar mas á propósito para transmitir las voces de mando al timonel y máquinista.

Los puentes se hacen de dos maneras, ó macizos con tablones machihembrados ó bien colocando cuarteles ó enjaretados (Fig. 300) sobre rebajós practicados en un sistema formado por dos largueros y varias traviesas: este último sistema aun que no es mas barato es mas ligero y elegante y quita menos luz á las lumbreras encima de las que suele estar colocado; estos puentes pueden estar apoyados en dos tojinos dispuestos sobre la regala pero en los buques grandes, para dejar libre el espacio destinado à la batayola se colocan unos pilares de hierro que sostienen una eslora sobre la que insiste el puente que descansa ademas en su parte media sobre un puntal de hierro ó madera torneada. Tambien se puede sustituir el puntal central por una verdadera viga armada con dos tornapuntas; este puente es mas cómodo y elegante que el otro, pero no tan sólido y mas caro, por lo cual solo debe emplearse cuando no se puede hacer otra cosa, por ejemplo, si cae encima de una escotilla. En la parte media del puente hay una salida que ocupa el oficial de guardia, llevando á lo largo un antepecho sostenido por candeleros de hierro en cuya estremidad superior hay un ojo por el que pasa dicha baranda ó antepecho; el puente sobresale por los costados y en las salientes lleva dos faroles de noche, que son de dos colores verde y encarnado el primero para estribor y el segundo para babor.

Colgada debajo del puente suele ir generalmente la campana de las horas aun que algunas veces va en el castillo ó en la toldilla.

227. Portalones y escalas.—La amurada en la cubierta queda interrumpida en los dos costados y á la mitad de la eslora por los *portalones* que dan la entrada á bordo por medio de las *escalas reales* que pueden elevarse por medio de un pescante (Fig.301) cuando se esté navegando. El descanso superior deberá tener el ancho suficiente para que quepa el centinela y no estorbe á los que entran y salen.

La escala de estribor sirve para los oficiales y la de babor para la marinería.

228. Tambores de los vapores de ruedas.—Vamos á ocuparnos ahora de los tambores de los vapores de ruedas.

Antiguamente se construían los buques llamados de violin en los que se modificaban las líneas de agua para que en la parte media hubiese una

pared plana y no saliesen tanto los tambores, se prolongaban los baos lo necesario y se colocaba una eslora y dos tornapuntas (Fig. 302) entablando y destinando el espacio que dejaban para la habitacion ó camarotes del maquinista y para los jardines.

En algunas máquinas el eje se apoya en la eslora debiendo entonces hacerse esta de buenas dimensiones; las caras laterales de los tambores se cubren con un enjaretado que para mayor solidez se hace diagonal y en la parte superior se abre una escotilla que sirve para reconocer el eje subiendo á ella por medio de unos pequeños tojinos que hacen de escalones; á veces los botes invertidos hacen de cubierta de los tambores.

LECCION 26.

229. TIEMPO DE DURACION DE LOS BUQUES.—Si bien la vida de un buque puede tener un limite mas ó menos grande dependiente de la mayor ó menor perfeccion con que ha sido construido y de las diferentes condiciones en que se ha encontrado durante el curso de su navegacion, no son estas las únicas causas que contribuyen á variar dicho limite y con las cuales es preciso contar pues es evidente que estando compuesto de madera no puede escapar de la descomposicion á que estan sujetos ¿todos los seres organizados y que concluye al cabo de cierto tiempo por hacer el buque inútil para la mision que esta destinado à desempeñar.

Como consecuencia de esta misma descomposicion y del rozamiento producido por los choques continuos á que esto espuesto llega á producirse una alteracion en el empernado desligándose todo el maderámen hasta un estremo que hace imposible toda reparacion á no ser que para nada tengamos en cuenta una de las principales condiciones de toda construccion, la economia.

Los antiguos buques de vela tenian ordinariamente una duracion media de doce años en la hipótesis de estar continuamente navegando despues de los cuales por medio de una recomposicion mas ó menos grande podian prolongar su vida 8 ó 10 años mas entreteniéndolos con gran cuidado. Los modernos buques de vapor merced al progreso introducido en la ciencia naval desde su aparicion pueden llegar ordinariamente á contar por término medio unos 20 años de duracion aunque no dejarémos de advertir que esta será mayor para aquellos que no teniendo una necesidad absoluta de navegar, se conservan como de reserva en seco sobre las gradas ó diques pues en este caso la descomposicion de su maderamen si bien no llegará á destruirlos completamente será mucho menor que si estuvieran sumergidos.

230. CAUSAS DE DESTRUCCION DE LOS BUQUES: PUDRICION SECA.—Las maderas ueden emplearse en la construccion en dos circunstancias diferentes: com-

pletamente secas y desprovistas de su savia ó conteniendo entre sus fibras parte de la que las alimentaba durante la vida del arbol.

En el primer caso, siempre que esten en condiciones de impregnarse de humedad y privadas de ventilacion, se producirá una fermentacion que concluirá por convertirlas en una sustancia pulverulenta que al menor choque se desagregará perdiendo completamente su forma y resistencia. Entonces será preciso al emplear maderas en este estado procurar establecer la ventilacion suficiente para impedir que se llegue á tan fatal resultado.

En el segundo caso, es decír, cuando las maderas de que se dispone no se hallen todavia despojadas de la savia, será preciso impedir su descomposicion preservándolas del contacto del aire, asi es que su conservacion exige mantenerlas sumergidas en el agua, en la arena ó en el fango saturado de humedad. Esta enfermedad que en ambos casos ataca á la madera y que se denomina *pudricion seca* se presenta lo mismo en la superficie que en su interior haciéndose notar muchas veces con la aparicion de una seta la cual se alimenta precisamente de los elementos que provienen de la descomposicion indicada.

231. Precauciones necesarias para la conservacion de la madera antes de su empleo.—En vista de lo dicho vemos que la conservacion de la madera se puede hacer de dos modos correspondientes á los dos casos en que se puede encontrar, reduciéndose el primero à colocarla debajo de tinglados en sitios secos y dejando espacios huecos entre las diferentes piezas con objeto de establecer una buena ventilacion.

En el segundo será preciso sumergirlas en fosas de arena ó fango á las orillas del mar aun que esto último presenta el inconveniente de esponerlo á la picadura de la *broma* insecto que se desarrolla á sus espensas practicando largos canales longitudinales que concluyen por hacerle perder su resistencia. Sin embargo estableciendo las fosas en parages que esten descubiertos el número de horas suficientes para que este dañoso molusco no pueda desarrollarse, lo cual será fácil en los puertos de mar, se conseguirà un resultado mas favorable.

232. Condiciones a que se ha de sugetar la madera durante su empleo y despues de terminado el buque.—Es indudable que las pudriciones que resultan en algunas partes del buque al poco tiempo de botarse al agua y aun antes de salir de la grada dependen pincipalmente de la poca precaucion que se tiene en emplear en sitios poco ventilados de la construccion, maderas que todavia no han perdido su savia pues encontrándose esta en malas condiciones para evaporarse entran facilmente en descomposicion dando lugar á los fenomenos que ya hemos esplicado. Estas consideraciones nos obligan á aconsejar el no forrar un buque hasta que las cuadernas hayan tenido el tiempo suficiente de perder completamente su sávia razon por la cual no debe olvidarse lo conveniente que serán para las gradas, tinglados móviles que permiten dar una ventilacion mayor al maderamen poniéndolo mas pronto en condiciones de po-

der seguir la construccion. De aqui se deduce que aun cuando parece resultar á primera vista que obtendrìamos alguna ventaja desecando mucho antes de su empleo las piezas que destinadas á formar las cuadernas proceden de las fosas donde se conservaban primitivamente, debemos labrarlas inmediatamente atendiendo á que en este estado esta operacion es mas fácil y por otra parte no tenemos que preocuparnos por su inmediata pudricion siempre que podamos ventilarlas, pues estando la sàvia reemplazada por el agua del mar, esta es de una evaporacion mas fácil y no se haría esperar tanto su desecacion. Lo que no estará por demás observar será la conveniencia de dejarlas espuestas á la lluvia ó lavarlas con agua dulce antes del enramado con el objeto de que pierdan las partes salinas que por sus propiedades higrométricas conservarían continuamente la humedad despues de estar privadas de la ventilacion necesaria comprometiendo la duracion del maderamen.

Durante el curso de la construccion debe procurarse sobre manera facilitar el libre acceso del aire en las cuadernas para lo cual se procurará dejar en el ferro algunas tracas sin poner hasta que el casco este completamente terminado y buscar todos los medios de que dicha condicion quede satisfecha.

Cuando el buque esta á flote las diferentes partes de su maderamen estan sujetas á condiciones distintas pues al paso que la quilla y los fondos estan continuamente sumergidos y por lo tanto al abrigo de la pudricion asi como la obra muerta que esta siempre bien ventilada los tablones inmediatos á la flotacion estando alternativamente sumergidos y fuera del agua se hallan mas espuestos á consumirse y lo propio sucede á las cuadernas, forro de bodega, cabezas de baos y todas las demas piezas interiores si no se tiene cuidado de establecer una buena y activa ventilacion para lo cual sobre todo en los buques de vela será conveniente disponer *mangueras* de lona ó de metal que son unos tubos que van á desembocar á la cubierta destinados à producir un gran tiro ó corriente continua de aire con objeto de facilitar la evaporacion del agua ó humedad que á traves de los tablones de forro ó por las cubiertas se introducen en los miembros y fondos pues por bien ejecutado que este el calafateo siempre habrá pequeñas vias de agua por entre las costuras y al rededor de la pernería que irá desgastándose con el tiempo á consecuencia del juego que adquirirá esta por efecto del trabajo del buque.

De todos modos fácil será comprender que al cabo de un tiempo mas ó menos largo será necesario hacer reparaciones en las piezas ya indicadas sustituyéndolas con otras nuevas por mas precauciones que se tomen para su conservacion y aun asi la vida del buque tendrá un límite dependiente del cuidado que se haya tenido en su entretenimiento.

233. Procedimientos empleados para alargar la vida de las maderas.—Para colocar las maderas en buenas condiciones de conservacion hemos dicho que lo mas conveniente seria sustituir la savia por el agua de mar ó agua dul-

ce y despues dejar evaporar completamente esta al hacer uso de dichas piezas; asi es que el procedimiento empleado en vista de estas consideraciones se reduce á tener las maderas sumergidas en el agua del mar por espacio de dos años, tiempo necesario para que pierdan su savia y enseguida esponerlas á una evaporacion espontánea por igual tiempo en tinglados bien ventilados. Esto tiene el inconveniente de la necesidad de preparar la madera con mucha anticipacion á su empleo pero si quisiera usarse con mas premura puede enterrarse en agua dulce la cual desaloja con mas facilidad la savia si bien disminuye la resistencia.

Tambien se ha sujetado la madera á una torrefaccion, si asi podemos espresarnos, introduciéndola en estufas dentro de las cuales circulaba una corriente de aire caliente á una temperatura de 30.° à 40.° ó á una corriente de humo producido por la destilacion de combustibles de poco valor como asserrin, corteza de roble etc. pero estos procedimientos no se han empleado hasta ahora en ninguna marina, ya sea por el gasto que produce, ya por el tiempo y el cuidado que exigen estas operaciones si han de obtenerse buenos resultados.

El procedimiento que mas en boga ha estado durante estos últimos años, encaminado á impedir las fermentaciones que son la causa principal de la descomposicion de las cuadernas, consiste en inyectarlas de sales minerales que vengan á reemplazar la savia oponiéndose á la destruccion de los tegidos.

Las sales de que mas uso se ha hecho para este objeto son: el deutocloruro de mercurio, la sal comun y el sulfato de cobre. La primera ofrece los incouvenientes no solo de su solubilidad, lo cual la hace ineficaz, sino el de ser una sustancia muy venenosa y de un precio sumamente elevado: la segunda como sustancia muy higrométrica conserva una humedad malsana y perjudicial para la conservacion de los viveres de abordo. La última ademas de la desventaja de ser tambien muy soluble presenta como las demas la dificultad de su inyeccion, sobre todo en las maderas que como el roble tienen mucha densidad;asi es que la marina hasta ahora ha desechado todos estos sistemas y está esperando una resolucion satisfactoria al problema de que nos venimos ocupando.

Mr. de Lapparent propuso últimamente carbonizar las superficies de contacto de las piezas del buque con el objeto de echar el agua cargada de savia de su epidermis que es la que al quedar encerrada y sin ventilacion produce la pudricion seca. Sin embargo de que el sistema de conservacion no parece malo, sobre todo si se tiene en cuenta que el *Royal William* en Inglaterra tuvo mucha mas vida que los demas buques estando sus maderas carbonizadas, el peligro que lleva consigo la operacion por una parte y el no impedir la pudricion en la parte central por otra son la causa de que no tenga este procedimiento gran aplicacion. Nosotros únicamente damos á las ca-

ras de encoramento de las cuadernas y á las demas superficie de contacto un preservativo de brea y grasa de ballena.

234. Resumen general de la clase de maderas empleadas en las diversas partes del buque.—La madera mas generalmente usada es el *roble* y el *pino*, empleàndose tambien el *álamo* y algunas maderas de América como el *guayacan* la *majagua*, el *sabicú*, el *zapote*, el *jùcaro* etc.

Las piezas que se hacen generalmente de roble son: la quilla, roda, codaste, todos los miembros, la sobre-quilla, las bulárcamas, la cubierta de la batería y todo el forro interior menos las entrechazas; se emplea tambien el roble para los puntales, diagonales del pañol de pólvora, entarimados y c rona-mientos.

En nuestros arsenales usamos el roble frances, el de Italia, el africano, y el del pais, empleándolo indistintamente y teniendo en cuenta que su densidad es tanto mayor generalmente, cuando mas próximo al ecuador se halle el punto de su procedencia. En el arsenal de Ferrol usamos bastante el roble gallego y el de las provincias de Santander y Navarra que manda la comision del cuerpo establecida para la corta de madera.

El pino del Norte se emplea para las cubiertas, para el forro esterior comprendido entre la regala y la cinta de la batería mas alta, entre-chazas, contorno de los jardines, forro de los beques, para el tajamar, cuarteles en las escotillas, bancos y mesas de la marinería, mamparos de separacion y en general todo lo que pertenece á la carpintería de blanco de las cámaras.

Los ingleses han construido buques de pino solo, que tenían la ventaja de ser mucho mas ligeros pero en cambio han tenido menos duracion y no llenan el principal objeto como buques de guerra. Nosotros los hemos construido antiguamente de cedro que participaban de las mismas condiciones.

El pino gallego es de un uso bastante frecuente en Ferrol, pero el que merece la preferencia, sobre todo para la arboladura, es el de los Estados-Unidos.

Una de las maderas europeas mas usadas en construccion naval es el *álamo* que puede ser *blanco* ó *negro*. Esta clase de madera se emplea para los sitios espuestos á continuas humedades pues se conserva muy bien en ellas'

La *teca* se emplea para los forros que van debajo del blindaje pues en contacto del hierro y del agua del mar no se destruye como el roble y al mismo tiempo es una madera bastante dura.

El castaño, el haya, el cedro y el nogal empléanse genera'mente para la carpinteria de blanco de las cámaras y para los diversos muebles que se llevan á bordo,

Los bosques de nuestras Antillas y de los demas paises de América nos dan maderas que algunas veces sustituyen con ventaja á las europeas, pues unas tienen gran densidad y resistencia siendo suceptibles de gran pulimento, otras

son inalterables al agua y muchas reunen á su ligereza y elasticidad, dimensiones tales que las hacen inmejorables para la arboladura.

Las maderas de América que mas usamos son el guayacan, el cual posee una densidad mayor que la del agua y es sumamente duro en términos que produce serrin en lugar de viruta; esta madera se emplea en las bocinas del eje de la hélice para rozar con el hierro pues se desgasta con menos facilidad que el bronce; por lo cual se ha tratado de emplear para hacer las regillas de las válvulas de los condensadores de las máquinas de vapor. Su empleo principal en nuestros arsenales es para las roldanas de los motones.

La majagua se emplea tambien en las embarcaciones menores para quillas y rodas pues se conserva bien debajo del agua, es madera muy densa, dura y resistente y apropósito tambien para ruedas, timones, cabrestantes, serviolas y demas objetos sugetos á grandes esfuerzos.

El *sabicú* y el *júcaro* son maderas igualmente á propósito para barras de cabrestantes, dados para unir las cuadernas, baos, mazos de calafate y demas objetos que requieran dureza ò pulimento.

La *caoba* es usada para los escudos de los botes, para los forros de las canoas, muebles de los buques y demas objetos de lujo,

El *cedro*, á la belleza de la caoba, reune la gran ligereza que lo hace à propósito para forros de canoas y por la fácilidad de su labra es útil para muebles y objetos de adorno.

Tambien se emplean para ruedas de timones y muebles el *zapote* y el *ácana*.

Todas estas maderas, susceptibles de mucho pulimento, son muy duras y presentan un aspecto agradable.

235. RECONOCIMIENTO DE LAS MADERAS Y VICIOS MAS NOTABLES QUE ADQUIEREN.—La mayor parte de las maderas que se reciben en los arsenales, siendo adquiridas por contrata, será necesario que á su empleo proceda un reconocimiento facultativo que decida de su buena ó mala calidad, asi como tambien será necesario examinar si sus dimensiones estan conformes con las exigidas por los reglamentos ó por los pedidos hechos por los talleres.

Darémos pues una idea sobre las enfermedades que mas comunmente atacan á las maderas y que las inutilizan para la construccion.

Las enfermedades ó defectos mas principales que padecen las maderas ó árboles de que proceden se reducen à los siguientes:

1.° El *entrecasco* que no es otra cosa que la corteza metida en el interior de una pieza la cual indica que el tronco esfa formado de dos ramas que creciendo paralelamente llegaron á unirse hasta formar una sola pieza. En este caso la madera, aun que esteriormente presenta buen aspecto, tiene poca resistencia pudiendo reconocerse este defecto, llamado tambien *corteza ò cáscara tragada*, por el sonido hueco que produce golpeándola con un mazo.

2.° *Pudricion oculta* que proviene de haber el àrbol recibido un cho-

que del cual resultó una herida suficientemente profunda para que la savia pueda salir y corromperse en contacto del aire de manera que creciendo el arbol queda este foco de descomposicion en su interior el cual no aparece hasta que se labra la pieza.

3.° La *griseta* se compone de fibras porosas de color obscuro que arrancan de los nudos y se dirigen hacia el corazon estendiéndose por el interior de la madera. Esta pudricion tiene un olor fétido y corrompe á las piezas que la rodean. Cuando la madera es floja se propaga con mucha rapidez, pero cuando es dura suele formar una especie de esponja en los nudos que limpiándola queda sana. Este defecto tiene por origen las introducciones del agua por las grietas que se producen en los nudos ú horcaduras de las ramas.

4.° La *carne de gallina* que no es mas que la grieta salpicada de puntos blancos. Algunos atribuyen este vicio á la falta de circulacion de la savia, ya sea como consecuencia de un choque ó de la helada. La madera que presente este defecto debe desecharse pues no tiene cura.

5.° *Maderas muertas* ó *bornes* que son las que no tienen savia ó la tienen corrompida asi es que presentan muchos poros por lo cual ofrecen poca resistencia y deben desecharse. Se reconocen ademas por el color rogizo que resulta sobre las partes que aun estan en buen estado.

6.° La *colañ-a* ó *cebolla* hendiduras que producen un desprendimiento del corazon del arbol á consecuencia de haberse helado la savia y aumentar de volumen. Estas hendiduras suelen estar llenas de savia solidificada de color, unas veces blanco y otras obscuro que impidiendo la circulacion de la que se conserva liquida la descomponen formándose entonces la *cebolla helada*. La *cuadranura* y la *madera helada* ó *pasmada* no son mas que la cebolla en mayor cantidad produciendo grietas que van del corazon á la corteza ó combinadas con las circulares formando una especie de cuadrante.

7.° La *doble albura* es el efecto que tienen las piezas de presentar, ademas de la albura ó sámago regular que cubre á la madera formada, otro cerco de sámago de manera que entre él y el que sigue á la corteza haya crecido la madera. La doble albura, que tratan de esplicar algunos por una paralísis parcial en la circulacion à consecuencia de una helada, no impide su empleo siempre que sea en parajes ventilados pero en otro caso es necesario desbastar la pieza hasta quitarle la albura interior asi es que si esta está muy cerca del corazon debe desecharse dicha pieza.

8.° La *torsion de las fibras* es una deformidad mas bien que una enfermedad pues consiste en que las fibras de la madera, à consecuencia de fuertes vientos cuando el árbol es jóven, en lugar de conservarse próximamente paralelas al corazon están contorneadas en hélice á su alrededor de manera que al labrarse la pieza quedará veticortada ofreciendo poca resistencia. Cuando la torsion es muy pronunciada deberá desecharse la pieza que la presente sobre todo si ha de ser para una pieza recta.

9.° La *madera alburenta* es aquella que no pudo llegar á formarse à causa de la superabundancia de jugos y que presentándose toda ella como el sámago, no reune las condiciones necesarias para constituir una madera buena.

10. El *ojo de gallo ó de perdiz* son nudos que presentan en su centro un punto de color mas oscuro que son indicios de la *hupe* especie de putrefaccion que comunica á la madera un fuerte olor de hongo y un color blanco haciéndola blanda y maleable en tales términos que los operarios la emplean como yesca. Siempre que se presente el ojo de gallo, se reconocerá con una barrena el interior para cerciorarse de la existencia de la hupe.

11. La *ictericia* se presenta por medio de unas manchas circulares de un color amarillento mas ó menos oscuro. La mayor parte de las veces obliga este defecto á desechar la madera por ser un principio de pudricion seca.

12. La *pata* de *gallina* producida por la vejez del árbol y por una herida que sufre al derribarlo se conoce por unas fendas podridas que se presentan en algunos puntos del corazon en sentido radial formando una figura semejante á la de la pata de una gallina.

13. *La pudricion seca*, *canela* ó *tabaco* es una descomposicion de la madera análogamente á lo que hemos dicho (230) en tales términos que se vuelve quebradiza y pulverulenta tomando un color análogo al del tabaco ó canela. Este vicio inutiliza por completo las piezas á que afecta.

14. *Picadura ò polilla de monte,* es una pudricion originada por un insecto qu ese reproduce con profusion depositando sus huevos en las pequeñas hendiduras de la madera de manera que los nuevos seres al desarrollarse carcomen el corazon del árbol dando lugar á una fermentacion parecida á la griseta.

Este vicio por lo regular se presenta en el interior pues las picaduras ó agujeros que ha hecho el animal en la superficie para penetrar en el corazon del árbol, son tan pequeñas que al desbastar y aparar una pieza picada apenas se perciben, necesitando al observar algunas, sondar con una barrena y ver si la madera esta húmeda y si presenta un color gris y un olor àcido, carácteres que revelan el defecto de que nos ocupamos.

Hay una multitud de insectos que perjudican mas ó menos notablemente á la madera pero el mas importante es el *serricornio* que es el que produce los fenómenos que acabamos de mencionar.

15. Los *hongos ó parasitos vegetales* lo mismo que los liquenes se desarrollan á espensas de los jugos de los árboles causando su ruina, tanto antes de cortarse como despues de derribados. Los hay de varias clases pero el mas importante es el que se presenta bajo la forma de manchas de color oscuro en las que se descubren unos pequeños filamentos blanquecinos que vician notablemente la madera haciendola inutil para la construccion. Otras veces aparecen en forma de una badana blanca sobre todo cuando las maderas estan húmedas pero el mas perjudicial es el que crece en el interior de las piezas porque produce averias irremediables..

236. Recibo y nomenclatura de maderas.—Las maderas que se emplean en nuestros arsenales proceden de las comisiones del corte establecidas por el gobierno ó bien se adquieren por contrata.

Tanto unas como otras se reciben escuadradas escepto las destinadas á la raboladura que algunas veces son redondas y reciben distintas denominaciones segun el objeto á que se destinan, dependiente de su forma y clase; asi se dice *pieza de quilla*, *de roda*, *derecha*, *de vuelta*, etc. Las piezas rectas cuya seccion cuadrada suele ser de 28 á 32 centímetros y que miden una longitud de 3 á 5 metros se denominan *madres* en algunos puntos aun que su nombre mas general es el de *tosas*. De estas se estraen los *tablones* en los mismos arsenales ó bien se adquieren aserrados y de un espesor de 46 milímetros.

La madera para arboladura se divide en *perchas* propiamente dichas, *berlingas* y *arbolillos*.

Las perchas son aquellas que por sus dimensiones pueden dar masteleros, vergas ó piezas para mechas y gimelgas superiores é inferiores; se llaman *perchas pequeñas* las que tienen menor diàmetro y *perchas cortadas* las que por su menor longitud solo pueden aprovecharse para bauprés y piezas cortas de mucho diámetro.

Los *arbolillos* son las perchas á propósito para las piezas pequeñas de arboladura y las *berlingas* todavia menores se utilizan para astas de bandera y otras piezas análogas.

Para justificar y hacer mas clara la nomenclatura ponemos á continuacion las dimensiones que limitan las diversas clases de perchas.

	Diàmetros en centímetros.	Largo en metros.
Perchas propiamente dichas.....	83 á 46	30 á 16,72
Id. cortadas.....	81 » 46	19,50 « 11,00
Id. de pequeñas dimensiones....	44 » 29	16,16 » 14,49
Arbolillos	28 » 21	13,37 » 11,70
Berlingas.....	17 para abajo.	. . . . .

En el recibo de las maderas hay que distinguir dos partes principales el reconocimiento y la clasificacion. La primera está reducida á examinar si la pieza se encuentra en condiciones de salubridad tales que puede emplearse sin peligro en la construccion y la segunda es el estudio de la aplicacion que puede tener en los diversos sitios de dicha construccion.

A continuacion ponemos las tarifas de clasificacion y las instrucciones para el recibo de maderas de roble y demas maderas usadas en construccion

naval aprobadas por Real órden de 31 de Enero de 1865 asi como las correspon-pondientes á las maderas de pino, aprobadas en 6 de Mayo de 1860.

Al lado de las medidas españolas antiguas que son las que estan vigentes para las maderas de pino hemos creido conveniente poner las equivalencias en el sistema-métrico para que nuestros lectores que estarán indudablemente mas familiarizados con este último puedan tener una idea mas exacta de las dimensiones de las maderas clasificadas.

I. *TA*

para el recibo y clasificacion en los arsenales de

MADER

NOMENCLATURA.	Marcas.	1.ª ESPECIE. Largo	Ancho á la grua.	Grueso á la línea.	2.ª ESPECIE. Largo	Ancho á la grua.	Grueso á la línea.	3.ª ESPECIE. Largo	Ancho á la grua.	Grueso á la línea.	4.ª ESPECIE. Largo	Ancho á la grua.	Grue so á l línea
		Decímetros	*Centímetros*	*Centímetros*	*Decímetros*	*Centímetros*	*Centímetros*	*Decímetros*	*Centímetros*	*Centímetros*	*Decímetros*	*Centímetros*	*Centí metr*
Quilla. 1.ª variedad..	*Q* 1	112	46 / 46	46 / 46	100	42 / 42	42 / 42	90	36 / 36	36 / 36	80	32 / 32	32 / 32
Quilla. 2.ª variedad..	*Q* 2	»	»	»	90	44 / 44	44 / 44	80	40 / 40	40 / 40	70	36 / 36	36 / 36
Codaste	*C*	106	52 / 52	46 / 46	86	48 / 48	40 / 40	80	44 / 44	36 / 36	70	40 / 40	32 / 32
Madre de timon	*M T*	100	72 / 40	66 / 44	94	64 / 38	62 / 42	88	58 / 34	54 / 36	80	48 / 30	44 / 32
Bita	*B*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Cartinga y mecha de cabrestante	*Car*	»	»	»	44	70 / 70	70 / 70	44	62 / 62	62 / 62	36	56 / 56	56 / 56
Tosas propias para aserrar en tablones ó piezas de sierra.	*T T*	»	»	»	108	40 / 36	40 / 36	98	34 / 30	34 / 30	88	30 / 26	30 / 26
		»	»	»	»	»	»	98	36 / 32	32 / 28	88	32 / 28	28 / 2
Tosas	*T*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	100	38	

RIFA

nadera de roble aplicable á la construccion naval.

RECTA.

5.ª ESPECIE.			6.ª ESPECIE.			7.ª ESPECIE.			*OBSERVACIONES.*
Largo	Ancho á la grua.	Grueso á la línea.	Largo	Ancho á la grua.	Grueso á la línea.	Largo	Ancho á la grua.	Grueso á la línea.	
Decímetros	*Centímetros*	*Centímetros*	*Decímetros*	*Centímetros*	*Centímetros*	*Decímetros*	*Centímetros*	*Centímetros*	
66	28/28	28/28	»	»	»	»	»	»	La pieza será perfectamente recta: pero se admitirán faltas en la cabeza en las caras à la grua, siempre que puedan desaparecer en los escarpes: en general la longitud de la pieza en que se admitan fallas no escederá de 1/6 de la total: Esta marca exduye la madera con defectos que pudieran dar paso al agua, como son cierta clase de fendas, atronaduras, etc.
»	»	»	»	»	»	»	»	»	
62	34/34	28/28	»	»	»	»	»	»	Debe reunir las mismas condiciones que la quilla, pero sin falla alguna.
»	»	»	»	»	»	»	»	»	La pieza será perfectamente recta y sin fallas. Esta marca excluye la madera con atronaduras, fibras torcidas y veticortadas. El numerador representa la escuadria á la distancia de la cabeza del timon que se considere el canto bajo en la limera, y que en general se tomará á dos metros del pié de la pieza.
48	44/38	44/38	38	36/30	36/30	»	»	»	La pieza será perfectamente recta y sin fallas.
36	46/46	46/46				»	»	»	Idem id. id.
70	26/22	26/22	50	22/20	22/20	30	18/16	18/16	Se admitirán curvas siempre que la flecha del arco no exceda de 12 milímetros por metro de longitud. Podrán tambien ser curvas las dos caras y excéder de dicho límite la flecha del arco de una de ellas, pero en ambas han de ser las curvaturas bien seguidas y en el mismo sentido. Esta marca excluye las maderas con defectos que impidan aserrarlas en tablones.
70	28/24	24/20	»	»	»	»	»	»	
86	32	32	66	28	28	36	24	24	En esta marca se colocarán las piezas que no puedan dividirse en tablones por presentar fendas, nudos etc. si son rectas ó por cualquiera de estos defectos ó no tener una curvatura bien seguida si son curvas. En este caso no habrá de exceder la flecha de 18 milímetros por metro de longitud.

MADERA

NOMENCLATURA.		Marcas.	1.ª ESPECIE. Largo (Decímetros)	1.ª ESPECIE. Ancho á la grua. (Centímetros)	1.ª ESPECIE. Grueso á la línea. (Centímetros)	2.ª ESPECIE. Largo (Decímetros)	2.ª ESPECIE. Ancho á la grua (Centímetros)	2.ª ESPECIE. Grueso á la línea. (Centímetros)	3.ª ESPECIE. Largo (Decímetros)	3.ª ESPECIE. Ancho á la grua. (Centímetros)	3.ª ESPECIE. Grueso á la línea. (Centímetros)	4.ª ESPECIE. Largo (Decímetros)	4.ª ESPECIE. Ancho á la grua. (Centímetros)	4.ª ESPECIE. Grueso á la línea. (Centímetros)
Madera de una sola curvatura.	*Roda*	*R O*	90	50	46/46	76	46	42/42	64	42	36/36	54	36	32/32
	Varenga	*V*	»	»	»	78	48	40/40	68	44	36/36	58	40	32/32
	Media varenga	*M V*	»	»	»	66	52	42/42	56	50	40/40	46	48	38/38
	Varenga levantada	*V L*	60	54/44	40/40	44	48/44	40/40	40	44/40	36/36	38	40/36	32/32
	Genol	*G*	50	44	40/40	44	38	36/36	40	34	32/32	36	30	28/28
	Ligazon	*L*	»	»	»	»	»	»	48	40	40/40	44	36	36/36
									44	48	40/40	40	48	36/36
	Remate de ligazon	*R L*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Busarda	*B U*	48	54	44/44	40	46	38/38	»	»	»	»	»	»
	Cinta de vuelta	*C V*	100	40/40	40/40	90	38/38	38/38	80	36/36	36/36	70	32/32	32/32
	Pieza de vuelta	*P V*	56	40	40	52	38	36	48	34	32	40	30	28
	Medio bao	*M B*	»	»	»	90	44/44	44/44	86	40/40	40/40	80	36/36	36/36
	Bao	*B*	120	44/44	44/44	100	40/40	40/40	90	36/36	36/36	80	32/32	32/32
	Bao de cubierta alta	*B A*	»	»	»	110	36/36	36/36	94	32/32	32/32	84	30/30	30/30
	Cepo de ancla	*C A*	»	»	»	»	»	»	60	54	62	50	50	56
Madera de dos curvaturas en un mismo plano	*Pieza para reviradas*	*R E*	»	»	»	70	60/59	46/46	58	50/46	40/40	»	»	»
	Genol de revés	*G R*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	48	40	40/40
	Ligazon de revés	*L R*¹	»	»	»	»	»	»	»	»	»	48	40	40/40
		*L R*²	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Madre de tajamar	*T A*	90	64/44	44/40	78	54/40	40/34	»	»	»	»	»	»
Mad.ª de dos curvls. en 2 plª. distints.	*Madre de dos vueltas.*	*M*² *V*	»	»	»	»	»	»	98	40/36	40/36	88	36/32	36/32
Madera de pequeñas dimensiones.		*P D*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

CURVA.

5.ª ESPECIE.			6.ª ESPECIE.			7.ª ESPECIE.			Flecha del arco en milímetros por metro de longitud.	*OBSERVACIONES.*
Largo	Ancho á la grua.	Grueso á la linea.	Largo	Ancho á la grua.	Grueso á la linea.	Largo	Ancho á la grua.	Grueso á la linea.		
Decímetros	*Centímetros*	*Centímetros*	*Decímetros*	*Centímetros*	*Centímetros*	*Decímetros*	*Centímetros*	*Centímetros*		
44	32	28/28	»	»	»	»	»	»	60 para arriba.	La curvatura será continua sin ser precisamente simétrica á uno y otro lado del medio de la longitud. No se admitirán las piezas con defectos que puedan dar paso al agua ni mas falla que á la grua y con las mismas condiciones que para la quilla.
50	36	28/28	44	32	24/24	»	»	»	36 para arriba.	
36	40	36/36	»	»	»	»	»	»	Idem.	
34	36/32	28/28	30	32/28	24/24	26	28/24	20/20	100 p.ª arriba.	
30	26	24/24	26	24	22/22	»	»	»	Idem.	
40	32	32/32	36	28	26/26	32	24	20/20	50 para arriba.	
»	»	»	36	32	28/28	26	22	22/22	35 para arriba.	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	200 p.ª arriba.	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	ó á 10 (línea.) 35 p.ª arriba (*grua*)	Esta marca excluye las piezas con defectos que impidan dividirlas en tablones.
»	»	»	»	»	»	»	»	»	ó á 12 (líneas.) 80 p.ª arriba (*grua*)	Id. id. id.
»	»	»	»	»	»	»	»	»	8 à 10	La curvatura será regular y simétrica á uno y otro lado del medio de la longitud; solamente en la cabeza en una de las caras á la línea se admitirán fallas; pero no habrán de existir en una longitud mayor que la tercera parte de la longitud total, cuando esta no exceda de la exigida para los baos de la misma escuadría: Esta marca excluye principalmente la madera de fibra torcida.
70	26/26	26/26	»	»	»	»	»	»	10 à 15	
74	24/24	24/24	»	»	»	»	»	»	15 á 20	Id. pero sin falla alguna.
40	40	46	36	32	36	»	»	»	25 á 35	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	40 á 60 1|2 pié 10 á 20 cabeza	
40	34	30/30	34	28	24/24	»	»	»	30 á 60 cada mitad	
40	34	30/30	34	28	24/24	»	»	»	60 á 120 1|2 pié 20 á 40 1|2 cab.ª	
»	»	»	32	32	28/28	26	22	22/22	30 á 40 2|3 pié 10 à 15 1|3 cab.ª	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	27 á 60 1|2 cab.ª 18 à 50 1|2 pié	
72	32/28	32/28	60	26/24	26/24	»	»	»	10 á 20 (línea) 10 p.ª arriba (*grua*)	
»	»	»	»	»	»	20/12	16/6	16/6	80 para arriba	

ESPECIAL DE INGENIEROS NAVALES BIBLIOTECA MADRID

CURVAS.

Nomenclatura.	Clasificacion por especies.	Marcas.		Largo. — *Decimetros.* Mínimo.	Máximo.	Ancho á la grua. — *Centimetros.* Mínimo.	Máximo.	Grueso á la línea. — *Centimetros.* Mínimo.	Máximo.	ABRA ó distancia entre dos puntos marcados sobre los ejes de las caras planas á un metro de su punto de encuentro.
										—(*Centimetros.*)—
Curva coral....	*1.ª especie.*	C C	*Pié*	32	42	40	»	38	44	140 á 160
			Rama	18	30	36	»	32	»	
Curva banda...	*1.ª especie.*	C B	*Pié*	22	34	38	50	32	44	140 á 180
			Rama	14	26	36	»	30	»	
Pié de roda....	*1.ª especie.*	1 P R	*Pié*	62	»	48	»	44	50	170 á 190
			Rama	18	30	48	»	44	50	
	2.ª especie.	2 P R	*Pié*	52	»	44	»	40	50	170 à 190
			Rama	18	30	44	»	40	50	
	1.ª especie.	1 C	*Pié*	18	26	32	44	32	42	90 à 150
			Rama	14	20	32	»	28	»	
Curva de peralto	*2.ª especie.*	2 C	*Pié*	16	26	24	30	20	30	120 á 170
			Rama	12	20	20	»	16	»	
	3.ª especie.	3 C	*Pié*	14	16	14	20	14	20	120 à 170
			Rama	12	14	12	»	12	»	

Los largos de las pernadas se medirán segun los ejes de las caras planas; el del pié á partir del punto de encuentro de su eje con la cara exterior de la rama y el de esta à partir del punto de encuentro de su eje con la prolongacion de la cara interior del pié. Las escuadrias se medirán en el medio del largo de cada parte.

Advertencias.

1.ª *Ancho á la grua* de una pieza es la distancia entre las dos caras curvas de la misma, y se mide sobre las caras planas.

2.ª *Grueso á la linea* es la distancia entre las dos caras planas y se mide sobre las caras curvas.

3.ª Cuando enfrente de una marca y en la misma columna se encuentran dos números colocados en forma de quebrado, el superior ó sea el numerador representa el mínimo ancho ó grueso que la pieza debe tener en su medio; y el denominador el mismo en la cabeza.

4.ª Los largos se medirán segun los ejes de las caras planas de las piezas, y los anchos y gruesos en el medio del largo, ó tomando el término medio entre los dos estremos, á juicio del Ingeniero. En las piezas de mucha vuelta se tomará dicho término medio siempre que sea menor que la escuadria de la pieza en la mitad de su largo.

5.ª Las piezas de todas las marcas así de la madera recta como de la curva que se presenten en los arsenales deberán estar escuadradas de modo que no tengan en cada ángulo y en toda su longitud mayor cantidad de sámago y fallas que la vigésima parte de la madera limpia que presenten en su dimension mayor en el sitio que se considere.

6.ª Para que las piezas de quilla, codaste, madre de timon, bita, roda, medio bao, bao y bao de la cubierta alta puedan ser admitidas en una especie dada de las tarifas, es indispensable que tengan á

rigurosa esquina viva, sin incluir cantidad alguna de sámago ó fallas y despues de hechas las reducciones necesarias por los defectos que presenten, las dimensiones correspondientes á dicha especie; pero para la determinacion del cubo ó volúmen de las piezas, se considerarán como no existentes las fallas ó sámago que puedan presentar en sus cantos siempre que no excedan de los límites fijados en la anterior advertencia; pudiendo por lo mismo ser dichas dimensiones, para apreciar el volúmen, mayores que las señaladas en las tarifas para la especie en que se reciben.

7.ª En las piezas de todas clases así de la madera recta como de la curva, exceptuando las de quilla y demás mencionadas en la advertencia anterior, se admitirán para su clasificacion las dimensiones que arrojen, incluyendo en estas las fallas y samagos que contengan las piezas siempre que no excedan de los límites fijados en la quinta advertencia. Se clasificarán por lo tanto en la especie á que correspondan por las dimensiones que resultarian de suponer rellenas las fallas y madera perfecta el samago, y despues de hechas las reducciones que se crean necesarias, en vista de los vicios ó defectos que presenten; abonándose naturalmente el volúmen ó cubo por las mismas dimensiones que sirvieron para la clasificacion.

8.ª Las piezas que no pudiendo ser clasificadas en ninguna de las especies de las tarifas se consideren sin embargo de un empleo útil en los arsenales se admitirán como *picaderos* en la cantidad y al precio que se fije en cada contrato, siempre que su largo sea de dos metros por lo menos si no tienen daños, que presentàndolos, permitan aprovecharlas en dicho largo; y por último, que estando dañadas en el corazon de punta á punta, pero en corta extension transversalmente, sea posible sacar dos tablones limpios de defectos y de un grueso y largo mínimos de 10 centímetros y ocho metros respectivamente. En todo caso las piezas que se reciban como *picaderos*, habrán de tener una escuadría mínima de 28 centímetros, ó una seccion igual por lo menos á la equivalente á dicha escuadría.

II.—*Tarifa para el recibo y clasificacion en los arsenales de los tablones de roble, álamo negro, haya y otrás maderas.*

	1.ª CLASE		2.ª CLASE		3.ª CLASE		4.ª CLASE		5.ª CLASE		
	Largo mínimo.	Ancho mínimo.	Largo mínimo.	Ancho mínimo.	Largo mínimo.	Ancho mínimo.	Largo mínimo.	Ancho mínimo.	Largo mínimo.	Ancho mínimo.	
	Decímetros.	*Centímetros.*	*Decímetros.*	*Centímetros.*	*Decímetros.*	*Centímetros.*	*Decímetros.*	*Centímetros.*	*Decímetros.*	*Centímetros.*	
Tablones de 15 centímetros de grueso para arriba.	98	32	90	30	78	26			»	»	
Tablones de 8 á 14 centímetros de grueso.	»	»	98	30			70	24	»	»	
Tablones de 2 1/2 á 7 1/2 centímetros de grueso.	»	»	»	»	90	24			»	»	
Pedazos de tablones de todos gruesos. .	»	»	»	»	»	»	»	»	50	20	Este límite de anchos es solamente aplicable á la madera adquirida por contrata. Si entre los tablones aserrados en los arsenales los hubiere de un ancho menor se colocarán en la 5.ª clase cualquiera que sea su largo.

	TABLAS.				
	1.ª CLASE.		2.ª CLASE.		
	Largo mínimo.	Ancho mínimo.	Largo mínimo.	Ancho mínimo.	
	Decímetros	*Centímetros*	*Decímetros*	*Centímetros*	
Tablas de 2 1/2 á 12 centímetros de grueso..	40	18	20	18	Si se presentasen de un ancho menor de 18 centímetros deberán colocarse en la 5.ª clase cualquiera que sea su largo.

Los tablones y tablas deberán tener a rigorosa esquina viva las dimensiones fijadas en esta tarifa; y no se hará abono alguno por sámago y fallas.

INSTRUCCIONES

PARA EL RECONOCIMIENTO, RECIBO Y CLASIFICACION EN LOS ARSENALES, DE LA MADERA DE ROBLE Y DEMAS EXPRESADAS EN LAS ADJUNTAS TARIFAS PARA LA CONSTRUCCION NAVAL.

Si bien debe tratarse al reconocer las maderas de averiguar su naturaleza íntima y de poner al descubierto todos los vicios ó defectos que puedan contener, debe asi mismo cuidarse de no deteriorarlas considerablemente ó inutilizarlas para el empleo que se las puede dar.

Con este objeto y sobre todo, cuando parezca probable que la pieza será rechazada, ó cuando haya de conservarse en el agua, si se recibe, deberá evitarse en todo lo posible que las cajeras que se abran para limpiarla de los daños que pueda presentar, profundicen mucho en la parte sana, sino lo suficiente para apreciar su extension. De aquí la preferencia que debe darse á la barrena siempre que por su medio pueda conseguirse esto.

No obstante, si las maderas se hubiesen de conservar al aire libre ó bajo tinglados, deberán limpiarse perfectamente de todos los daños que con el tiempo pudieran tomar mayor desarrollo, y en el caso de que esto ocasione una gran reduccion en la pieza, el Ingeniero encargado del reconocimiento decidirá lo que debe hacerse.

Con arreglo á lo que se acaba de esponer, el reconocimiento de las maderas se verificará como sigue:

1.° A fin de poder apreciar el color, el grano y el volumen real de la pieza, se apararán con la azuela en algunos puntos de su largo las caras longitudinales, las aristas y las fallas que presenten, hasta limpiarlas del sámago que puedan tener y descubrir la madera perfecta.

2.° Con el mismo objeto y para poner al descubierto el corazon y los defectos, cuya existencia pueda esta indicar, se aserrarán las piezas á la menor distancia posible de sus topes: si estos estuvieran bien hechos y de corte reciente, bastará apararlos con la azuela.

3.° Tambien con la azuela se pondrán al descubierto todos los nudos y manchas que se observen en las caras longitudinales de las piezas. Se sondarán con barrenas de diferentes diámetros, todos los nudos podridos, que se limpiarán con la gubia ó formon. Cuando el daño penetre en el interior, podrá averiguarse su extension é intensidad por medio de una barrena de pequeño diámetro. Esta herramienta bastará muchas veces para reconocer los defectos que las piezas presenten en sus caras, y cuando sus indicaciones no parezcan suficientes, servirán por lo menos para dirigir las cajeras y cortes que deban hacerse con la gubia y el hacha.

Los nudos postizos se vaciarán y considerarán como si fueran podridos. Por un procedimiento semejante se reconocerán los nudos con cáscara tragada los entrecascos, las grietas ò rajaduras y las manchas de color oscuro, en que se descubran puntos ó filamentos blanquecinos, vicio de gran entidad, conocido bajo el nombre de *hongo*, y en general todas aquellas que presenten

la madera en una masa pulverulenta llamada tabaco, pudricion seca etc., que se reconocerán y limpiarán perfectamente.

4.° Las acebolladuras, atronaduras, pata de gallina, y en general todos los vicios que presenten las cabezas de las piezas, se reconocerán desde luego con la barrena, y si las indicaciones de esta no bastasen, se aserrarán con arreglo à ellas por donde se juzge conveniente.

5.° Cuando las piezas no tengan los topes bien hechos ó presenten fendas ó desgajaduras causadas por el derribo, ó cuando haya en el pié una parte de las raices ó en la cabeza la union de algunas de las ramas principales y en general siempre que los topes no permitan reconocer fácilmente los vicios que puedan existir en ellos, deberán hacerse dos taladros en cruz à 20 ó 30 centímetros de los extremos ó á la distancia que se juzgue necesaria segun el estado de las piezas.

6.° Ademàs se deberán aserrar éstas, cuando la barrena acuse algun daño, y aun cuando la madera esté perfectamente sana el Ingeniero podrá y deberá disponer siempre que lo estime conveniente, que se corten los extremos de las piezas, cuyos topes no estén bien hechos.

No se admitirá en los arsenales:

La madera *borne* en piezas de ligadura, varengas, genoles y ligazones de todas clases.

La madera *muy borne* en toda clase de piezas ó marcas.

La madera que tenga el vicio llamado *doble albura*.

La madera que presente en una gran extension ó con gran intensidad algunos de los defectos siguientes:

1.° Los conocidos en los arsenales bajo los nombres de acebolladuras, atronaduras, pata de gallina, nudos podridos y esponjosos, hongo, tabaco ó pudricion seca y venteaduras.

2.° Las fibras torcidas ó conterneadas en forma de hélice.

3.° Las picaduras de broma del monte en el eje de las piezas, que penetren un décimo de su espesor, y la polilla del monte que pase del sámago á la madera. Estos defectos serán causa de exclusion ó de una relabra.

4.° Por último, cualquiera de los vicios que inutilicen la pieza para el empleo que se la pudiera dar por su figura y dimensiones, le hicieren peligroso ú obligaran á destinarla á obras de muy poca importancia.

Finalmente, no se admitirán los tablones que teniendo un grueso menor de 15 centímetros y sin embargo de estar sus caras limpias de los defectos antes mencionados, presenten el corazon en el centro ó en parte de una de sus caras; ni aquellos cualquiera que sea su grueso en que aparezcan fendas desiguales ó de mucha extension en las dos caras ó en una sola si profundizase mucho.

Toda pieza desechada se marcará inmediatamente despues de reconocida

con la letra *M* en una de sus caras, de modo que no se pueda confundir con las ya recibidas.

Cuando resulte del reconocimiento que los defectos expresados en el párrafo 4.° próximo anterior, se limitan á una corta extension ó tienen poca intensidad, se admitirán las piezas; pero la existencia de aquellas ocasionará siempre una reduccion en las dimensiones de las piezas ó una rebaja de la especieen que pudieran colocarse por sus dimensiones, aun despues de reducidas. Las rozaduras, los entrecascos y otros defectos de menor importancia, no ocasionarán en general si no reducciones mas ó menos considerables.

Las reducciones en las dimensiones de las piezas, se harán de modo que compensen el perjuicio que segun la marca á que correspondan podrian resultar en su empleo, de los vicios ó daños, mala configuracion y defectos de escuadría que presenten. Los pequeños registros ó sondas practicadas en el reconocimiento, no ocasionarán reduccion en las dimensiones cuando no excedan de la vigésima parte del espesor de la pieza en cada cara. En las tosas ó piezas de sierra, piezas y cintas de vuelta, tablones y tablas se dispensarán algunos nudos pequeños, si son sanos y bien adheridos á la madera.

Tampoco se hará descuento por las fendas que tengan en el corazon, si son de corta extension y paralelas á las caras, ó no se encuentran en planos pasando por los ejes de las piezas.

Las dimensiones se contarán de dos en dos decímetros para los largos, y de centímetro en centímetro para las escuadrías, escepto los tablones y tablas cuyos gruesos sean menores de diez centímetros que se apreciarán dichos gruesos en centímetros y medios centímetros. De esta suerte las fracciones de un decímetro inclusive para abajo, ó de medio centímetro tambien inclusive para abajo se despreciarán, y las mayores contarán por dos decímetros y un centímetro respectivamente; y para las tablas y tablones cuyos gruesos sean menores de diez centímetros, las fracciones de cuatro milímetros inclusive para abajo se despreciarán, y las de seis milímetros tambien inclusive para arriba contarán por un centímetro. El volúmen se contará en metros cúbicos y centésimos de metro cúbico. Las fracciones de cinco milésimos de metro cúbico y las menores, se despreciarán; las mayores se contarán por un centésimo de metro cúbico.

En toda pieza curva se medirá el arco ó flecha segun su curvatura natural, sin tener en cuenta la que se hubiera dado veticortando las fibras.

La clasificacion de la madera se hará con sujecion á las adjuntas tarifas, debiendo tener presentes las observaciones en ellas contenidas, y que además de la figura y dimensiones para admitir una pieza en una marca dada, es preciso que reuna las condiciones para poder ser empleada como tal ó no presente defectos que lo impidan.

Al asignar la especie debe observarse que se ha de poder dar á la pieza el empleo correspondiente á su marca con las dimensiones fijadas para la especie en que se reciba.

Inmediatamente despues de clasificada cada pieza, se grabarán en el sitio que mas convenga para leerlo con facilidad y que ofrezca mayor permanencia, segun el sistema de conservacion que se adopte, pero siempre en sitios análogos, el número de órden que la corresponda, la cifra del año en que se reciban, su marca, la especie en que se haya colocado y las dimensiones con que se reciba.

En el libro ó cuaderno de asientos que debe llevarse por el ramo de Ingenieros en el reconocimiento, se anotarán ademas en una columna de observaciones las causas que hayan hecho reducir las dimensiones de las piezas ó rebajarlas de la especie en que por ellas pudieran colocarse, y en general todas las particularidades que el Ingeniero considere convenientes, para que por medio del *libro de existencias de maderas* que ha de formarse en la Direccion del ramo, con los datos suministrados por los arsenales, pueda saberse con toda la exactitud posible, siempre que convenga, como lo exige una buena administracion, el estado de los acopios y los recursos que ofrezcan los depósitos.

I.--TARIFA

para el recibo y clasificacion en los arsenales de las perchas de arboladura.

DIMÉNSIONES *minimas que habrán de tener las perchas regulares ó bien proporcionadas de todas clases para poder ser recibidas como tales.*

		LARGO.		DIAMETRO MAYOR.		DIAMETRO MENOR.	
		Piés.	Metros.	Pulgadas.	Metros.	Pulgadas.	Metros.
Perchas.	38	114	31'764	38	0'840	25'5	0'592
	37	111	30'928	37	0'838	24'5	0'569
	36	108	30'093	36	0'836	24'0	0'557
	35	105	29'257	35	0'813	23'5	0'546
	34	102	28'421	34	0'789	22'5	0'523
	33	99	27'585	33	0'766	22'0	0'511
	32	96	26'749	32	0'743	21'5	0'500
	31	93	25'913	31	0'720	20'5	0'476
	30	90	25'077	30	0'697	20'0	0'464
	29	87	24'241	29	0'673	19'5	0'453
	28	84	23'405	28	0'650	18'5	0'430
	27	81	22'569	27	0'627	18'0	0'418
	26	78	21'734	26	0 604	17'5	0'407
	25	75	20'898	25	0'580	16'5	0'384
	24	72	20'062	24	0'557	16'0	0'372
	23	69	19'228	23	0'534	15'5	0'360
	22	66	18'390	22	0'511	14'5	0'337
	21	63	17'554	21	0'488	14'0	0'325
	20	60	16'718	20	0'464	13'5	0'314
Perchas de pequeñas dimensiones.	19	58	16'161	19	0'441	12'5	0'291
	18	57	15'882	18	0'418	12'0	0'279
	17	56	15'603	17	0'395	11'5	0'267
	16	55	15'325	16	0'372	10'5	0'244
	15	54	15'046	15	0'348	10'0	0'232
	14	53	14'768	14	0'325	9'5	0'221
	13	52	14'489	13	0'302	8'5	0'198
Arbolillos.	12	48	13'374	12	0'279	8'0	0'186
	11	46	12'818	11	0'255	7'5	0'175
	10	44	12'260	10	0'232	6'5	0'151
	9	42	11'703	9	0'209	6'0	0'139

CLASIFICACION *de las perchas para arboladura con respecto à su utilidad ó al empleo de que son susceptibles.*

CLASES.		*Diámetro mayor.*		*Diámetro menor.*		*Largo.*	
		Pulgadas.	Metros.	Pulgadas	Metros	Piés.	Metros.
1.ª CLASE.	Masteleros y vergas.....	32	0'743	21'5	0'500	96	26'749
		31	0'720	20'5	0'676	93	25'913
		30	0'697	20'0	0'464	90	25'077
		29	0'673	19'5	0'453	87	24'241
		28	0'650	18'5	0'430	84	23'405
		27	0'627	18'0	0'418	81	22'569
		26	0'604	17'5	0'407	78	21'734
		25	0'580	16'5	0 384	75	20'898
		24	0'557	16'0	0'372	72	20'062
		23	0'534	15'5	0'360	69	19'226
		22	0'511	14'5	0'347	66	18'390
		21	0'488	14'0	0'375	63	17 554
		20	0'464	13'5	0'314	60	16'718
2.ª CLASE.	Mechas y jimelgas superiores	36	0'836	24'0	0'557	108	30'093
		35	0'813	23'5	0'546	105	29'257
		34	0'789	22'5	0'523	102	28'421
		33	0'766	22'0	0'511	99	27'585
		32	0'743	21'5	0'500	96	26'745
		31	0'720	20'5	0'476	93	25 913
		30	0'697	20'0	0'464	90	25'077
		29	0'673	19'5	0'453	87	24'241
		28	0'650	18'5	0'430	84	23'405
		27	0'627	18'0	0'418	81	22'569
		26	0'604	17'5	0'407	78	21'734
		25	0'580	16'5	0'384	75	20'898
		24	0'557	16'0	0'372	72	20 062
		23	0'534	15'5	0'360	69	19'226
		22	0'511	14'5	0'347	66	18'390
		21	0'488	14'0	0'325	63	17'554
		20	0'464	13'5	0'314	60	16'718
3.ª CLASE	Mechas y jimelgas inferiores	36	0'836	24'0	0'557	108	30'093
		35	0'813	23'5	0'546	105	29'257
		34	0'789	22'5	0'523	102	28 421
		33	0'766	22'0	0'511	99	27'585
		32	0'743	21'5	0'500	96	26'749
		31	0'720	20'5	0'476	93	25'913
		30	0'697	20'0	0'464	90	25'077
		29	0'673	19'5	0'453	87	24'241
		28	0'650	18'5	0'430	84	23'405
		27	0'627	18'0	0'418	81	22'569
		26	0'604	17'5	0'407	78	21'734
		25	0'580	16'5	0'384	75	20'898
		24	0'557	16'0	0'372	72	20'062
		23	0'534	15 5	0'360	69	19'226
		22	0'511	14'5	0'347	66	18'390
		21	0'488	14'0	0'325	63	17'554
		20	0'464	13'5	0'314	60	16'718

		Diámetro mayor.		*Diám'tro menor.*		*Largo.*	
		Pulgadas.	Metros.	Pulgadas.	Metros.	Piés	Metros.
	Perchas cortadas.....	35	0'813	23'5	0'546	70	19'505
		34	0'789	22'5	0'523	68	18'947
		33	0'766	22'0	0'511	66	18'390
		32	0'743	21'5	0'300	64	17'833
		31	0'720	20'5	0'476	62	17'275
		30	0'697	20'0	0'464	60	16'718
		29	0'673	19'5	0'453	58	16'161
		28	0'650	18'5	0'430	56	15'603
		27	0'627	18'0	0'418	54	15'046
		26	0'604	17'5	0'407	52	14'489
		25	0'580	16'5	0'385	50	13'931
		24	0'557	16'0	0'372	48	13'374
		23	0'534	15'5	0'360	46	12'818
		22	0'511	14 5	0'347	44	12'260
		21	0'488	14'0	0'325	42	11'703
		20	0'484	13'5	0'314	40	11'140
	Perchas de pequeñas dimensiones..	19	0'441	12'5	0'291	58	16'161
		18	0'418	12'0	0'279	57	15'882
		17	0'395	11'5	0'267	56	15'603
		16	0'372	10'5	0'244	55	15'325
		15	0'348	10'0	0'232	54	15'046
		14	0'325	9'5	0'221	53	14'768
		13	0'302	8'5	0'198	52	14'489
	Arbolillos....	12	0'279	8'0	0'186	48	13'374
		11	0'255	7'5	0 173	46	12'818
		10	0'232	6'5	0'151	44	12'260
		9	0'309	6'0	0'139	42	11'703

II.-Tarifa para el recibo de los baos de pino de superior calidad.

Nomenclatura.	Marcas.	1.ª ESPECIE. Largo. Piés.	Largo. Metros	Ancho á la grua. Pulgadas	Ancho á la grua. Metros.	Grueso á la línea. Pulgadas	Grueso á la línea. Metros.	2.ª ESPECIE. Largo. Piés.	Largo. Metros	Ancho á la grua. Pulgadas	Ancho á la grua. Metros.	Grueso á la línea. Pulgadas	Grueso á la línea. Metros.	3.ª ESPECIE. Largo. Piés.	Largo. Metros.	Ancho á la grua. Pulgadas	Ancho á la grua. Metros.	Grueso á la línea. Pulgadas	Grueso á la línea. Metros.	4.ª ESPECIE. Largo. Piés.	Largo. Metros.	Ancho á la grua. Pulgadas	Ancho á la grua. Metros.	Grueso á la línea. Pulgadas	Grueso á la línea. Metros.	5.ª ESPECIE. Largo. Piés.	Largo. Metros.	Ancho á la grua. Pulgadas	Ancho á la grua. Metros.	Grueso á la línea. Pulgadas	Grueso á la línea. Metros.	Flecha del arco en: Líneas por codo de longitud.	Flecha del arco en: Milímetros por metro de longitud.
Medios baos	*MB*	»	»	»	»	»	»	32	8'916	19 — 19	0'441 — 0'441	19 — 19	0'441 — 0'441	30	8'359	17 — 17	0'395 — 0'395	17 — 17	0'395 — 0'395	29	8'080	15 — 15	0'348 — 0'348	15 — 15	0'348 — 0'348	»	»	»	»	»	»	2,3 á 3,0	8 á 10
Baos.....	*B*	43	11'982	19 — 19	0'441 — 0'441	19 — 19	0'441 — 0'441	36	10'031	17 — 17	0'395 — 0'395	17 — 17	0'395 — 0'395	32	8'916	15 — 15	0'348 — 0'348	15 — 15	0'348 — 0'348	29	8'080	14 — 14	0'325 — 0'325	14 — 14	0'325 — 0'325	25	6'966	12 — 12	0'279 — 0'279	12 — 12	0'279 — 0'279	2,8 á 4,4	9,8 á 15,4
Baos de la cubierta superior....	*BA*	»	»	»	»	»	»	40	11'146	15 — 15	0'348 — 0'348	15 — 15	0'348 — 0'348	34	9'474	14 — 14	0'325 — 0'325	14 — 14	0'325 — 0'325	30	8'359	13 — 13	0'302 — 0'302	13 — 13	0'302 — 0'302	27	7'523	10 — 10	0'232 — 0'232	10 — 10	0'232 — 0'232	4,2 á 5,7	14,5 á 19,6

Advertencias.

La curvatura de los medios baos será regular y simétrica á uno y otro lado del medio de la longitud, y solamente se admitirán fallas en la cabeza en una de las caras á la línea, no debiendo existir en una longitud mayor que la tercera parte de la longitud total cuando esta no exceda de la exigida para los baos de la misma escuadría. Ésta marca excluye principalmente la madera de fibra torcida. Se admitirán algunos nudos siempre que sean sanos y que por su número, magnitud y colocacion no impidan dar á estas piezas el empleo á que se las destina.—Para los baos solo debemos añadir á lo expuesto acerca de los medios baos que no se tolerará falla de ninguna especie.

Los numeradores de los quebrados en las columnas del ancho y grueso representan las dimensiones mínimas respectivas que debe tener la pieza en su medio, y los denominadores los mínimos en los extremos.

III.—*Tarifa general para el recibo y clasificacion de las maderas de pino de superior calidad.*

NOMENCLATURA.	Largo mínimo. Piés.	Largo mínimo. Metros.	Ancho ó diámetro mínimo. Pulgads	Ancho ó diámetro mínimo. Metros.	Espesor mínimo. Pulgadas.	Espesor mínimo. Metros.	OBSERVACIONES.
Madera redonda..... 1.er largo	40	11'146	12	0'279	»	»	Deberán estar libres de defectos que impidan aserrarlas en tablones: se abonará por el sámago que contengan un décimo del diámetro. Deberan tener muy pocos nudos y estos muy pequeños y unidos á la madera, y en general estar libres de defectos que impidan aserrarlas en tablones para embarcaciones menores. Se abonará por sámago un décimo del diámetro, tomando para este el medio de las circunferencias inscritas en los lados del polígono. Se admitirán en segunda clase las que no puedan serlo en primera por tener muchos nudos, algunos de estos muy grandes, dañados ó poco adherentes, fendas en el corazon etc., siempre que la magnitud de estas ó la extension ó intensidad de cualquiera de los defectos que presenten no impidan dar á las piezas un empleo útil en los arsenales. Una de las caras deberá estar limpia de fendas. Los límites de anchos fijados para los tablones y tablas no se aplicarán mas que á los comprados. Si del aserrado de tosas en los arsenales resultan algunos de un ancho menor se clasificarán entre los mas cortos. Se clasificarán entre los tablones defectuosos aquellos que por presentar muchos nudos, por el diámetro ó la disposicion de estos ó por no satisfacer á las condiciones exigidas respecto al corazon y las fendas en los tablones no pueden considerarse como tales.
2.° id.	32	8'916					
3.° id.	25	6'966					
Tosas octogonales..... 1.er largo	40	11'146	11	0'255	11	0 255	
2.° id.	32	8'916					
3.° id.	25	6'966					
4.° id.	18	5'015					
Tosas cuadradas.... 1.ª CLASE. 1.er largo	40	11'146	12	0'279	12	0·279	
2.° id.	32	8'916					
3.° id.	25	6'966					
4.° id.	20	5'572					
2.ª CLASE. 1.er largo	40	11'146	11	0'255	11	0'255	
2.° id.	32	8'916					
3.° id.	25	6'966					
4.° id.	20	5'572					
			mínimo	máximo			
Tablones.... 1.er largo.	40	11'146			1, 1 1|4, 1 1|2, 1 3|4, 2,	0'023,0'023,0'036,0'040,0'046	
2.° id.	32	8'916			2 1|2, 3, 3 1|4, 3 1|2,	0'058.0'070,0'076,0 082	
3.° id.	25	6'966	8	0'186	11 0'255 3 3|4, 4, 4 1|4, 4 3|4,	0'087,0'093,0'099,0'330	
4.° ó pedazos de tab.n	20	5'572			5 y mayores.	0'116	
Tablas. 1.er largo.	14	3'901			1, 1 1|4, 1 1|2, 1 3|4,	0'023,0'089,0'035,0'040	
2.° id.	8	2'229			2, 2 1|2, 3, 3 1|4,	0'048,0'058,0'070,0'076	
					3 1|2, 3 3|4, 4, 4 1|2,	0'082,0'087,0'093,0'105	
			7 1|2	0'175	4 3 4 y 5.	0'110,0'116	
Tablones defectuosos.... 1.er largo.	32	8'916			1, 1 1|4, 1 1|2, 1 3|4,	0'023,0'025,0'035,0·040	
2.° id.	20	5'572			2, 2 1|2, 3, 3 1|4,	0'046,0'058,0'070,0·076	
					3 1|2, 3 3|4, 4, 4 1|4,	0'082,0'087,0'093,0'099	
					4 3|4, 5 y mayores.	0'110,0'116	

INSTRUCCIONES

APROBADAS POR REAL ÓRDEN DE 6 DE MAYO DE 1860 PARA EL RECONOCIMIENTO, RECIBO Y CLASIFICACION EN LOS ARSENALES DE LAS PERCHAS PARA ARBOLADURA Y DEMAS MADERA DE PINO DE SUPERIOR CALIDAD, EMPLEADA EN LA CONSTRUCCÍON NAVAL.

El reconocimiento se verificará con arreglo á lo prevenido en las instrucciones aprobadas por Real órden de 16 de Marzo de 1859 para el de las maderas de roble; y sí, aserrados los topes, presentan fendas, mal color, manchas ó cualquiera signo de decadencia, y mas particularmente círculos ó porciones de círculo de diferentes colores, deberán aserrarse de nuevo hasta que desaparezcan ó pueda conocerse su extension, si por su naturaleza se creyera que no tomará incremento en lo sucesivo, debiendo rechazar siempre aquellas piezas en que, apareciendo colores desiguales en sentido circular, se presenten estos mas pronunciados ó subidos despues de aserrados por donde se crea necesario hacerlo: se examinarán con todo cuidado las manchas y partes podridas, especialmente el hongo, tabaco ó pudricion seca, que se limpiará con esmero, y los nudos de aspecto sospechoso, teniendo presente que à veces se procura ocultar la pudricion haciendo un nudo aparente muy profundo con resina caliente y disminuir ó corregir la curvatura cortando las fibras, lo que se conoce en no tener el sámago igual espesor en toda lo longitud ni aparecer el mismo número de capas anuales.

En la imposibilidad de fijar de un modo absoluto las causas que pueden hacer rechazar una pieza de madera, y con el objeto de que puedan servir de guia á los que hayan de suministrar perchas para arboladura, se indican ligeramente à continuacion los signos que hacen conocer su buena calidad y los principales defectos que, segun la extension é intensidad con que se presentan, las hacen inadmisibles en los arsenales ó determinan las reducciones que deben hacerse en ellas ó la clase en que hayan de recibirse, y cuya apreciacion ha de quedar precisamente al buen juicio del Ingeniero encargado del reconocimiento.

Las perchas de buena calidad, cualquiera que sea su procedencia, presentan un color uniforme y claro, algo mas subido hácia el centro, pero variando de un modo muy poco sensible, la sustancia resinosa en abundancia, de un olor agradable y por capas regulares, las capas anuales medianamente anchas, el grano fino y unido, ancha la porcion exterior de cada capa anual ó sea la ocupada por las fibras, y éstas próximas y adherentes, de suerte que las astillas que resultan al cortarlas con el hacha no se dividen en pequeños fragmentos, y si se las quiere partir, se desgarran y no se rompen.

Los defectos mas notables que presentan las perchas para arboladura, procedentes de su calidad ó de causas accidentales, son los siguientes:

1.° Cuando el árbol ha muerto antes del derribo, lo que se conoce principalmente en estar seca la parte superior, en la descomposicion de sustancia y en el color negruzco del jugo resinoso.

2.° La separacion de las capas concéntricas causada por el viento ó por el derribo. Este defecto es muy perjudicial por sí mismo, y lo es tambien porque, introduciéndose el agua en el interior de la percha durante su permanencia en la fosa, al sacarla de esta, y à medida que se seca, se recalienta y se pudre.

3.° Las fendas que se estienden del centro à la circunferencia rompen las capas anuales y alteran considerablemente la fuerza de las piezas.

4.° El entrecasco y las rozaduras cuando han ocasionado un principio de pudricion.

5.° Las fibras torcidas ó contorneadas en forma de hélice; cuando este defecto existe en todo el espesor de la madera ó las fibras aparecen separadas, debe rechazarse la pieza.

6.° Los nudos gruesos y repetidos en el pié ó hácia el tercio de la longitud de la percha, y que se hallan podridos ó en una misma seccion perpendicular al eje de la pieza, ó que se separan con facilidad. Estos nudos cortan las perchas y las hacen perder mucha fuerza, inutilizándolas á veces por completo, aunque sean de buena calidad.

7.° Una cantidad considerable de sàmago, una curvatura bastante pronunciada en dos sentidos ó en uno solo, y el no presentar el corazon en el centro por los dos extremos, obligan á reducir las piezas al trabajarlas y á veticortarlas de modo que pierden toda su fuerza.

Tampoco se admitirán en los arsenales las tosas, tablones etc., que presenten en gran extension ó con intensidad alguno de los principales defectos indicados en los artículos anteriores, y en general cualquiera de los que las inutilicen para el empleo que por sus dimensiones ó figura pudiera dárselas, le hicieran peligroso, ú obligarán á destinarlas á obras de muy poca importancia. Los defectos de menor entidad no darán lugar en general sino á reducciones mas ó menos considerables. Las picaduras ó bromas del monte en el centro de las piezas que penetren *un décimo* de su espesor serán causa de una relabra ó de exclusion, á juicio del Ingeniero encargado del reconocimiento.

Serán asimismo desechadas las piezas de todas clases que presenten el defecto llamado *doble albura* ó las fibras torcidas ó contorneadas en forma de hélice, los tablones que tengan el corazon en el centro, en las dos caras ó solamente en una de ellas, si penetra hasta la mitad del espesor, y aquellos en que aparezcan fendas de gran extension ó en gran número en las dos caras ó en una sola si se profundizan mucho.

Toda pieza desechada se marcará inmediatamente despues de reconocida con la letra *M* en una de sus caras, de modo que no se pueda confundir con las ya recibidas.

Fijadas en la tarifa número I las dimensiones de las perchas y por lo tanto las relaciones entre ellas, bastará designarlas por una sola, que será el diámetro mayor, en la inteligencia de que para que una percha de un diámetro mayor dado pueda recibirse como tal, es indispensable que tenga el diámetro

menor y el largo correspondientes marcados en dicha tarifa. Se deberá, pues, empezar verificando si la percha es bien proporcionada ó existe entre sus dimensiones la debida relacion para ser considerada como percha regular.

Las perchas propiamente dichas se dividen en tres clases segun el empleo de que son susceptibles.

La 1.ª comprende los masteleros y vergas, y para que una pieza pueda admitirse en ella, ha de ser completamente sana, vigorosa, recta y sin nudos perjudiciales á su solidez.

La 2.ª clase se compone de las piezas destinadas á mechas y jimelgas superiores, y que puedan tener este empleo, aunque presenten una pequeña curvatura en un sentido, siempre que sea posible hacerla desaparecer sin pérdida al trabajar la pieza, y nudos pequeños y sanos, pero muy próximos al pié ó en bastante número para impedir hacer de ella un mastelero, aunque por su calidad pudiera servir para este objeto.

En la 3.ª clase se colocan las perchas destinadas á mechas y jimelgas inferiores; ha obligado á establecerla la impo ibilidad de obtener solamente perchas de las dos primeras clases y la consiguiente necesidad de admitir las que puedan tener la misma aplicacion en los palos de piezas, aunque presenten, siempre que sea en una extension que lo permita, algunos de los defectos siguientes

1.° Una curvatura en dos sentidos ó la suficiente en uno solo para obligar á cortar las fibras, y por lo tanto disminuir la fuerza, ocasionando además la pérdida consiguiente.

2.° Un número considerable de nudos ó algunos de estos muy grandes ó dañados.

3.° Un principio de descomposicion en la parte superior ó hallarse esta seca en términos de tener que reducir la longitud.

4.° Las fibras torcidas ó contorneadas en forma de hélice, siempre que lo estén solamente las exteriores ó las que ocupen una pequeña extension cerca de la superficie.

5.° Las acebolladuras, atronaduras y rozaduras de poca consideraciou, asegurándose, hasta donde sea posible hacerlo, sin inutilizar la pieza para el empleo que pudiera tener, de que el daño no penetra en el interior.

Además de las perchas propiamente dichas comprende la tarifa, bajo las denominaciones de *perchas de pequeñas dimensiones y arbolillos*, otras cuyos diámetros mayores varian respectivamente de 19 á 13 pulgadas y de 12 á 9. En todas ellas el diámetro menor es los dos tercios del mayor, y es preciso que además de los largos correspondientes marcados en la tarifa reunan las mismas condiciones que las perchas de primera clase.

A fin de poder clasificar las perchas que por presentar nudos agrupados ó algunos defectos seria preciso disminuir de longitud, en términos de no quedarlas la correspondiente al diámetro mayor como tales perchas, pero que sin embargo pueden suministrar un bauprés de una sola pieza con la longitud reduci-

da, se ha introducido en la tarifa una clase bajo el nombre de *perchas cortadas*, cuyos largos mínimos habrán de ser los marcados, y se pagarán por el número de codos cúbicos que contengan al precio que en los contratos se asigne á esta unidad de medida para cada diámetro mayor.

Tanto las perchas de las tres clases mencionadas en el art. 7.°, como las llamadas *perchas de pequeñas dimensiones*, *arbolillos* y *cortadas* y los baos, tosas, tablones etc. de pino que se reciban en los arsenales, han de ser de superior calidad, de corta reciente y sanas. La clasificacion se refiere solamente al empleo que pueda dárselas por sus dimensiones, ó segun los defectos que presenten, pero de ningun modo á la esencia misma de la madera. Los baos, tosas, tablones etc. deberán además estar labrados á esquina viva; de no ser así, se rebajarán sus dimensiones de la cantidad necesaria.

Para que los baos, tosas, tablones etc. puedan ser recibidos y pagados al precio que se señale á los de cada clase, es indispensable que tengan, despues de hechas las reducciones que se crean necesarias, en vista de los defectos que presenten, las dimensiones correspondientes marcadas en la tarifa, tomadas á rigorosa esquina viva, pero se abonará todo el cubo que resulte de las dimensiones que definitivamente se les asignen, y por el sámago y fallas que tengan medidos en la cara, y no diagonalmente, *un décimo del ancho* en el sitio que se considere, ó sea una *vigésima parte* en cada ángulo.

Las reducciones en las dimensiones de las piezas se harán de modo que compensen el perjuicio que, segun la clase á que correspondan, podria resultar en su empleo de los vicios, mala configuracion y defectos de escuadria que presenten.

En las tosas no se hará reduccion porque tengan algunos nudos pequeños, si son sanos y adherentes, ni por los pequeños registros practicados en el reconocimiento, mientras que no excedan de la *vigésima parte* del espesor de la pieza en cada cara, ni en general por las fendas en el corazon paralelas á las caras.

Si las fallas, sámago y registros exceden los límites fijados se harán las reducciones correspondientes.

En los tablones y tablas se admitirán algunos nudos de pequeño diámetro, si son sanos y bien unidos á la madera y una cantidad de sámago igual al *décimo de su ancho*.

En las perchas se admitirá por pulgada de diámetro una cantidad de sámago igual á *nueve dècimos de línea* y en las *perchas* de *pequeñas dimensiones y arbolillos media línea* tambien por cada pulgada de diámetro.

El diámetro mayor se tomará en todas las perchas á una distancia del pié del árbol igual á la *sexta parte* de la longitud total.

El largo se tomará á partir de dicho pié, y habrá de ser en piés igual al número de pulgadas del diámetro mayor, multiplicado por *tres* en las *perchas*, y al marcado en la tarifa para cada diámetro mayor en las *perchas* de *pequeñas dimensiones, cortadas* y *arbolillos*. El diámetro menor se tomará donde concluye

el largo, contado como queda dicho, y habrá de ser igual á las *dos terceras* partes del mayor. Asì, para que una percha pueda recibirse y pagarse al precio que se señale á las de una clase cualquiera de 27 pulgadas, por ejemplo, de diámetro mayor, habrá de tener por lo menos 81 piés de largo, y donde termine este, 18 pulgadas de diámetro. Si no tuviera mas que 17,5 pulgadas de diámetro menor á los 81 piés de largo, ó este fuera solamente de 79 piés, se considerará la percha como de 26 pulgadas de diámetro mayor y por consiguiente 78 piés de largo y 17,5 pulgadas de diámetro menor, abonándose una pulgada de exceso de diámetro mayor y un pié ó todo lo que tenga sobre 78 piés por exceso de largo. Si la percha no fuese redonda sino ovalada en los sitios en que deben medirse los diámetros mayor y menor, se tomará para cada uno de estos respectivamente el medio entre el mas grande y mas pequeño que tenga la percha en el sitio que se considere.

Los diámetros de las perchas se tomarán por medio de un compás curvo, aparando antes con la azuela hasta descubrir la madera, y haciendo sobre los que así se obtengan los abonos de sámago correspondientes. El diámetro mayor se contará en *pulgadas enteras* y el menor en *pulgadas* y *medias pulgadas,* despreciando en el primero las fracciones menores de *seis líneas* y en el segundo las que no lleguen á *tres*, y contando respectivamente por *una pulgada* y por *media* las mayores de *seis líneas* y de *tres*. Los largos se contarán en *piés*, despreciando las fracciones menores de *seis* pulgadas, y tomando por *un pié* las mayores. Se medirán por medio de una regla dividida en piés, y las divisiones extremas en medios piés.

Del mismo modo se medirán los largos, que se tomarán segun el eje de las piezas, en los baos, tosas, tablones, etc., y se apreciarán en *codos* y *medios codos*, contando por *medio codo* las fracciones mayores de *seis* pulgadas y despreciando las menores. Las escuadrias se tomarán en la mitad del largo ó por el término medio entre las de los extremos á juicio del Ingeniero: se contarán en *pulgadas* y *medias pulgadas*, despreciando las fracciones *menores* de *tres* líneas, y contando por *media pulgada* las mayores.

En los tablones y tablas se tomarán los espesores ó gruesos en *pulgadas* y *cuartos* de *pulgada*, despreciando las fracciones *menores de linea y media,* y contando por *un cuarto de pulgada,* las que excedan.

En los baos y en general en toda pieza curva que se hubiera de recibir se medirá el arco ó flecha segun su curvatura natural, sin tener en cuenta la que se la hubiera dado veticortando las fibras.

Inmediatamente despues de clasificada cada pieza, se grabarán en el paraje que mas convenga para leerlo con facilidad, segun el sistema de conservacion que se adopte, pero siempre en sitios anàlogos para las que hayan de serlo del mismo modo, el número de órden que la corresponda, las cifras del año en que se reciba, las dimensiones con que lo sea, y la clase en que se haya colocado.

En el libro ó cuaderno de asientos que debe llevarse por el ramo de Inge-

nieros en el reconocimiento se anotarán además en una columna de observaciones las causas que hayan hecho reducir las dimensiones de las piezas ó rebajar las de la clase en que por ellas pudieran colocarse, y en general y con especialidad respecto á las piezas de arboladura, todas las particularidades que el Ingeniero considere convenientes para que por medio del *libro de existencias de maderas*, que ha de formarse en la Direccion del ramo con los datos suministrados por los arsenales, pueda saberse con toda la exactitud que sea dable, siempre que se necesite ó se desee, como lo exige una buena Administracion, el estado de los acopios y los recursos que ofrecen los depòsitos.

LECCION 27.

237. ORIFICIOS PRACTICADOS EN LA OBRA VIVA DEL BUQUE.—Los antiguos no practicaban en la obra viva del buque mas que un orificio destinado á permitir por medio de un tubo con un grifo la inundacion de los pañoles de pólvora en caso de incendio, aunque no todos los buques lo llevaban por ser bastante peligroso: en los modernos buques de vapor es preciso abrir varios; uno, para que en virtud de la presion producida por la diferencia de nivel se puedan alimentar las calderas, otro en todas las máquinas de condensacion (que son las que llevan todos los buques, excepto las cañoneras y algunos buques pequeños) para la inyeccion, y finalmente un tercero, que es el mayor, por el que pasa el tubo de descarga. Los dos primeros se tapan con válvulas llamadas de *Kingston*, que son unos tubos cilíndricos de bronce (Fig. 303) terminados por un tronco de cono que se ajusta y emperna al costado: dentro de estos tubos se coloca una válvula de asiento cónico, que se abre de dentro á fuera, manteniéndose cerrada por la presion exterior: el de descarga lleva un tubo con dos arandelas, una exterior y otra interiormente empernadas con pernos pasantes y con sus válvulas correspondientes: existe además un agujero, del cual en los buques de hélice es imposible prescindir, destinado á recibir la bocina para dar paso al eje de la hélice, (Fig. 304) la cual debe ajustarse y calafatearse con esmero por lo peligrosa que pudiera ser una via de agua en esta parte.

En algunos buques se practica otro orificio para la colocacion del *diferenciómetro*, aparato destinado à apreciar la diferencia de calados: consiste en un tubo de cobre que comunica con otro vertical, dentro del cual se coloca un flotador graduado (Fig. 305), de manera que abierto el grifo de comunicacion, el agua se pone al mismo nivel que en el exterior y se nota la diferencia de calados en proa y popa si se tienen dos aparatos en cada una de las extremidades del buque.

Este aparato es poco usado en España, primero por lo peligroso que es cualquier orificio practicado en el casco y segundo por que los movimientos de cabezada hacen difícil el calcular con exactitud el calado, produciendo exactitud y utilidad solamente en los puertos.

238. NECESIDAD DEL CALAFATEO Y MISION DEL CALAFATE.—Enramado el buque y antes de botarlo al agua como el ajuste de los tablones no puede llegar en la práctica al límite de perfeccion que sería de desear, es preciso llenar las costuras con estopa ú otra sustancia flexible que impida la introduccion tanto de las aguas del mar como las de lluvia en el interior del casco y del maderamen haciéndolo completamente estanco y evitando no solo la pérdida del buque que podria ser producida por una via de agua, sino tambien la pudricion de las maderas que lo forman. El conjunto de las operacioues necesarias para conseguir este objeto se llama *calafateo* y calafates los operarios que lo ejecutan.

En nuestos arsenales los calafates no solo se dedican al calafateo del buque y forrado en cobre de sus fondos sino que ademas tienen la mision de asegurar las diversas partes de la construccion, es decir de verificar el clavado y empernado absorviéndo parte de las atribuciones de los carpinteros de ribera que en otros paises ejecutan el empernado el cual verdaderamente parece ser mas de su incumbencia.

239. MANERA DE CALAFATEAR EL BUQUE.—Para calafatear el buque se llenan las costuras con cordones de estopa los cuales se recubren con un barniz protector.

Hay dos clases de estopa; la *blanca* que se forma de hebras producidas por la parte mas gruesa y corta del cáñamo despues de haberlo rastrillado por 1.ª, 2.ª y 3.ª vez, y la *negra* que procede de las cuerdas viejas deshilachadas y á la que para preservarla de la humedad se le ha dado un baño de alquitran; la primera se destina á la fabricacion de la lona y de los cables y la segunda se hila en cordones del grueso necesario empleándola con ventaja sobre la blanca para el calafateo.

Para prepararla se cortan las cuerdas en pedazos de 0'60 de longitud, y descorchándola se sumerjen los cordones en una cubeta llena de agua donde se los deja dos ó tres dias para reblandecerlos.

Los hilos se hacen en seguida pedazos con los dedos despues de haberlos separado rastrillándolos cuando estan secos con unas cardas de hierro Finalmente se arrolla la estopa sobre la rodilla con la palma de la mano lo que se llama *hilar* la estopa, formando unos cordones que se retuercen en gruesas madejas de forma oblonga. Hilada ya la estopa se la guarda en un sitio seco hasta que haya que emplearla en cuyo caso se la introduce dentro de las costuras con el *hierro de meter* (Fig. 306) que es una cuña de hierro, cilíndrica en su parte media, termiuada en la superior en una cabeza y en la inferior que es mas ancha en un bisel. Para introducir un hilo se le golpea con un mazo de madera dura (Fig. 307) como guayacan ó acana, lla-

mado *mallo* el cual da cierta elasticidad y no produce choques duros que no serían convenientes para la estopa en los primeros momentos de su introduccion: tambien se emplea otro mazo mas pequeño llamado *maceta* (Fig. 308) que no se diferencia del mallo sinó en ser mas pequeño. Los hierros de meter son de varias clases el ordinario y el *hierro gordo* (Fig. 309) que termina en su estremidad inferior en un plano y el *hierro de rebatir* (Fig. 310) ó de *canal* el cual lleva en su canto inferior practicadas una ó varias canales por medio de las cuales se rebate mejor la estopa en los últimos momentos que con el comun y el gordo. Introducida la estopa por estos medios se concluye de apretarla con la *pitarraza* (Fig. 311) que es una planchuela cuyo canto inferior de 0,m004 á 0,m006 se convierte luego en 0,m09 ó 0m12 concluyendo por la parte alta en una cabeza donde se golpea con una mandarria de hierro con gran voleo; la pitarraza lleva un mango de quita y pon con un ojo en su estremo por donde pasa aquella.

Debemos advertir aqui que antes de meter la estopa se empieza por *aviar las costuras*, operacion que se reduce á separar los cantos de los tablones cortándolos para que la estopa penetre hasta el fondo de las costuras lo cual se hace por medio del *mahujo* (Fig. 312) y del *hierro* (Fig. 313) En el estrangero generalmente no se avian las costuras lo que hace mas vistoso el barco, pero en cambio no se tiene la seguridad de que la estopa llegue hasta el fondo de ellas y el aire que ocupa el espacio vacío se corrompe pudriendo la estopa y la madera.

El órden en la introduccion de la estopa es el siguiente: primero se colocan cuatro ó cinco cordones con los hierros de meter y al tener la seguridad, midiendo la profundidad de la costura, de que han llegado á su fondo se pasa á emplear la pitarraza para rebatir ó apretar la estopa contra los tablones; se introducen despues cuatro ó cinco cordones y se vuelve á rebatir con la pitarraza variando el número de veces que se emplea esta herramienta con la profundidad de la costura, ó sea con la dimension del buque. En los navios y fragatas se pasa dos ó tres veces, en las corbetas una y en las goletas y buques mercantes no se emplea. Concluida la costura se coloca con el hierro de meter, la *colla* ó sea el último cordon, llamado asi por que conforme se le va oprimiendo se encoge y disminuye de volumen: despues se cubre la costura con un barniz protector compuesto de brea, alquitran y sebo.

Para ejecutar todas estas operpcioues los calafates usan un banquillo (Fig. 314) para sentarse en las planchas ó andamios y en las cubiertas à cuyo banquillo unen despues del trabajo dos saquitos, dentro de los cuales llevan las herramientas (Fig. 315) llamados *talega* el mas pequeño y *talegon* el mayor.

240. Brea, alquitran y manera de dar el preservativo.—El alquitran y la brea se estraen de los pinos; el primero se obtiene algunas veces por medio de incisiones practicadas en el tronco de los pinos y tambien en virtud de

una especie de destilacion que se hace sufrir á las ramas de estos àrboles cortadas en trozos bastante cortos; para esa destilacion se practica una fosa en la cual se amontonan estos trozos y recubriéndola con tierra se le prende fuego cuidando que no se abrase del todo la manera como lo hacen los carboneros.

El alquitran se derrite primero y recogido en barrilles conserva en ellos su fluidez aun despues de enfriarse.

En los buques de hierro se ha hecho uso del alqnitran mineral proveniente de la destilacion de las hullas.

El residuo de la destilacion de la resina de los pinos nos da la brea que al enfriarse se solidifica y toma una forma algo vidriosa en cuyo estado se llama *brea negra* ó *seca*.

La *brea rubia* es algo mas clara que la negra; para emplearla se mezcla despues de liquida con alquitran y sebo llamándose entonces *brea gorda*.

La brea se da sobre la superficie de los fondos y del casco; para esta operacion se funde en hornos conservándole derretida en un *caldero* (Fig. 316) que antes era de cobre y hoy es de hierro colocado encima del fuego Para sacar la brea se emplea la *cuchara* (Fig. 317) espumándola antes con la *espumadera*. (Fig. 318)

Para echarla en las cubiertas de los barcos se hace uso del *candil* (Fig. 319) pero cuando las costuras no son horizontales se da la brea desde la quilla hasta la parte superior con una brocha llamada *escopero* formado con zalea ó piel de carnero.

La brea debe emplearse algo seca y no debe darse sino en tiempos secos por que cuando esta húmeda no se adhiere á la madera y forma una costra que salta con facilidad, por cuya razon en el arsenal de Ferrol solo se calafatea en dias de sol empleándose los lluviosos en las cubiertas bajas que no se mojan En las obras muertas solo se da brea en las costuras empleándose en lo restante una capa muy clara ó simplemente una pintura al óleo que se hace de color bastante claro para que refleje los rayos del sol y no penetre. En los camarotes para evitar las goteras se calafatea con masilla compuesta de aceite y albayalde: en los pañsles se de tambien una capa de brea aun que lo mejor para preservarlos de la humedad y de los insectos es recubrirlos con una chapa de hoja de lata.

241. Reglas practicas para el empleo de la estopa y del preservativo.—Las reglas prácticas usadas en España para el empleo de la estopa, son: en las obras muertas y forros interiores dos hilos de 0,m023 de espesor; en las costuras de las cintas y fondos del buque hasta las aparaduras, cuatro hilos de 0,m023. En los navíos y fragatas se pasa dos veces la pitarrraza por los cosederos poniendo despues la colla; en las corbetas se pasa la pitarraza en los cosederos y cinta priucipal y en las goletas y bergantines no se emplea la pitarra-

za. La estopa blanca es de poco uso; su hilo tiene 34,"5 de longitud por kilógramo; el hilo de la negra tiene 24,23 y el de la colla 20.

Aqui se emplea la brea negra con un tercio ¦ de alquitran en las cubiertas bajas y embarcaciones menores, en las altas para que no sea tan lìquida solo lleva un cuarto de alquitran y en la parte de los fondos en que va el forro de cobre por elcontrario se pone un medio de alquitran, cuando el forro de cobre va á ser colocado inmediatamente, por que en caso contrario se disminuye esta proporcion para que la brea no se derrita y se agrupe á la parte inferior. La brea rubia solo se emplea en los fondos á falta de la negra, aumentándole un medio de alquitran por que es muy vidriosa; si se mezcla con sebo que la hace mas densa puede aplicarse como preservativo de los palos y jarcia.

El alquitran no se emplea puro sino mezclado con un 10 p0/0 de ocre ó tierra roja paja darlo ¸en las bateas que existen para servicio del arsenal; para cubrir la lona y tablazon de los tinglados se le añade brea rubia formando asi una mezcla llamada *perrú*.

242. Forro de cobre: su colocacion.—Para preservar los buques de la picadura de la broma cuando se quiere al mismo tiempo mucha economía en la construccion se aplica á la obra viva un betun compuesto de brea, alquitran, sebo y calomocha molida pudiendo sustituir esta última con azufre si se desea obtener blanca la obra viva ó bien se dan dos ó tres manos de pintura al óleo que es lo que se hace con las embarcaciones menores.

Estos procedimientos no se emplean para los buques de guerra sobre cuyos fondos se aplica siempre un forro de plancha delgada de cobre. Antes de colocar la plancha se tapan las cabezas de los remaches y las costuras imperfectas con una masilla formada con albayalde, tierra roja y aceite de linaza; hecha esta operacion se clavan al costado y fondos unos paños ó tiras de fieltro alquitranado sobre las que van inmediatamente á aplicarse las planchas.

Antiguamente se empleaba en lugar del fieltro, papel de estraza mojado con una mezcla de alquitran y brea rubia, pero hoy como hemos dicho solo se usa en la mayor parte de las naciones el fieltro que tiene mayor duracion y sobre el que se adopta mejor la plancha.

Las dimensiones de las planchas de cobre segun las dimensiones de las embarcaciones asi como el largo de la clavazon de bronce que se emplea en cada caso puede verse en el estado adjunto aprobado por real órden de 10 de Setiembre de 1864 para nuestra armada.

Estado que manifiesta las categórias, dimensiones y peso de las planchas de cobre y clavazon de bronce que corresponde, empleadas en el aforro de los buques de madera de todos portes y embarcaciones menores de la Armada aprobadas por real órden de 10 de Setiembre de 1864.

	Clasificacion ó categoría de las planchas.	Puntos en que se emplean	Largo Metros.	Ancho Metros	Peso de cada plancha. Kilógs	Grueso en milímetros y su equivalencia aproximada en n.º del calibrador de Birminghan. Milim.	N.º del calib.er	Tolerancia en mas ó en menos que se concede a peso de cada plancha asignado en la columna. Gramos.	Largo de la clavazon de bronce que corresponde Milímetros.
Modelo grande para navios.	N.º 1	Hiladas de la flotacion y superiores.	1,65	0,50	8,75	1,19	n.º 18	290	37
Frag.as y buq.s de bat.s cub.s	N.º 2	El resto de la hilada	1,65	0,50	6,60	0,89	n.º 21	220	37
Modelo chico para buques	N.º 3	Hiladas de la flotacion y superiores.	1,40	0,35	4,90	1,12	n.º 18	165	31
sin batería cubierta	N.º 4	El resto de la hilada.	1,40	0,35	3,70	0,84	n.º 21	125	31
Planchines para embarcaciones menores	N.º 5	Por igual para todas las hilados.	1.20	0,35	2,38	0,63	n.º 23	80	20
	N.º 6	Id.	1,00	0,35	1,05	0,40	n.º 28	35	20

NOTA.—El esceso de peso y por consiguiente el espesor que se designa para las planchas que forman las hiladas de la flotacion y las superiores, es por lo que el cobre se deteriora en estos parages con la limpieza, las atracadas de las embarcaciones, y el desaforro frecuente que suele hacerse á flote para visitar los cosederos.

La colocacion del forro se empieza á partir de la aparadura por hiladas paralelas y de igual altura hasta la flotacion en la que se termina dicho forro con planchas trapezoidales ó de *cuchillo* en razon á la forma que tiene el buque las cuales habrá que sacarlas de las ordinarias cortándolas con una tijera. Debe procurarse siempre que las hiladas inferiores monten á las superiores para que el empuje del fluido no haga que este penetre entre las planchas asi

como tambien se tendrá cuidado en que las planchas de proa recubran á las de popa á fin de que la presion producida por la marcha del buque no produzca el mismo efecto.

La terminacion de las planchas de aforro varía segun los arsenales: aqui se ponen dos hiladas encima de la flotacion terminando en una curva con arrufo llamada *ceñidura* y á veces se le hace terminar en una verdadera lìnea de agua sin diferencia de calados para que quede mas alto de proa. Las planchas van aseguradas por clavos en otro tiempo de cobre y hoy fundidos de bronce que se ponen al rededor de la plancha formando cuadrados de 0,^{m}16 de lado á una distancia de la orilla de 0,^{m}015 y de 0,02 entre si; las planchas de proa tienen dimensiones mayores por que son las que mas facilmente se desprenden arrastrando toda la hilada.

Para clavar la planchuela se empieza por punzarla en un banco que tenga las dimensiones de ella produciendo pequeñas abolladuras ú orificios pormedio del *punzon*; despues se colocan los clavos de proa y de abajo, teniendo cuidado de evitar en lo posible los cuchillos y economizar el material. En la cara de proa de la roda se refuerza esta con planchas de plomo ó de cobre gruesas que aqui se han reemplazado en la parte superior del buque por tejas de hierro fundido. La cantidad de planchas se deduce inmediatamente de la superficie de la carena y de las dimensiones de aquellas.

Antiguamente se colocaba un doble forro de madera que se quemaba para limpiarlo de la parte podrida pero esto ademas de exigir mas desplazamiento para un esponente de carga dado, hacía necesaria la operacion que acabamos de decir, que era bastante peligrosa. Cuando un buque forrado en cobre se bota al agua se recubre al cabo de algun tiempo de moluscos y plantas marinas que presentando una superficie rugosa, disminuye su andar destruyendo al propio tiempo el forro. Entonces es necesario dejarlos en seco y limpiarlos con las rasquetas (Fig. 319): si en este estado se viese la necesidad de cambiar alguna plancha se arrancan los clavos por medio del *pie* de *cabra* (Fig. 320) empleando tambien la *uñeta* (Fig. 321 para hacer lo propio con la plancha. Si la carena fuese muy antigua se calentaria la carena, es decir, se quemará la brea de que se encuentra ,cubierta à fin de descubrir mejor las hendiduras y grietas de la madera. Esta operacion es muy necesaria en los buques qne no estan forrados en cobre para quemar las bromas que pueden introducirse en los agujeros que abundan en el espesor de los tablones y asegurarse mejor si estas picaduras han inutilizado el tablon esterior.

Para esto, á lo largo de la línea de flotacion se aplican planchas horizontales sostenidas por calzos clavados sobre los tablones, las cuales se llaman *guarda-fuegos*. Estos se recubren con greda humedecida al rededor del buque y tomando escobas de matorral inflamadas, se ponen al estremo de la *bruscadera* (Fig. 322) que llevan algunos hombres á lo largo de la superficie de

la carena hasta que toda la brea se haya quemado, pero teniendo cuidado de preparar de antemano cubas llenas de agua y bombas de incendio por si se prende fuego. Se barre enseguida con escobas la superficie de la carena para hacer caer el hollin producido por la combustion de la brea y si quedan algunas manchas sobre cualquiera parte de la carena, se las quita con la rasqueta mientras la brea este todavia caliente.

Para sondar, el calafate presenta sobre la costura el hierro de meter ó la pitarraza golpeando en ellos fuertemente: si la estopa esta podrida uno y otra se hundirán con mas ó menos facilidad y entonces se sacará la estopa averiada de las costuras para cuyo efecto nos serviremos del mahujo ó descalcador el cual va pasando las estopas de unas en otras reemplazándolas con otras nuevas aun que algunas veces solo se reemplazan una ó dos de dichas estopas.

Cuando no se da fuego á la carena se rasca la brea de las costuras para hacerla caer sondando enseguida y reemplazando las estopas si es necesario cuidando al mismo tiempo de punzonar las cabillas clavadas por los carpinteros.

Las cabezas y las puntas de la cabilla, se cortan al igual de los tablones de la carena y del forro introduciendo en una y otra de aquellas un punzon de hierro cuyo objeto es practicar un orificio cónico en el cual se mete un punzon de madera de la misma forma golpeándolo con el mazo y cortándolo en seguida por el pié de la cabilla. Este punzon de madera sirve para hacer hinchar la cabeza y punta de la cabilla á fin de que su asiento en la madera sea mas sólido.

Los calafates deben tambien frisar las portas de batería y las portillas de luz á cuyo efecto se colocan bandas de friso sobre las ranuras de la parte inferior que hacen cerrar exactamente las portas ya mencionadas.

Unas placas de cuero llamadas *manguerotes* estan clavadas en la tablazon esterior sobre las *imbornales* que son los agujeros que dan salida á las aguas de las cubiertas.

La parte que no esta clavada cubre el imbornal como una válvula; dichos manguerotes se hacen tambien de cobre con visagras para que pueda escurrir el agua de las baterias é impedir la entrada de la de fuera.

Las aguas llovedizas ó las introducidas por los golpes de mar que inundan algunas veces las cubiertas podrian entrar en la bodega por las fogonaduras de los palos: para evitarlo se coloca en ellas una *balona de cuero* clavada sobre la fogonadura y sobre el palo y á fin de que las cabezas de los clavos no corten la balona se interpone una tira del mismo cuero entre esta y las cabezas de aquellos.

Colócase tambien una balona ó capa en la limera del timon para impedir la introduccion de las aguas, cuando los golpes de mar vienen à dar en la bovedilla; las balonas son algunas veces de lona pintada.

La parte de la balona clavada sobre la cubierta tanto para los palos como

para el timon se cubre con una guirnalda de madera para defenderla de toda filtracion cuando se limpian las cubiertas.

Los calafates no solo estan dedicados al calafateo de los barcos sino que tambien se ocupan en el desguaze, colocacion del forro de madera y colocacion del blindage. Para estas operaciones necesita multitud de herramientas que vamos á describir.

Para desguazar madera se hace uso de la *trencha* y cuando en un barreno encuentre hierro lo corta por medio de la *gubia* (Fig. 323) Para hacer agujeros hace uso de las barrenas de varias dimensiones cuya cabeza de anillo lleva un *bandeador* ó barra para hacerlo girar (Fig. 324).

Las barrenas se dividen en *salomónicas* (Fig. 325) y de *media caña* (Fig.326).

Despues de hecho el barreno se limpia el agujero por medio de la *vitola* (Fig. 327) se coloca el perno y con una mandarria se clavan, ya directamente ó ya golpeando sobre una *sufridera* ó *rempujo* (Fig. 328) que se aplica al perno. Si este al clavarse se tuerce, se desvía por medio de la *mordaza*.(Fig. 329) Cuando es necesario echar fuera pernos y clavos se hace uso de los *botadores* (Fig. 330) ó de la *palanca* (Fig. 331) y si estuvieran remachados se cortan los remaches por medio de la *puncela* (Fig. 332).

Para cortar alguna pieza de hierro se hace uso del *buril* (Fig. 333) y de la *tajadera* (Fig. 334) y para barrenarlo se usa de la *broca* (Fig. 335) y de la *catraca* (Fig.336) con su *pié de amigo P* que sirve para fijarla.

Todas las tuercas se ajustan por medio de llaves de varias formas como representa la (Fig. 337) y de la llave llamada *inglesa*, (Fig. 338) y para desatornillar emplean el *desatornillador* ó las llaves mismas.

Los martillos empleados por el calafate son de varias formas, (Fig 339): el *a* para las portillas de luz, el *b* para asentar el cobre en los cosederos, el *c* para remachar, el *d* para rebatir el hierro en las costuras del blindage, el *e* para forrar en cobre y el *g* para clavar y desclavar, empleando en lugar de martillo la *corredera*, (Fig. 340) para clavar pernos de tajamar y busardas.

La limpieza de las bombas tambien está encargada á los calafates usando para esto el *sacanabos* y las rasquetas de seccion circular (Fig. 341).

LANZAMIENTO.

LECCION 28.

243. CONDICIONES NECESÁRIAS PARA BOTAR UN BUQUE AL AGUA.—Forrado completamente el buque y calafateado, se embrean las costuras recubriendo toda la obra muerta de una capa de alquitran procediendo inmediatamente á botarlo al agua operacion que recibe el nombre de *lanzamiento*. Si se quisiera conservar el buque en la grada, en este caso no habria necesidad de forrarlo ni calafatearlo pues, como al secarse la madera disminuye de volumen, las costuras se abririan perdiendo asi el trabajo ejecutado.

Ya sabemos que las gradas (123) forman un ángulo con el horizonte tal que la componente del peso del buque paralela al plano de dichas gradas sea igual ó mayor que el rozamiento á que dicho peso da lugar y tambien hemos dicho (126) que las gradas deben prolongarse de una cantidad suficiente para que aquel no las abandone hasta que tenga agua bastante para flotar. En los puertos en que las mareas son grandes no es difícil construir una antegrada que reuna las condiciones de longitud y solidez necesarias puesto que podemos aprovechar las bajamares para llegar á obtener un resultado satisfactorio, pero en los puertos sin marea como sucede en los del Mediterráneo la operacion encierra mayores dificultades aun que los adelantos hechos en estos últimos años en las construcciones hidráulicas nos permiten vencerlas facilmente. En algunos puertos han formado la antegrada clavando varias filas de pilotes arriostrados en sus cabezas por robustos durmientes y traviesas de madera los cuales constituian un emparrillado cuyos huecos se rellenaban de hormigon, determinando asi un plano inclinado continua-

cion del de la grada ó paralelo á él y un poco mas bajo con objeto de colocar encima un tablero de madera perfectamente consolidado que viniendo á paño con la grada permitiese al buque resbalar con poco rozamiento sobre él, despues de haberlo cepillado y ensebado perfectamente: Este tablero puede levantarse con facilidad para emplearlo en otras gradas ó conservarlo para una nueva botadura.

Todas estas operaciones se hacian antiguamente construyendo una ataguia para poder trabajar en seco que destruían despues de concluida la antegrada pero hoy con el *escafandro* ó aparato de bucear no hay necesidad de emplear un medio tan costoso.

Llegados al caso de contar con una grada y antegrada convenientemente dispuestas, si despojàramos al buque de todas sus escoras serìa fácil que teniendo únicamente su quilla apoyada sobre los picaderos se acostase sobre una banda ó que puesto en movimiento variase de direccion saliéndose de la antegrada con grave riesgo de estrellarse ó de irse á pique. De ahi se deduce que la operacion del lanzamiento exige otras condiciones ademas de las que hemos espuesto relativas á la pendiente y longitud de la grada y antegrada las cuales pueden reducirse á tres principales:

1.ª Hacer que el plano diametral del buque se conserve siempre vertical durante el movimiento,

2.° Dirigirlo de manera que la interseccion de dicho plano con la grada sea siempre la línea máxima pendiente de esta.

3.° Contar con los medios necesarios para detenerlo en su marcha ó retardar el movimiento cuando su demasiada velocidad en dicho movimiento pueda dar lugar à alguna avería.

Ademas, como en la práctica no siempre sucederá que la pendiente de la grada calculada sea la necesaria para que, zafadas las escoras del buque, marche solo en virtud de su peso es necesario disponer de aparatos que le puedan dar el impulso conveniente para ponerlo en movimiento. Para llenar las dos primeras condiciones se han ideado aparatos especiales llamados *basadas* en las cuales se han ido introduciendo sucesivamente diversas modificaciones y reformas en términos de llegar á botar los buques sin riesgo y con una facilidad estrema. Vamos pues ahora à describir todas las basadas que mas generalmente se han empleado por el órden de antigüedad.

244. Basada ó armamento de trincas.—El aparato de lanzamiento empleado hasta hace pocos años en España y en Francia es el conocido con el nombre de *basada* de *trincas* ó *armamento*. Se compone de dos partes principales, de la *cuña* ó cama que sostenía el buque y lo acompañaba hasta que flotase y del maderâmen fijo de la grada reducido à un sistema de carriles sobre los que se deslizaba la cuna.

La parte fija de la basada (Fig. 342) està formada por unos tablones endentados con las madres de la grada á una y otra banda de ésta, los cuales determinan dos planos inclinados que perfectamente cepillados permiten des-

lizar sobre ellos la cuna que sostiene el buque. Estos tablones *i* llamados *imadas* se prolongan por la antegrada llevando un resalto para impedir el movimiento lateral de la cuna el cual lo forma un tablon *g* colocado de canto que recibe el nombre de *guarda-vasos* ó *gualdera*.

Para formar la cuna del buque se colocaban sobre las *imadas* unos paralelepípedos de madera *a* llamados *anguilas* ó *vasos* cuya longitud era próximamente igual á la eslora de dicho buque. Sobre estas anguilas que distaban entre si el $\frac{1}{3}$ de la manga descansaban las *almohadas* ó piezas *h* que labradas segun plantilla se unian al casco en su parte media por el intermedio de un macizado de toginos. En las estremidades de proa y popa la almohada estaba reemplazada por toginos en los cuales se espigaban unos postes ó *columnas* *l* encajados en las anguilas y unidos entre si con el auxilio de traviesas *t* y de tornapuntas que les impedian caerse de proa á popa.

Apoyado el buque sobre los picaderos era necesario levantarlo á plomo con el objeto de que sostenido solamente por su cuna pudiese deslizarse con ella á lo largo de la grada. Para esto se unian las columnas de una y otra banda por medio de unas cuerdas sin alquitranar, las cuales daban dos ó tres vueltas en cada una de las columnas encajándose en unos dientes ó rebajos practicados en ellas con el objeto de que no resbalasen.

Al tratar de botar el buque se mojaban las *trincas* ó cuerdas las cuales *l* encogiéndose tendian á ponerse horizontales y levantando el casco sobre los picaderos permitian zafarlos con facilidad.

Como las trincas al contraerse aproximarian las columnas y las anguilas de una y otra banda, se cólocaban contretes de madera *c* apoyados en la quilla por un extremo y en unos rebajos practicados en las anguilas por el otro: para evitar el efecto contrario, esto es, para acabar de hacer solidario el sistema se unian las anguilas entre si por medio de unas trincas horizontales hechas firmes en unos argollones triangulares empernados en las caras interiores de dichas anguilas.

Como en la parte media, al suspender el buque, las almohadas no se ajustarian bien sobre el costado se colocaban entre los macizos y las anguilas unas cuñas con las cuales se podia conseguir este resultado. Las almohadas y macizos estaban por otra parte sostenidos por unas pequeñas columnas apoyadas esteriormente sobre este maderámen al rededor de las cuales se daban las trincas pasando por el hueco comprendido longitudinalmente entre las cuñas.

245. Medios de retener el buque antes y despues del lanzamiento.—Llenada la condicion de invariabilidad del buque de babor á estribor nos falta ver el medio de retenerlo en la grada hasta que se quisiera lanzarlo asi como el de disminuir su velocidad durante el movimiento para el caso en que el camino que tuviese que recorrer fuese limitado.

Igualmente debemos exponer los mecanismos empleados para impulsar

al buque cuando por alguna circunstancia no se pusiese en marcha al quedar libre su basada. Para retener la cuna en la grada se colocaban unos *contretes* ó *llaves m* apoyados por un estremo en un rebajo practicando esteriormente cerca las cabezas de cada una de las anguilas ó contra un togino clavado á las mismas y por el otro á otro togino fijo á una solera en la grada. Del mismo modo se sugetaban algunas veces las imadas á la grada para asegurar mas su invariabilidad con la diferencia que los contretes destinados á éste objeto eran permanentes asi como los de las anguilas estaban dispuestos de manera que pudiesen zafarse fácilmente al querer lanzar el buque.

Ademas de los contretes de retenida, las anguilas llevaban en sus estremos de proa unas *groeras* ó agugeros *n* por los que pasaban unas trincas de jarcia blanca de 30 centímetros de mena las cuales se hacian firmes á unas *bitas* cañones ó columnas empotradas en la cabeza de la grada. Para asegurar mas la union entre las dos anguilas se unian en su estremo de popa con una gran traviesa de madera llamada *cruceta t* por medio de unas curvas de hierro ó de madera la cual servia al mismo tiempo para una tercera trinca de retenida que daba vuelta á otra cruceta apoyada ó sujeta á las bitas. Este aparato de *retenida* se llamaba tambien *linterna*.

Para retener el buque durante su lanzamiento cuando esta operacion se verificaba en un canal ó ria estrecha se colocaban en dicho canal y transversalmente á la direccion de la grada una balsa hecha de palos de arboladura unidos con reatas sobre la que iba á chocar el codaste que se revestia de una pieza de pino de 70 centímetros de espesor con el objeto de que no sufriese en el choque. Otro de los medios de retenida se reducia à dos cables amarrados á popa de la grada á unas anclas ó bitas (Fig. 343) las cuales dejando una bitadura á lo largo de la quilla entraban á bordo por los escobenes dando una segunda bitadura en la bateria y fijándose sólidamente en las bitas del buque.

Unas bozas fáciles de romper destinadas á amortiguar gradualmenre la velocidad iban unidas de distancia en distancia á esta última bitadura.

Para impedir al buque que vuelva para atrás se dispone en los cables de guia de que hablarémos mas adelante unas bozas ó cabos cuyas cabezas se amarran á varios puntales oblicuos establecidos en la cubierta y cuyas rabizas van al cable de guia en sentido de proa á popa.

246. MANERA DE BOTAR EL BUQUE AL AGUA CON LAS BASADAS DE TRINCAS Y MEDIOS DE IMPULSION EMPLEADOS CON ESTE OBJETO.—Antes de proceder á la botadura se empezaba por examinar el maderamen especialmente las imadas en las cuales todas las uniones se efectuaban á tope de huida para hacer imposibles los apuntalamientos debidos á los escarpes. Como las anguilas y las imadas se tenian generalmente colocadas siempre quedaban muy adheridas, asi es que antes del lanzamiento se engrasaban bien con jabon y sebo lo mismo que la imada y la parte que se prolongababa é introducía en la mar aprovechando para esto la bajamar. En Cartagena en que no hay marea no se ensebaba dicha parte, colo-

cábanse luego las anguilas en su verdadera posicion, se clavaban los guardavasos, columnas y contretes de la quilla. Dispuestas las trincas de las anguilas se colocaban las almohadas y las cuñas sobre el larguero que en el centro servía de sosten á los costados del buque, y finalmente se daban las trincas que habian de levantar. Despues se armaban las trincas de retenida y se colocaba la *sorda* ó *guindaleza* que era un cabo que rodeando al barco se unía á los cabrestantes de cada banda. (Fig. 344) Este cabo que tenía una circunferencia de 28 centimetros de desarrollo se tenía dispuesto dos dias antes del fijado para la botadura. Para este dia se quitaban las escoras, empezando por las filas inferiores, ejecutando esta operacion desde popa à proa y marchando simultáneamente por ambas bandas, es decir, separando al mismo tiempo una escora de babor y otra de estribor. Quitadas todas las filas escepto la mas alta en la cual se dejaban algunas, se esperaba á los $^3/_4$ de la marea que era cuando empezaba propiamente la botadura; se procedia á quitar las escoras los cuales quedaban teniendo cuidado de colocar 6 ú 8 hombres desde las portas los cuales sosteniendo la cabeza de la escora por medio de una veta de esparto la bajaban lentamente hasta el suelo retirándola inmediatamente otros operarios para que no estorbase la operacion. Eneste estado se mojaban las trincas y se desguazaban los picaderos cuando el buque quedaba suspendido sobre las trincas y almohadas. En seguida se zafaban los contretes de retenida, se picaban las trincas de retenida de las anguilas y finalmente se medio-picaba la trinca diametral dejando al buque que concluyese de romperla. Si despues de picar las retenidas no se ponia en movimiento se hacia uso de la sorda y si esto no bastaba de los *palancuelos* y del *disparador*.

Los palancuelos *p* que tenian ordinariamente una longitud de 10 metros se apoyaban sobre un tojino clavado en las cabezas de las anguilas maniobràndose por medio de aparejos dobles á cuya tira se aplicaba la fuerza de varios hombres ó bueyes ó se aumentaba el esfuerzo con cabrestantes.

El disparador *d* es una tornapunta situado en el plano diametral apoyada contra la roda por un estremo y sostenida contra la grada en el otro por el intermedio de cuñas. Golpeando à estas con un mazo *m* llamado *drao* se obligaba al buque á partir en la mayor parte de los casos.

La basada que en este sistema de lanzamiento acompañaba al buque quedaba completamente destruida al desprenderse de él marchando cada pieza por su lado escepto las anguilas que llevaban por los extremos de popa y proa dos cables llamados *treneles* ó *frenillos* con unas boyas en su estremo que se largaban cuando el buque iba á flotar y que servian para indicar el sitio á donde iban á parar las partes principales de la basada.

Finalmente, para guiar al buque durante su lanzamiento se colocaban algunas veces dos cables que amarrados à la proa de la grada entraban por los escobenes y salian por las portas de popa haciéndose firmes á dos muertos anclados en la mar. Estos cables se llamaban *guias* ó *conductores*.

247.—Basada de madera ó de cuñas usada en Inglaterra.—Uno de los inconvenientes de la basada de trincas consistía en que estas despues de mojarse en la mar quedaban inútiles para otra vez lo cual hacia que este sistema de lanzamiento fuese muy dispendioso asi es que por esta causa y por la no menos poderosa de lo muy difícil que era tesar igualmente las trincas esponiendo á quebrantar el buque, los ingleses lo reemplazaron por el que usan actualmente que no es mas que una modificacion del antiguo. Este se reduce á lo siguiente: se colocan (Fig. 345) sobre la anguila *a* una sobre-anguila *s* entre las cuales se introducen largas cuñas de lengueta para poder levantar el buque, cuñasque vienen á hacer el oficio de las trincas.

Para impedir la apróximacion de las anguilas se unen estas entre si por medio de unos barrotes ensamblados á cola de milano.

En el centro del buque se colocan almohadas apoyadas directamente encima de la sobre-anguila y en las estremidades unos toginos clavados en el buque ó bien sostenidos por las columnas que se hacen invariables á la cuna por medio de contretes *m* en cruz con los de la quilla y apoyados por su pié sobre los de ésta.

La diferencia esencial entre ambas basadas es que en la inglesa se eleva el buque apretando simultáneamente todas las cuñas á golpe de mandarria lo cual ofrece la ventaja sobre el sistema anterior de ser mas fácil el levantar mas igualmente el buque y no existe el inconveniente de la pudricion de la járcia.

Los ingleses botan sus buques por medio de esta clase de basadas pero no emplean mas retenidas que las llaves y *picaderos de retenida* que son dos ó tres picaderos que ponen en contacto con la quilla en la parte de proa y cuya cara superior va untada con tierra blanca.

Para dar el impulso al buque cuando está sin retenida hacen uso de la prensa hidráulica cuyo émbolo se aplica sobre un togino clavado ó apoyado sobre el pie de roda.

248. Basada de Mr. Le Roux.—Las basadas que acabamos de describir ofrecen el inconveniente de quebrantar mucho la quilla por la diferencia de esfuerzos que esperimenta el buque estando sumergido por una parte y en el aire por la otra.

Por esta razon los franceses han abandonado los dos sistemas descritos empleando el inventado por el ingeniero de marina Mr. Le Roux (Fig. 346) el cual reune muy buenas condiciones sobre todo para el lanzamiento de navíos y grandes buques.

Lo mas notable de la basada de que nos ocupamos es la *corredera* sobre la que se desliza la quilla del mismo modo que lo hacen las anguilas de cada banda sobre las imadas. Con esto ademas de ofrecer una nueva línea de apoyo al buque se disminuye su quebranto.

En la corredera se coloca una pieza llamada *zapata* sobre la cual debe descansar la falsa quilla ó zapata del buque. La zapata se compone lo mismo que

la imada de esta corredera central, de dos ó tres tracas de tablones unidos á tope en el sentido de la manga y escarpados á la inglesa de popa á proa (Fig. 347).

Para colocar la zapata y la corredera se suprimen los picaderos de dos en dos y se sustituyen luego cada uno de ellos por dos largas y afiladas cuñas que apoyadas sobre las madres de la grada permiten ajustar la corredera y zapata perfectamente al buque.

Para asegurar la invariabilidad entre la zapata y las anguilas (Fig. 346) se unen por medio de grandes tirantes de hierro que terminan unos en dicha zapata y otros pasan de una banda á le otra Luego se colocan perpendicularmente á la quilla y apoyados sobre ella varios contretes que descansan en unos rebajos de las anguilas.

Como todas estas consolidaciones no producen efecto mas que en sentido normal á la quilla se unen tambien las anguilas y zapata por medio de tornapuntas y tirantes formando cruz de S. Andrés estableciendola igualmente la union entre la quilla y las anguilas por medio de tornapuntas oblicuas que fijan el buque à la basada en el sentido longitudinal.

Finalmente una gran cruceta de madera ensamblando las cabezas de popa de las anguilas acaba de dar mas rigidez á todo el maderamen.

En las inmediaciones de la cuaderna maestra, las almohadas descansan en la sobre-anguila aproximándose segun convenga al costado del buque por medio de cuñas interpuestas entre las anguilas y las sobre-anguilas. Cuando levantase ya mas sobre la grada se interponen entre la sobre-anguila y las almohadas unas pequeñas columnas espigadas en ambas piezas.

En las estremidades se suprimen la sobre anguila y la almohada pero se espigan columnas en la anguila y en toginos clavados al costado del buque. Estas columnas se aseguran de popa á proa por medio de tirantes y contretes los mismo que de babor á estribor (Fig. 348).

La zapata que hemos descrito termina en la popa en un talon con el objeto que el buque al partir la lleve consigo evitando asi el rozamiento en la falsa-quilla de dicho buque que podria levantar el cobre sin esta precaucion,

Los sistemas de retenida y de impulsion empleados en este sistema de lanzamiento son los ya descritos en la basada de trincas.

249. Basada de anguilas fijas.—En la basada de Mr. Le Roux vemos que una seccion transversal del buque tiene tres puntos de apoyo con lo cual queda el peso repartido entre los tres pero cuando se dispone de una grada cuya resistencia sea suficiente podrémos sustituir este sistema de lanzamiento por el llamado de *anguilas fijas* cuyo carácter distintivo consiste en no apoyarse mas que en la quilla y marchar el buque sin basada que le acompañe. Este es el procedimiento que nosotros empleamos por que ademas de satisfacer á las condiciones de seguridad presenta notables ventajas sobre los anteriores no solo por ser mas sencillo de establecer sino tambien por ser mucho mas económico. Los franceses solo lo emplean para fragatas y buques pequeños pero nosotros lo he-

mos usado para todas nuestras grandes fragatas blindadas sin tener que lamentar avería alguna.

Como en la basada Le Roux, se coloca (Fig. 349) la zapata debajo de la falsaquilla del buque por trozos que se van empernándo sucesivamente: enseguida se pone debajo de ella la corredera la cual no se hace de una pieza en el sentido longitudinal sino que se iráinterrumpiendo para dejar algun picadero apoyado directamente sobre la zapata. Con el objeto de impedir el movimiento de la corredera se colocan contretes hechos firmes en la grada por un estremo y sobre ella por el otro á una y otra banda.

Las almohadas que ocupan en la parte central una longitud igual á la décima parte de la eslora del buque estan clavadas á los costados y descansan directamente sobre las anguilas ó mejor dicho pueden descansar sobre ellas puesto que distan entre si uno ó dos centímetros.

Para hacer á dichas almohadas mas invariables al costado se colocan en su centro y estremidades fuertes toginos que las sostienen.

Vemos que aqui las anguilas son fijas y no tienen mas objeto que el servir de guia al buque si perdiendo este su equilibrio se acuesta sobre cualquiera de las dos que se prolongan hasta el fin de la ante-grada. Estas anguilas se clavan sobre una serie de picaderos los cuales se acharranchan entre si y acontretan contra la grada para impedir todo movimiento. Para obtenermas seguridad en la operacion las anguilas van provistas de guarda-vasos.

En este sistema el rozamiento es mucho menor que en los demas asi es que es preciso tener cuidado en establecer las llaves y los picaderos de retenida de manera que el buque no se escape antes de tiempo como ha sucedido muchas veces é ir quitando la última fila de escoras en el momento de la operacion pero empezando á un mismo tiempo por proa que por popa ó alternativamente pues si se va de popa á proa las últimas escoras hacen presion sobre el buque y lo hacen marchar como sucedió con la *Sagunto* que partió arrastrando siete escoras de cada banda sin esperar por la sorda, palancuelos, disparador y prensa hidráulica, despreciando los picaderos de retenida y las llaves que saltaron por encima de los operarios y demas que presenciaban las maniobras.

Inútil es decir que en estas basadas no se usan las trincas de retenida aun que algunos queriendo imitar las basadas antiguas aseguran la zapata á un muerto ó arganeo de la grada por medio de un cable para cortarlo antes del lanzamiento. Otras veces se hace salir la zapata un poco mas á proa del pié de roda y la clavan á un picadero de manera que despues al tratar de botar el buque no hay mas que aserrar la cabeza de dicha zapata con lo cual queda ya libre.

En el arsenal de Ferrol como los buques tienen mucho espacio para correr al ser lanzados al agua no se emplea cable minguno de retenida ni las balsas de choque: con tres ó cuatro picaderos de retenida y las llaves hay lo suficiente para retardar la operacion sin peligro en la mayor parte de los ca-

sos y como el buque va siempre guiado perfectamente se suprimen tambien los cables conductores.

Si el buque estuviera construido en una grada antigua provista de imadas laterales se podria emplear el sistema de lanzamiento que acabamos de describir sustituyendo las anguilas por unos tablones sobre los que se colocan grandes columnas que van á apoyarse y clavarse al casco mas arriba de la flotacion (Fig.350).Estas columnas van unidas entre si longitudinalmente por medio de tornapuntas y contretes de madera que hacen el sistema invariable; su *solera* ó anguila se deja uno ó dos centímetros mas alta que la imada para que no resbale sobre ella mas que en el caso de perder el buque su equilibrio.

250. LANZAMIENTO SOBRE ANGUILAS FIJAS Y ALMOHADAS VOLANTES.—Como las almohadas en los sistemas anteriores van clavadas á los costados del buque obligan la mayor parte de las veces á meterlo en dique despues de la botadura para quitárselas.

Esto no deja de ser un inconveniente cuando se carece de estas construcciones ó de aparatos de bucear que permitan desclavar dichas almohadas:por otra parte si los buques son de hierro,éstas no se pueden tampoco empernar.Por todas estas razones se hace uso en tales casos de *almohadas volantes*, es decir, de almohadas en cuyas estremidades se abren unas groeras por las que pasan cables que entrando por los escobenes y la limera del timon ó porta de popa se tesan y hacen firmes con el cabrestante aplicándolas ademàs al costado por medio de *frenillos f* transversales que abrazan el buque pasando por groeras abiertas en la zapata de lanzamiento y por las portas.

La (Fig. 351) representa el aparato de lanzamiento de la fragata *Berenguela* primer buque que en el arsenal de Ferrol fue botado al agua por este procedimiento bajo la direccion del inspector general de ingenieros de marina Excelentísimo Sr. D. Hilario Nava. Para esta botadura se empleó un sistema de retenida análogo al antiguo de linterna, reducido á un cable que abrazando el buque se hacia firme á la proa de la grada tesándolo con un aparejo cuyos guarnes se picaban en el momento de dar la voz de «pica retenidas.»

Las almohadas en este caso tienen dos caras perpendiculares al costado y de las otras dos, una se apoya en dicho costado mientras que la opuesta le es paralela lo cual hace que en este caso las anguilas tengan su cara inferior inclinada hacia el centro de la grada en vez de formar un plano paralelo á la misma.

En todas las basadas de anguilas fijas puede suceder facilmente que el buque perdiendo su estabilidad trsnsversal al zafar las escoras se incline apoyándose sobre una de las anguilas en cuyo caso los contretes de retenida de una banda quedan flojos mientrus que los de la otra esperimentan una presion tan considerable que hace difícil el poderlos abatir. Para obviar estos inconvenientes se colocan á cada costado dos escoras *m* llamadas *muletas* las cuales terminan por ambos extremos en dos superficies cilíndricas convexas apoyadas en un togino clavado al costado y en una solera fija á la grada. Al

partir el buque, como el togino tiene un rebajo de la misma forma al cual se adapta la muleta, gira ésta alrededor de su pié dejando por si misma al buque en libertad. Con el objeto de que al caer la muleta no lastime á los operarios, se establece una especie de enjaulado (Fig. 349) dentro del cual queda encerrada.

Las basadas de que nos estamos ocupando deben quedar dispuestas completamente el dia antes del lanzamiento.

En la marea baja precedente á esta operacion se procede á ensebar las almohadas despues de haber sacado las anguilas en toda su estension las cuales se enseban tambien. Al mismo tiempo se van separando los diversos trozos de corredera para darles tambien sebo y jabon y despues se van colocando en su sitio pero cuidando de que no queden apretadas cotra la quilla pues podia escapar el buque como ya ha sucedido algunas veces. Al llegar la marea á los $^3/_4$ de subida se aprietan las correderas por igual en proa y popa pero de manera que el buque descanse perfectamente sobre los picaderos de retenida: en seguida se van abatiendo las escoras empezando por la del codaste y siguiendo de popa á proa simultáneamente en cada banda ó mejor empezando á la vez por los dos estremos como ya se ha dicho (247). Cuando el buque esta ya apoyado solamente en la corredera central y en las muletas, se zafan los contretes y los picaderos de retenida lo cual se podrá hacer con prontitud si previamente se ha dado á estos últimos algunos golpes de sierra que permitan desguazarlos con facilidad.

Si en este estado el buque no se pone en movimiento, se aprietan con el drao las cuñas del disparador, se hacen obrar los palancuelos sobre la roda ó se mandan virar los cabrestantes de la sorda concluyendo por recurrir á la prensa hidràulica si todos los medios anteriores no fuesen suficientes.

Como no seria la primera vez que un buque se resiste á marchar á pesar de emplear algunos aparatos de impulsion, ni estaria nunca de más tener preparados todos los sistemas conocidos para este objeto á fin de no verse en el compromiso de tener que retardar la operacion acaso para mucho tiempo por no haber luego la altura de agua necesaria para la operacion, sobre todo en los puertos del Occéano.

251. Lanzamiento de costado. Descripcion de la botadura del Leviathan.— Vamos á dar à conocer el sistema empleado para botar al agua el famoso monstruo marino Leviathan, ahora Great Eastern, producto del grande ingenio del tan célebre ingeniero Mr. Brunel.

Si se hubiera colocado el buque en un plano inclinado con una pendiente de $^1/_{15}$, atendida su gran eslora hubiera levantado su pie de roda 12,^{m}192 mas que en el caso de sentar la quilla sobre un plano horizontal, asi como el castillo distante de aquella unos 18 metros se hubiera encontrado á una altura de 30,^{m}48 sobre dicho plano.

La inconveniencia y el coste de construir à una altura tan grande sobre el terreno puede facilmente concebirse, pero otra dificultad presentaba esto

mismo la cual casi llegaba à la imposibilidad que se ha tocado sensiblemente con los grandes buques lanzados hasta la fecha, y que probablemente en lo sucesivo impedirá el lanzamiento longitudinal para buques de gran eslora. Por otra parte aun cuando la pendiente de la grada fuera de $^1/_{15}$, la primera estremidad sumergida estaria á flote ó necesitaria mucha profundidad de agua antes que la parte de proa del buque llegase à la superficie de esta última. Buques de 100 á 150 metros de eslora, con dificultad pueden botarse en el rio *Támesis* à menos que estos fuesen muy ligeros y tuvieran por consiguiente poco colado en rosca; pero nuestro buque no podría lanzarse asi por que el asiento del codaste como se ha dicho antes deberia estar situado cerca de 12 metros mas bajo que el nivel del pié de roda. Alguna ventaja podría obtenerse con la modificacion en la construccion de las anguilas, pero la gran longitud de éstas sería en todos casos y circunstancias una dificultad de no poca importancia.

Estas consideraciones obligaron á Mr. Brunel á examinar el medio práctico de lanzar ó botar el buque de costado; y convencido de que presentaba muchas ventajas se decidió á llevarlo á cabo empezando la construccion por colocar el plano diametral paralelo á la direccion del rio y en una posicion tal que pudiese admitir la construccion fácil de un plano inclinado del àngulo necesario.

No quedaba mas que hacer que consolidar el terreno en los dos puntos sobre los cuales el buque debia insistir á fin de tener la suficiente resistencia para aguantar su peso total cuando se hallase completo. En estos dos puntos debian introducirse antes del lanzamiento dos cunas, lanzarlo en la marea próxima, ó bien efectuar la operacion rápidamente si se considerase con anticipacion que era preferible y fácil de adoptar este camino.

Anguilas de lanzamiento y basada.—Despues de muchas esperiencias, Mr. Brunel determinó botar el buque sobre rails de hierro en vez de imadas de madera para cuyo asiento tuvo que construir dos planos inclinados debajo del buque uno á popa y otro á proa hasta la linea de bajamar. Cada una de estas anguilas, varaderos ó caminos de hierro tenia 91,^{m}44 de largo por 6,^{m}096 de ancho, y la distancia entre las dos era tambien de unos 36 metros. Como el terreno sobre el que iban á construirse era sumamente fangoso, ha sido preciso tomar muchas precauciones para prevenir los hundimientos que hubieran sido de tan peligrosas consecuencias. Al efecto se clavaron siete filas de estacas en cada anguila introduciendo las cuatro esteriores á 0,^{m}914 de distancia unas de otras y las otras tres interiores á 1,^{m}828. Estas estacas se han hecho penetrar por el fango hasta tocar el cascajo del fondo desde 9,^{m}754 en el terreno que cae debajo del fondo hasta 3,^{m}658 en la linea de bajamar.

Por ambos lados de los topes de las filas de estacas se han colocado y empernado grandes madres de madera de 0,^{m}305 de escuadria cubriendo la superficie total de la anguila con una argamasa de hormigon hasta formar un espesor de 0^{m}609. Sobre este macizo se han fijado grandes piezas longitu-

dinales de mucha resistencia á intérvalos de un metro de centro á centro, prolongándose á lo largo de la anguila hasta sus estremidades, cruzándolas despues con otras transversales de la misma solidez, y á 0,m914 de distancia empernadas entre si y ademas hácia abajo, á fin de sugetarlas para resistir à una presion tan considerable é impedir que flotasen en las grandes mareas. Sobre estas piezas transversales y desde el buque hasta la mar se fijaron planchas metálicas de ferro carril á intérvalos de 0,m46.

Las anguilas (Fig.352)descansando asi sobre una cama de estacas y argamasa formaban una especie de varaderos que partiendo de debajo del buque llegaban hasta la linea de bajamar con la inclinacion de 1 á 12. Las cunas que sostenian el buque eran del mismo ancho que las anguilas sobre las cuales debian correr. Se han hecho de grandes tacos de madera perfectamente ajustados á la superficie esterior del casco en la parte de popa y proa y de una serie de esloras y baos sugetos á sus partes esteriores por medio de tornillos de hierro, y cargadas con lastre á fin de que no flotasen en el momento de entrar en el momento de entrar en el agua. La parte baja de las cunas se componia de planchas de hierro de 0,m177 de ancho y 0,m025 de espesor, colocadas á intérvalos de un pié en sentido perpendicular á los rails con sus cantos redondos, á fin de disminuir la resistencia que dichos rails pudieran presentar al movimiento de las cunas.

Impulsion y retenida.—Los preparativos hechos para tener seguridad de la operacion pueden dividirse en dos clases— el medio de contener el movimiento del buque si al lanzarlo fuese demasiado rápido, y el aparato empleado para darle la impulsion ó acelerar la bajada, siempre que su velocidad fuese demasiado pequeña. Abatidas todas las escoras que sostenian el *Leviathan* mientras duró el tiempo de su construccion, quedó solamente apoyado sobre las dos camas distantes una de otra 42 metros y á iguales distancias de su centro.

Los puntos en que el ingeniero director Mr. Brunel ha fijado principalmente su atencion, son: primero, dominar el *momento* de la masa en su descenso sobre un plano con inclinacion de uno por doce y segundo, impedir que una vez en movimiento quedase abandonada á su propio impulso; y en el caso que su marcha se detuviese por cualquier incidente, vencer la inercia de tan estraordinario peso, procurando desde la parte del rio una fuerza que bastase á imprimirle de nuevo un movimiento de descenso lento y compasado. Esta última era una consideracion secundaria, pues es evidente que todo el éxito de esta maniobra, dependia esclusivamente de la fuerza y buen trabajo de los aparatos de retenida. Como no era dado preveer ni calcular la precisa tension que podia venir sobre estos aparatos, hubo necesidad de ponerse á cubierto de cualquier accidente.

Para ello se calculó el siguiente poderoso sistema de retenidas. Ya hemos dicho lo que son las cunas y como los maderos que las forman estan forzados unos dentro de otros por via de cuñas con martinetes, y ligados ade-

mas con grandes piezas de hierro y otras de madera. En cada una de estas cunas se ha asegurado una gran roldana de hierro, por las cuales pasaban las cadenas de los aparejos de retenida. Estas roldanas ó poleas se han fundido espresamente para este objeto del mejor hierro. y el peso de cada una es de cinco toneladas. Los chicotes de los cables de cadena de hierro trabajadas á martillo, se han hecho firmes en dos tambores cilíndricos colocados uno en frente de cada una, y haciéndolas pasar por las correspondientes roldanas de dichas cunas venian á parar al mismo molinete ó tambor, en donde se enrollaban. Las revoluciones de estos cilindros regulaban toda la operacion. Como que estos tambores y los cimientos en que descansaban habian de resistir toda la fuerza que enjendrase la masa total del buque puesta en mocimiento, ha sido necesario tomar las mas estraordinarias precauciones para hacerlos con la mayor solidez posible, combinando en su construccion la madera con el hierro en todas las formas que la esperiencia tiene acreditadas como mas ventajosas. La figura es la de un carretel ordinario (Fig. 353). El eje esta formado de piezas cortas de madera y barras de hierro trabajadas á martillo, combinados alternativamente ambos materiales, hasta formar un tambor cilíndrico de 6,m096, de largo y 2,m744 de diámetro. En cada estremo del cilindro estaban sus ruedas ó discos de 4,m877 de diámetro, de hierro sólido, y cuyo peso pasaba de 20 toneladas de forma que el peso total de cada tambor llegaba á 60 toneladas. Dos poderosas planchas de friccion, puestas en accion con palancas de hierro de 6 metros de largo, ejercian sobre los discos de los tambores la presion suficiente para contener la velocidad de sus revoluciones, en el caso de lascar mas cantidad de cadena de la que fuese necesaria. A uno de los lados de cada molinete y anejo á ellos, está colocado un sistema de ruedas dentadas con sus correspondientes manúbrios, que habiendo servido primitivamente para enrollar en ellos las cadenas, servian despues para detener totalmente sus revoluciones; esto es, para que el rozamiento de las planchas sobre los discos hiciese mas lento el movimiento ó para detenerlo. Los cimientos de estos tambores eran lechos sólidos de estaqueria clavada á 12 metros de profundidad en una superficie de 6 metros cuadrados. Las cabezas de estas estacas estaban ligadas convenientemente y desde este cubo de estacas sobre que insistian los tambores hasta las que se han clavado para servir de cimiento á las rampas ó anguilas iban colocados fuertes contretes, de forma, que por grande que fuese la fuerza que obrase sobre los primeros, seria imposible que cediesen á menos que lo verificase con ellos todo el terreno adyacente al rio. Las cadenas de que se hizo uso, esto es, las que unian dichos tambores con las dos cunas, fueron las del mismo *Leviathan*, de 92 milimetros de diàmetro y con 27 kilógramos de peso en cada eslabon.

En el rio se han colocado tres séries de chatas fijas: una serie en frente del centro del buque, y las otras dos séries, en frente cada una pròximamente de su correspondiente cabeza. Por las chatas de proa laboreaban cadenas que ceñian el casco del buque por la amura, y cuyos chicotes iban á tierra á una má-

quina de vapor de veinte ó treinta caballos que las trabajaba. Las tres ó cuatro cadenas que iban á las chatas correspondientes al centro del buque, se trabajaban con cabrestantes desde las mismas y en la chata de popa estaba hecha firme una sola cadena que pasando por una roldana fija al muñon del eje de la hélice, y volviendo á pasar por otro retorno en la chata, iba á tierra á unirse con otra máquina de vapor de igual fuerza á la que hemos dicho que trabajaba las cadenas de las amuras. Este sistema de cadenas era el calculado para imprimir al buque el primer movimiento. Su potencia equivalia á doscientas cuarenta toneladas.

Ademas como fuerza auxiliar debian emplearse dos máquinas hidráulicas una de 600 y otra de 1000 toneladas de presion obrando una sobre cada cuna, con el intermedio de contretes de madera.

Ensayos de lanzamiento.—En el primer ensayo de lanzamiento que tuvo lugar el 2 de Noviembre de 1857 el buque recorrió 1,^{m}83 en dos segundos y á consecuencia de algunas desgracias ocurridas por haber faltado ó roto algunas cadenas, como resultado de su estrema tension y no funcionar las bombas de la prensa hidráulica, Mr. Brunel contra su mismo propósito dió órden de suspender las operaciones,

Despues de pasados quince dias, Mr. Brunel renovó las maniobras á fin de conseguir su objeto con mas vigor. La causa del resultado poco favorable obtenido en el primer ensayo, fue debida á que los bordes de las estacas, contra las cuales descansaban las bases de las prensas hidráulicas, cedieron bajo la presion ejercida entre ellas y las cunas del buque rompiendo en algunas partes. La amarra de cadena á la polea por medio de la cual la popa debia alarse hácia el rio tambien habia roto por un grillete. Sin embargo, el hecho de haberse movido el *Leviathan* venia á confirmar la opinion de Mr. Brunel de la posibilidad del lanzamiento en un tiempo mas ó menos lejano; asi que este segundo ensayo se hizo reservadamente asistiendo solamente unos veinte ó treinta ingenieros mecánicos.

Todo estaba preparado y listo, y las prensas hidráulicas funcionaban solas sin ninguna ayuda. Despues de algunos minutos de trabajo se dejó sentir un ruido, el cual provenia del crugido de todas las maderas que cedian bajo una gran presion.

Se habia creido en un principio que era el buque el que cedia pero poco tiempo fue necesario para ver que la estacada sobre la cual descansaban las prensas empezaba à ceder extraordinariamente teniendo mas tarde que abandonar las operaciones hasta otra vez á causa de haberse presentado algunas averías de consideracion.

Diez minutos despues del anterior ensayo, Mr. Brunel determinó que se reforzasen las estacas, y nueve dias mas tarde el infatigable ingeniero lo tenía todo dispuesto para el tercer ensayo, el cual parecía iba á dar un buen resultado. El buque ha descendido sobre las anguilas de un modo muy regular y gradual habiendo recorrido unos 7,^{m}62. Esta distancia la anduvo sin dificultad, y

Mr. Brunel desarrolló todas sus fuerzas intelectuales para conseguir su objeto esta vez, aun que en vano, pues tuvo tambien que desistir visto que el buque no avanzaba un milímetro mas.

Once dias despues del anterior ensayo, Mr. Brunel apareció en el Astillero dispuesto á emprender de nuevo el cuarto ensayo y despues de asegurar lateralmente por medio de planchas de hierro que iban fijas á las anguilas las madres ó contretes de madera que se apoyaban contra las cunas y sobre las cuales ejercian la presion los pistones de las prensas, se empezó la maniobra. Esta vez el buque estuvo mucho tiempo sin moverse, los gatos y las prensas hidráulicas han sido forzadas hasta lo sumo y los hombres que hacian funcionar las manivelas dobles rompieron la amarra de cadena que arrastraba el buque á la corriente. Instantàneamente y en medio de todos los esfuerzos, el gran buque se deslizó sobre las anguilas recorriendo 0,^{m}127 á proa y 0,229 à popa en casi un segundo, quedando parado sin que al aproximar de nuevo las prensas á las cunas se pudiese obtener resultado alguno.

El sacudimiento y pronta parada hicieron firme al buque de tal manera que ningun nuevo esfuerzo pudo desalojarlo, sin embargo de que la presion de las máquinas hidràulicas era tan grande, que un madero de 43 centimetros de escuadria se hizo pedazos lanzándose al aire como resultado de un violento esfuerzo de casi 800 toneladas. Este madero fué reemplazado por otro de mas escuadria, uniéndolo á las anguilas y cargàndolo de lingotes en su estremo de manera que se consiguió darle asi la resistencia suficiente.

Al mismo tiempo las válvulas de escape de las prensas se habian cargado con pesos, conteniéndolas violentamente, y el buque sin embargo permanecía estacionario. En medio de tantos y tan grandes esfuerzos unidos se dejó oir el ruido de una explosion seguida de un sonido brusco debido á una de las prensas hidráulicas de 0,^{m}254 cuyos cilindros habian rebentado de arriba abajo.

Verificado el reconocimiento se halló que el hierro estaba resentido, habiendo cedido con la presion de 3 toneladas por centímetro cuadrado. Afortunadamente no hubo que lamentar desgracias. Este accidente puso término á los esfuerzos de este dia de ensayo, aun cuando estaba de terminado de ante-mano trabajar toda la noche con objeto de lanzar el buque en la marea del siguiente dia.

Mr. Brunel no desmayó un momento, y al poco tiempo cinco prensas hidráulicas mas, de 0,^{m}254, fueron aplicadas á los inmóviles costados del *Leviathan*. Cuatro dias despues de ésta operacion se comenzó otra vez al lanzamiento obedeciendo el buque al impulso de las prensas y recorriendo en un segundo una distancia de 1,^{m}85 con un movimiento uniforme y sin ruido.

Al siguiente dia, el buque abandonó por completo las fundaciones antiguas sobre las cuales habia sido construido, descansando desde luego sobre las

nuevas anguilas. En este dia la distancia recorrida llegó á 9,m449 por intér los de 15 á 30 centímetros llegando la marea alta a 1,m21 piés debajo de la quilla produciendo el efecto de hacer las anguilas mas ligeras en unas 150 toneladas de su peso muerte; esto sin embargo no produjo ninguna diferencia en la marcha del buque.

Muy cerca de una semana permaneció el *Leviathan in statuquo*, y á Mr. Brunel le parecía imposible que el buque se mofase de sus mayores esfuerzos. Todos los mecanismos posibles habian sido preparados parecia que el buque debia obedecer. Sin embargo, su fé inquebrantable y su constancia nada comun, le obligaron á hacer un nuevo y quinto ensayo en el cual obtuvo un resultado mas deplorable que los anteriores, pues las prensas hidráulicas, los molinetes y cadenas á pesar de su buena construccion, se fueron haciendo pedazos hasta el punto de quedar todos los aparatos inservibles.

Parece que el no obedecer el buque á los impulsos mecànicos aplicados entonces, era debido á hallarse éste en una pendiente mas reducida, la cual ejercía una influencia contraria. Al mismo tiempo la parte baja de hierro de las cunas y las planchas de hierro del ferro-carril de las anguilas se habian cubierto de una capa de óxido resultando que la resistencia del hierro contra hierro se habia calculado en un 45 0/0. Sin embargo, pudo el buque descender 90 centímetros en un momento dado y desde entonces los mayores esfuerzos han sido inútiles para moverlo. Las prensas hidráulicas han sido cargadas hasta el estremo de que penetrando el agua en los costados de una de ellas à traves del hierro, todo el cilindro se abrió de arriba abajo con un ruido que parecía el de una explosion subterránea. Al mismo tiempo el cilindro del molinete se habia sentido. El esfuerzo de éste ha sido cerca de 100 toneladas, siendo lo mas singular que la cadena con la cual se arrastraba la popa del buque hácia el amarradero del rio habia resistido á la tension Despues de pasado algun tiempo y no sin trabajo, se pudo ganar una distancia de 76 centímetros siendo ya imposible obtenerla mayor.

Los obreros continuaron su trabajo hasta que rompieron las cadenas que arrastraban el buque de popa y proa hácia el rio, las cuales se habían hecho firmes á las anclas entre las estacas de la parte opuesta de este último. Dos prensas hidráulicas mas se hicieron tambien pedazos y por consiguiente hubo que suspender la operacion.

Ultimo ensayo.—Como unos quince dias despues del anterior ensayo se hallaban colocadas en sus correspondientes posiciones veintiuna prensas hidráulicas listas para renovar el lanzamiento. De estas veintiuna, once habian sido colocadas contra la cuna de popa y diez contra la de proa. Entre estas prensas se hallaba una que habia sido construida especialmente para levantar el puente *Britania*, acaso la mayor que se habia fundido en los paises mas conocidos. Era una prensa poderosísima pues el cilindro pesaba quince toneladas setecientas sesenta libras, el marco nueve toneladas, el piston tres tone-

ladas 132 libras y el tornillo 331 libras: total 38 toneladas. El diámetro del piston era 0,m508 y el grueso del hierro del cilindro 0,m254

Con tales aparatos á su disposicion, Mr. Brunel empezó otra vez sus operaciones de lanzamiento ocurriendo al poco rato un accidente del cual resultó que la gabarra que contenia todos los molinetes y otros aparatos para llamar al buque hácia el rio, se habia ido á pique. Sin embargo de esto á los pocos dias Mr. Brunel empleó otra vez todos sus esfuerzos, y el buque cedió á ellos descendiendo sobre sus anguilas y recorriendo 50 milímetros de camino cada cinco minutos. Cuando se volvió á emprender la operacion despues de una hora de intérvalo, se halló que por una causa desconocida el buque habia abandonado su descenso gradual. Era evidente á pesar de esto que un esfuerzo continuo seria suficiente para poner el buque en movimiento, probablemente de 40 á 50 centímetros. El disparador que se hallaba hácia la parte del rio no se habia empleado ò á lo menos la fuerza del vapor no habia obrado sobre él.

Al siguiente dia las operaciones han vuelto á tener lugar con muy favorables auspicios, si se atendia que el estado del tiempo prometia llevar à cabo el proyecto. Las prensas fueron puestas en ejercicio simultáneamente resultando que el buque cedió á las fuerzas que contra él actuaban. La infatigable constancia del ingeniero obligó finalmente á que el buque obedeciese y el progreso aun que poco, llegó á ser efectivo.

Las mareas vivas habian permitido que el agua llegase á la perte interior de las anguilas, bastando esta para que el buque flotase parcialmente. Debido á esto se aguardó ocasion mas oportuna, y el buque por fin cedió á una presion de trece quintales ingleses por pulgada cuadrada y Mr. Brunel dio por terminada su dificil empresa.

252. Lanzamiento en canales estrechos.—En los astilleros construidos à las orillas de canales estrechos, es preciso tomar ciertas precauciones à fin de evitar las varadas que pueden esperimentar los buques al ser lanzados al agua, las cuales serian indudablemente peligrosas, atendida la velocidad de que dichos buques se hallan animados en estos casos. Los medios que se han empleado para prevenir tales siniestros pueden reducirse á tres principales: 1.° los diversos sistemas de retenidas; 2.° botarlos de costado, y 3.° variar su direccion durante el lanzamiento.]

En algunos puertos de Francia colocan, para retener al buque, dos muertos ó cajones flotantes anclados en la parte mas profunda del canal y unidos entre si (Fig. 354) por medio de un cable que pasa varias veces à amarrarse de uno á otro. El buque, al chocar con esta especie de red, le comunica un pequeño movimiento de traslacion y á veces rompe la primera ó segunda vuelta del cable con lo cual va amortiguándose sucesivamente su velocidad.

Igualmente se hace uso de los aparatos de retenida ya descritos (245) con las modificaciones que exijan las circunstancias de localidad y los materiales de que se disponga.

En algunos astilleros se amarra un cable á las bitas de proa del buque Fig. 355) que saliendo por los escobenes se le hace firme en varios puntos de la grada paralelamente á la orilla del canal de manera que en el lanzamiento van rompiéndose las bitaduras con lo cual se consigue disminuir la velocidad. Para hacer que el buque tome la direccion del canal no hay mas que suprimir la retenida de qne acabamos de hablar en uno de los costados y haciendo que la parte *ab* del cable tenga una longitud tal que al desligarse ó romperse el punto *b*, el buque tenga ya su proa en el agua, se vendrá á obtener lo que se desea puesto que representando por *av* la velocidad del buque, la resistencia ó tension del cable *ab* se compondrá con ella resultando de ahi que su direccion se irá aproximándo à la de la orilla á medida que se vayan rompiendo todas las amarras.

Finalmente, como ya hemos dado un ejemplo de lanzamiento de costado (251) escusamos indicar la manera de ejecutar la operacion en los diversos casos que este sistema se emplea puesto que en el fondo nada difiere del ya descrito.

A pesar de las veutajas que parece que resultan botando los barcos de costado, unicamente se hace uso de este procedimiento cuando la necesidad lo exige puesto que es evidente que los buques están muy expuestos á quebrantarse y por otra parte la dificultad que hay en que el movimiento se haga por igual en las dos ó tres basadas puede ser causa de grandes averias.

Además en rigor el buque solo gravita antes de entrar en el agua sobre las mitades de basada mas inmediatas á la orilla al paso que luego está obligado á tener un movimiento de giro transversal, y estos efectos tienen una grave influencia sobre la rigidez de dicho buque.

LECCION 29.

253. Teoria del lanzamiento.—Despues de haber esplicado los procedimientos mas principalmente usados para botar los buques al agua, solo nos queda examinar el conjunto de fenómenos que se verifican durante esta operacion y deducir algunos datos necesarios para que ésta tenga lugar con el mejor éxito posible.

Con este objeto, empezaremos suponiendo que el barco se halle completamente libre sobre la grada de manera que su popa esté dirigida hacia la mar. En tal estado, las fuerzas que lo solicitan se pueden reducir á una sola P igual á su peso aplicada en el centro G de gravedad (Fig. 356) la cual se podrá descomponer en dos de las cuales, la primera paralela á la quilla lo obligará á descender à lo largo de la grada siempre que sea mayor que la componente del rozamiento en la misma direccion y la segunda, perpendicular á dicha grada, lo mantendrá adherido á ella.

Puesto el buque en movimiento, llegará un momento en que introduciéndose en el agua, desplazará un volúmen de liquido que dará por resultado un empuje de abajo arriba el cual aumentará sucesivamente de intensidad á medida que dicho buque se vaya sumergiendo.

Descomponiendo estos diversos empujes de una manera anàloga á lo que hemos hecho para el peso y combinándolos con las componentes de este, obtendrémos para cada posicion del buque una resultante final del sistema: pero para hacer mas sencillo el raciocinio y evitar complicaciones en la figura supondrémos que el agua se vaya elevando prógresivamente y que el buque se esté quieto y sujeto solamente á la fuerza GP que podremos concebir aplicada en su punto a de interseccion con la grada. Estas hipótesis, no alterando el valor

de nuestras consideraciones, nos permitirán simplificar notablemente los resultados.

Ahora bien; si para una flotacion cualquiera $m\,n$ imaginamos que sea o el centro de obra viva y Q el desplazamiento correspondiente, es evidente que la resultante, cuyo valor será $P-Q$, estará aplicada en un punto c cuya distancia al punto a viene dada por

$$ac=\frac{P-Q}{Q}\times ad \qquad (1).$$

Trazando luego diversas horizontales correspondientes á los diferentes calados sucesivos del buque durante su marcha y llevando sobre dichas horizontales la magnitud $ac\times cos.i$ (siendo i el ángulo de la grada con el horizonte) á partir de la vertical GP, obtendrémos una serie de puntos por los cuales se podrá hacer pasar una curva que nos determinará para cada calado el punto de aplicacion de la resultante de todas las fuerzas del sistema. Esta curva partirá de la horizontal que pasa por el talon del codaste y presentando su concavidad del lado de la grada se estenderá hácia el infinito como podemos ver facilmente discutiendo la ecuacion (1).

Si levantamos en el pie de roda B una vertical y por el punto b de interseccion con la curva trazamos una horizontal, se observa que antes de llegar el agua á la altura $b\,s$ la resultante $P-Q$ mantiene el buque unido à la grada; pero á partir de este momento, esta presion pasando por fuera del punto B obligará á hacer girar á dicho buque al rededor de este punto hasta que, reduciéndose á cero la resultante de las fuerzas, quede flotando y en equilibrio.

254. Determinacion de la presion sobre el pie de roda.—Mientras la resultante r de las fuerzas P y Q pase fuera del pie de roda podremos considerarla aplicada en este punto lo cual nos dará ademas lugar á un par que producirá el movimiento de giro al rededor de B (Fig. 357) El efecto de la fuerza r siendo el mismo que si la grada no existiese y la considerásemos actuando de abajo arriba, dará por resultado hacer inclinar el buque y elevarlo al mismo tiempo.

Supongamos pues que estando este último libre se le de la inclinacion θ y despues que se le aplique la fuerza r: entonces saldrá fuera del agua la rebanada $F'\,L\,F'\,L'$ cuyo desplazamiento será r y tendrémos que considerar el empuje igual al del volumen $FL\;AB$ menos el del $FL\;F'\;L'$.

El primero, que es igual al peso P del buque, se compone con él para dar el momento de estabilidad longitudinal $P\,(R-a)\,\theta$ y el segundo da lugar á una fuerza r aplicada en el centro de gravedad de la capa $FL\;FL'$, centro que atendido al poco espesor de esta capa puede confundirse con el de la flotacion FL; demodo que tendrémos que la ecuacion de equilibrio vendrá dada, llamando l á la distancia entre las fuerzas r y P, por

$$rl=P(R-a)\,\theta$$

de donde se deduce

$$r = \frac{P(R-a)}{l}\theta$$

Pero en esta fórmula R—a siendo la altura metacéntrica, podemos representarla por H y como l es proximamente la mitad de la eslora E tendrémos sin error sensible

$$r = \frac{2PH\theta}{E} \qquad (2)$$

Designando ahora por θ_0 y θ_1 (Fig. 358) los ángulos que respectivamente forma la flotacion del buque en rosca con la grada y conla quilla despues del giro completo de aquel al rededor del pie de roda, tendrémos que

$$\theta = \theta_0 - \theta_1$$

y representando (Fig. 359)por C_0 y c_0 los calados di y mn antes del giro y por C_1 y c_1 los correspondientes en rosca di' y nu', se tendrá

$$\theta_0 = \frac{C_0 - c_0}{E} \qquad \theta_1 = \frac{C_1 - c_1}{E}$$

de donde

$$\theta = \frac{(C_0 - c_0) - (C_1 - c_1)}{E} \qquad (3)$$

Sustituyendo este valor en la espresion (2) obtendrémos finalmente

$$r = \frac{2PH\{(C_0 - c_0) - (C_1 - c_1)\}}{E^2} \qquad (4)$$

Fácil nos seria observar que la presion r siendo funcion de H que es muy grande podrá llegar á hundir la roda en la grada si no tomamos las precauciones necesarias para disminuir esta fuerza ó para que quede destruida por la resistencia de dicha grada.

Para formarnos una idea clara de su magnitud apliquemos la fórmula (4) á la fragata *Sagunto* en la que si

$P = 3426$ toneladas; $H = 133,^{m}57$, $C_1 - c_1 = 1,^{m}500$, $C_0 - c_0 = 8,098$, $E = 80,^{m}50$

el valor de r en el momento en que concluye el giro que será cuando tenga mayor intensidad, puesto que depende de θ, vendrà representado por

$$r = 754 \text{ toneladas}.$$

255. CAUSAS QUE OBLIGAN A BOTAR LOS BUQUES DE POPA.—La fórmula (4) nos dice que la presion sobre el pie de roda es dependiente del ángulo θ el cual á su vez hemos visto que era igual á la diferencia de los àngulos de la grada y de la quilla con la superficie del agua ó de la flotacion del buque.

Es fácil observar que en el caso de botarlo por la popa, dicho ángulo es mayor ,puesto que entonces se tiene (Fig. 360)

$$\theta = \theta_0 + \theta_1$$

nuevo valor que aumenta considerablemente el de r.

Haciendo aplicacion de este cálculo á la fragata *Sagunto* obtendrémos.

$$\theta = 9^m595$$

y por consiguiente

$$r = 1097 \text{ toneladas}$$

que es la mitad mayor que el anterior.

Además de lo expuesto, como los buques tienen mayor calado en popa que en proa no solo por la diferencia de pesos que resultan de la diversidad de construccion en dichas estremidades sino á causa de la diferencia de desplazamiento en las mismas, es evidente que necesitariamos una antegrada mas larga si los botasemos de proa.

256. CURVA QUE DESCRIBE EL PIE DEL CODASTE AL SEPARARSE EL BUQUE DÉ LA GRADA. —Vamos á determinar la curva descrita por el pie del codaste desde el momento en que abandona la grada hasta aquel en que el buque llega á flotar.

Para esto, recordemos que la fuerza r de presion sobre la roda siendo la misma que produciria una emersion $FL\,F'\,L'$ (Fig. 357) podrémos representartarla por

$$r = \varpi u\left(\frac{C_0 - c_0}{2} - \frac{C_1 - c_1}{2}\right) \qquad (5)$$

en cuya espresion designamos por ϖ la densidad del agua y por u la superficie de flotacion. Igualando ahora las valores (4) y (5) tendrémos una ecuacion de primer grado en C_1 y c_1 de manera que si tomamos (Fig. 361) la flotacion FL como eje de la x y el origen en L se tendrá

$$C_1 = y$$

$$c_1 = Lm \text{ tang. } \theta_0$$

pero

$$Lm = Ln - E$$

luego

$$c = (Ln - E) \text{ tang. } \theta_0$$

Sustituyendo ahora C y c_1 por sus valores obtendrémos evidentemente una recta que se aproximará á la curva que buscamos.

Determinada esta recta por dos puntos, podrémos ver por su direccion si en el caso que el buque tuviese obstáculos que salvar podria hacerlo sin sufrir ninguna averia en la quilla.

257. INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA DEL AGUA EN EL VALOR DE LA FUERZA r.—Hasta aqui hemos considerado que el buque permanecia inmóvil y que el agua se iba elevando. Supongamos ahora que no suceda asi y que sea el buque el que se mueva; entonces la velocidad de este movimiento tenderá á modificar la resultante r puesto que produce una resistencia de parte del liquido la cual da lugar á un par cuya tendencia se dirige á levantar el buque de proa y disminuir el par de rotacion al rededor del pie de roda venciendo al mismo tiempo la presion que sobre este punto se produce puesto que compuesta la resistencia del fluido con dicha presion da lugar á una fuerza cuya oblicuidad con respecto á la grada va aumentando de lo cual

resulta una disminucion notable para r pudiendo llegar hasta tal punto que si uese paralela á la grada tendriamos entonces $r=o$.

Como la resistencia del fluido para una velocidad v viene espresada por

$$K\varpi\frac{Av^2}{2g}$$

en la que K es un coeficiente determinado por la esperiencia, A la superficie de la seccion transversal sumergida y ϖ la densidad del agua, es evidente que cuanto mayor sea la inclinacion de la grada tanto mayor será la velocidad y mayor tambien la resistencia disminuyendo asi el valor de r. Lo mismo sucederá á medida que A sea mayor.

De todos modos se ve que la presion sobre el pié de roda es menor de lo que hemos calculado anteriormente lo cual viene á confirmàrnoslo prácticamente el que ni la grada ni la roda presentan señales de un esfuerzo tan considerable.

258. Determinacion de la longitud de la antegrada.—Observemos que en virtud de la velocidad que lleva el buque tal vez pase del punto donde la profundidad es igual al calado c_1 antes que se haya terminado la rotacion sobre el pie de roda y que por lo tanto sea necesario prolongar algo mas la antegrada, pero como la construccion de ésta es muy costosa, se debe procurar hacerla lo mas corta posible.

A este fin se debe tener en cuenta que el buque no se apoyará en toda su longitud sobre la grada hasta que el pie de roda llegue á su puesto que desde que empieza á descender, la presion que ejerce sobre la grada va caminando hácia proa en tanto que la popa en virtud del empuje debido al liquido desalojado tenderá mas y mas á tomar su calado en rosca c_1 y por lo tanto esta parte no se apoyará ya sobre la antegrada.

Algunos constructores acostumbran á prolongar la ante-grada hasta una profundidad igual al calado medio en rosca; pero es inútil y puro lujo. Indudablemente basta que la antegrada llegue hasta donde el buque termine su rotacion sobre el pie de roda y entonces se debe tener el calado c_1 de proa para profundidad.

Algunas veces se reduce aun mas la longitud de la antegrada; entonces en el momento de abandonarla el pie de roda se sumergirà bruscamente de proa, pero actuando el empuje se elevará enseguida sobre el agua para tomar su calado en rosca c_1. No hay en todo esto incoveniente con tal que se termine la ante-grada de modo que no haya nada por debajo en que pueda chocar el buque, de modo que ni el pie de roda toque en el fondo ni la roda en la ante-grada.

En algunas partes como sucede en Tolon hay ante-gradas muy cortas las cuales pueden dar lugar á averias de consideracion.

Para estudiar este caso debemos tener en cuenta que la curva que dá los puntos de aplicacion de la resultante r tendrá una forma que dependerà

de las del buque de que se trate. Si éste es largo y fino como los buques de hélice, la curva queda por bastante tiempo próxima á la vertical GP (Fig. 362) y pasa bruscamente á ser casi horizontal.

Esto supuesto, supongamos que la antegrada termine en d; tan luegocomo r llegue à pasar por el punto b, se tendrá, aplicando en el pié de roda las fuerzas ar_1 y ar_2, el par $r\ r_2$ que tiende á sumergir la popa y la fuerza r_1 que adhiere pié de roda contra la antegrada; el buque tenderà entonces à romperse en d y cayendo de popa, esta se sumergirá bruscamente, resbalando el buque sobre la arista d al paso que lacurva se modificará de repente, continuará hácia la proa pudiendosuceder que el punto de aplicacion de r vuelva à hacer caer la proa contra la ante-grada para caer otra vez de popa; de suerte que el pie de roda tocará repetidas veces sobre la ante grada siendo esto un accidente grave puesto que estas tendencias á la ruptura de la quilla en los dos sentidos diferentes y contrarios producirán por resultado el que el buque haga agua hasta el punto de poderse ir á pique.

259, Manera de evitar los inconvenientes que resultan de tener gradas de poca longitud.—Para evitar estos inconvenientes el primer medio que se ocurre es aumentar la pendiente de la grada pues entonces cambiaràn las condiciones del movimiento, se modificará la curva y la popa se sumergirá con mayor rapidez resultando asi un empuje que contrabalanceará la accion del par.

Esto tiene el inconveniente de que durante la construccion del buque será mas dificil el retener al buque sobre la grada, puesto que será mayor la componente de la gravedad.

Se puede aumentar aun el empuje haciendo mayor el volumen de la popa pero entonces C_1 disminuye y por consiguiente $\theta_1 = \frac{C_1 - c_1}{E}$; resultando que $\theta = \theta_0 - \theta_1$ aumentará y tambien $r = \frac{2PH\theta}{E}$, es decir, que la rotacion será mayor lo mismo que la presion del pié de roda sobre la grada.

Una manera ingeniosa de salvar este inconveniente consiste entrincar en los delgados de popa, pipas vacias que aumentaràn el desplazamiento de esta parte oponiéndose á que se sumerja y dejándolas abiertas en la parte superior á una altura tal que al partir del instante en que el buque no corre ya el peligro de sumergirse bruscamente de popa se llenen de agua y no ejerzan ya ningun efecto y por consiguiente no aumente r no alterando sensiblemente θ_1.

Como el cuerpo de proa desplaza mas que el de popa se podria tambien botar en este caso el buque de proa, pero la presion r que tendria que aguantar el codaste aumentaría rápidamente al aumentar el ángnlo de rotacion θ asi es que no conviene adoptar este medio, siendo preferible el anterior de las pipas.

260. Gradas curvas.—A veces como en Cherbourg se ha tratado de

regir lo corto de la antegrada dando á ésta un perfil curvo en arco de circulo de un rádio considerable cuya tangente es horizontal en la parte superior de la grada y entonces es necesario dar la misma curvatura à la parte del aparato que sostiene al buque y que resbala sobre la grada y ante-grada: de esta manera se llega con una longitud menor de antegrada al calado c_1 pero se habrá aumentado θ_0 y por tanto ϑ de suerte que la rotacion de la quilla será mayor y por consiguiente se habrá aumentado tambien la presion r.

261. Pendiente de la grada. La pendiente que debe darse á las gradas de construccion debe ser tal que la componente del peso del buque paralela á dichas gradas sea un poco mayor que el rozamiento que produce pues si fuera menor necesitaríamos hacer uso de medios de impulsion poderosos para botarlo al agua y en el caso de ser demasiado grande el buque podria escaparse antes de tiempo y dar lugar á alguna averia de consideracion.

Si designamos por P el peso del casco, llamamos θ_0 el ángulo de la grada con el horizonte, y f el coeficiente de rozamiento, la fuerza motriz del buque vendrá espresada por

$$P(\text{sen } \theta_0 - f\cos\theta_0)$$

lo cual nos indica que para que haya movimiento es preciso que

$$\theta_0 > \text{arc. tang. } f$$

El valor de f puede deducirse esperimentalmente habiendo observado en varios buques el espacio recorrido por su centro de gravedad durante el lanzamiento y el tiempo empleado en recorrerlo puesto, que sabemos por la mecánica que para este caso

$$e = \frac{1}{2} g\,(\text{sen}\,\theta_0 - \cos f\,\theta_0)\,t^2$$

de donde resulta.

$$f = \text{sen } \theta_0 - \frac{2e}{gt^2}\text{sec. } \theta_0$$

Asi es como se ha llegado á encontrar un valor para f

$$f = \frac{1}{15} = 0{,}067$$

por cuya razon se ha dado á las gradas para grandes buques la pendiente de $\frac{1}{12} = 0{,}080$; de manera que en este caso la fuerza motriz viene representada por $\frac{P}{60}$ y la aceleracion del movimiento por segundo

$$\frac{g}{60} = \frac{9{,}^m8}{60} = 0{,}^m16$$

Las gradas de los buques pequeños deben tener mayor pendiente que la de los grandes, pues al pasar de las dimensiones de éstos á las de los primeros las cantidades de movimiento que son proporcionales á los pesos disminuyen como los cubos de dichas dimensionos mientras que las resistencias que el agua opone al movimiento solo decrecen proporcionalmente à los cuadrados: por lo tanto es evidente que los buques grandes deben ir al agua

con menos velocidad que los pequeños para lo cual deben construirse esos en gradas mas chicas.

262. ESTABILIDAD TRANSVERSAL DURANTE EL LANZAMIENTO.—Es evidente que si tuviéramos la seguridad absoluta de que el centro de gravedad no salia del plano diametral durante el lanzamiento podríamos botar el buque apoyándose solamente por la quilla pero aun así abrigaríamos el recelo de que podria muy bien suceder que un choque contra algun obstáculo, por pequeño que fuese, inclinando al buque le haria perder el equilibrio inestable á que esta sujeto. Por estas razones se toma la precaucion de sostenerlo por las dos bandas valiéndose de las anguilas fijas distantes cada una del plano diametral el tercio de la manga.

Vamos á ver que esta separacion es la suficiente por no decir exagerada para evitar el inconveniente ya citado. Supongamos que actue (Fig. 363) tangencialmente al barco una fuerza vertical P': para que esta equilibre al peso P es preciso se tenga.

$$P \times AB = P' \times AC.$$

pero como llamando M la manga del buque

$$AB = \frac{1}{6}M \qquad \text{y} \qquad AC = \frac{5}{6}M$$

es necesario para que pierda el equilibrio que

$$P' = \frac{1}{5}P$$

es decir, en la fragata *Sagunto*, por ejemplo, hubiera sido preciso que actuase en C una fuerza de 685 toneladas.

En este último razonamiento hemos admitido que el centro de gravedad estaba en el plano diametral pero si suponemos que el punto G se acerca á la vertical que pasa por A entonces P' resulta todavia mayor. Sin embargo nosotros debemos siempre procurar no solo que este punto no salga de dicho plano diametral sino que no actue de arriba abajo sobre el buque otra fuerza mas que su peso pues en el caso contrario las anguilas tendrian que resistir á la fuerza P' ademas de una fraccion de P mayor ó menor segun la variacion del punto G resultando de ahi que el rozamiento del buque aumentaria considerablemente resultando al mismo tiempo un desligamiento general en su maderamen que podria ser origen de alguna grave consecuencia.

INSTALCIONES.

LECCION 30.

263. APARATOS QUE CONCURREN A LA SUGECION DEL BUQUE.—Cuando el buque esté cerca de tierra no necesitarémos mas que amarrar un cabo en un cáncamo del muelle y hacerlo firme en dicho buque, pero si se halla lejos de tierra será preciso que nos proporcionemos un punto fijo en el fondo del mar para lo cual bastará arrojar un objeto que se clave en él.

El aparato destinado á este objeto, se llama *ancla*, la cual va fija á un cable que pasando por un orificio practicado en el casco del buque llamado *escoben* se hace firme en las *vitas* á las cuales rodea pasando luego su estremo á las cajas de *cadenas* ó *cables*. Estudiaremos pues, 1.° *anclas*, 2.° *cables y cadenas* 3.° *escobenes*, 4.° *vitas*, 5.° y último, *maniobra de las anclas*.

Cuando el buque esta fijo solo por un ancla, siempre que el cable no ceda ó el ancla no resbale ó *garre* el fondo describirá un círculo merced al impulso de la corriente ó al del viento cuando sea muy poderoso y venza á aquella y siempre se colocará dando la proa, ó como suele decirse, *aproado*.

Este medio de sujecion solo podrá practicarse en los puertos de marea en los que el viento no tiene tanta influencia como la corriente, y en los de mucha estension en cuyo caso se dice que el buque está *fondeado* á la *gira* ó al *borneo*; pero en los puertos pequeños, cuando el círculo que describe no puede ser de gran rádio (lo que es conveniente para que la traccion del cable sea mas tangente al suelo y en cuyo caso el mismo peso del cable sugeta al buque por lo que suele largarse gran cantidad de él) entonces el ancla trabaja mucho y es preciso fondear con dos anclas, una por babor

y otra por estribor procurando que los cables formen el mayor ángulo con lo cual se disminuye el espacio del giro. Las dos anclas nunca trabajan á la vez sino cuando la corriente sigue exactamente la bisectriz del ángulo de los cables, una de ellas queda floja y al variar la corriente, el buque se mueve describiendo una elipse. Al echar el ancla (Fig. 364) se larga una gran cantidad de cable y para saber donde se halla aquella, se trinca à la cruz del ancla un cabo llamado *orinque* en cuya estremidad va una boya que sirve ademas para evitar que el cable de una ancla se enrede con el de la otra. Para levar se empieza *cobrando* el cable con lo cual el buque se irá acercando al ancla y cuando esta *á pique*, ó lo que es lo mismo se halla el cable vertical, se hace un gran esfuerzo por medio del cabrestante y se la arranca del fondo subiéndola hasta fuera de la flotacion. En esta posicion se engancha el *arganeo* del ancla, que es la argolla de su estremo, con un aparejo llamado de *gata* cuyo cable pasa por tres cajeras de un robusto pescante llamado *serviola*; el extremo de este cable llamado *tira* pasa por la pasteca ó roldana colocada en la regala y por medio de él se la sube, luego se le da un giro por medio del pescante de *gatilla* y cogiéndola por la cruceta se la suspende hasta colocarla horizontal lo que se llama *atravesar el ancla* sugetandola finalmente con un cabo ó *boza* á un robusto madero llamado *barraganete* y de manera que apoye su uña sobre una meseta adosada á la amura del buque llamada *varadero del ancla*.

Para fondear no hay mas que largar la boza y el ancla cae y se clava en el fondo. En buenos tiempos le basta á un buque con un ancla pero cuando son malos ó el puerto no es seguro necesita dos: en tiempos gruesos cuando la corriente es poderosa, no puede sostenerse tampoco con dos, entonces el buque marcha garreando el ancla y es preciso echar una tercera y una cuarta; las dos primeras llamadas de *leva* van colocadas á proa cerca de la roda. De estas dos anclas, la primera se llama *sencilla* ó de *cabeza* y la segunda de *uso* ó del *ayuste*.

La tercera ancla llamada *esperanza* es un poco mayor que las de leva y va colocada en la mesa de guarnicion de trinquete de estribor mientras que la *cuarta* de la misma mena que las de leva va simétricamente á babor. Como sucede algunas veces que à los buques les *faltan* ó pierden las anclas en un temporal, suelen llevarse una quinta ancla de *respeto* la cual se trinca verticalmente al pie de carnero de la escotilla mayor.

264. Partes de que se compone el ancla.—Algunos buques de los que navegan en los mares de la India usan anclas de madera dura en cuya cruz se coloca un peso con el objeto de que se claven bien y se mantengan firmes en el fondo pero en todas las naciones civilizadas se emplea esclusivamente el hierro forjado de la mejor calidad para la construccion de estos aparatos de los cuales depende muchas veces la salvacion de un buque. En razon de la mucha importancia que se ha dado siempre á las anclas los franceses y los ingleses se han estado ocupando por mucho tiempo de la determina-

cion no solo de sus formas y dimensiones sino de los procedimientos de ejecucion necesarios para llegar á obtener la solidez y seguridad convenientes.

Toda ancla (Fig. 365) se compone de dos partes principales: de la *caña* y de los *brazos* que forman con la primera lo que se llama *la cruz*. Los brazos terminan en unas paletas triangulares llamadas *uñas* con el objeto de enterrarse en el fondo del mar con facilidad, repartiendo el esfuerzo en una gran superficie con lo cual tiene mas resistencia. La parte plana de la uña recibe el nombre de *mapa*, y el vértice de este terminado en una punta saliente se llama *pico de loro*.

La caña recibe en un extremo los brazos que se sueldan con ella y en el otro el *arganeo* que es un anillo de hierro que pasa por el ojo de dicha caña y en el cual se hace firme el cable destinado á establecer la union entre el ancla y el buque. Cuando se emplean cadenas en lugar de cables el arganeo se reduce á un grillete que se sugeta por medio de un pernete de union á la cabeza de la caña.

El ancla va siempre acompañada de una pieza que por lo regular es de madera llamada *cepo* la cual se coloca perpendicularmente á la caña ó normal al plano que determinen los brazos con el objeto de que si al caer el ancla no se clavaran las uñas quedase, merced á su gran longitud, en equilibrio inestable de modo que al perderlo y colocarse horizontal agarre una de las uñas. Los cepos de madera se componen generalmente de dos piezas unidas en el sentido de su longitud por medio de pernos y zunchos de hierro y espigadas en un resalto ó descanso que forma la caña; su forma es la de un sólido de igual resistencia y su seccion es unas veces cuadrada y otras circular. La madera empleada para los cepos de las anclas debe ser de primera calidad en razon á los esfuerzos á que estan sujetos y de las alternativas de humedad y sequedad á que se esponen; por otra parte conviene que dicha madera no sea ligera puesto que con su peso ha de contribuir á caerse siempre horizontalmente para hacer morder la uña del ancla.

265. Dimensiones de las anclas.—Si conocieramos para un buque determinado el peso de cada una de las dos anclas de leva asi como sus dimensiones, estas nos servirían para obtener fácilmente los correspondientes á otra cualquiera cuyo peso fuese tambien conocido puesto que es evidente que las dimensiones de dos anclas distintas estan en razon directa de las raices cúbicas de sus pesos de manera que despues de haber esperimentado que un ancla esta en buenas condiciones para el objeto á que se la destina en un buque dado podríamos hacerla servir de tipo para deducir las dimensiones de las demas.

Para determinar el peso correspondiente de las anclas, algunos construchan supuesto que era proporcional á la porcion sumergida de la cuaderna maestra fundándose sin duda en que el esfuerzo de las corrientes y del viento al cual hacía equilibrio dicho peso del ancla, era proporcional á la superficie en cuestion. Apoyándose otros en la observacion hecha en algunos bu-

ques de que el peso del cable era igual al doble del peso del ancla han adoptado esta como regla general. Ninguna de estas dos maneras de resolver el problema ha estado en boga por mucho tiempo puesto que se separaban algun tanto de la verdad. En efecto, estando el buque en movimiento al rededor del ancla, es evidente que el esfuerzo que esta debe destruir es el producido por la cantidad de movimiento á que da lugar el buque; de donde se deduce que el peso de dicha ancla ha de ser proporcional á la masa de dicho buque ó sea á su desplazamiento. Aplicando este raciocinio es como los constructores españoles han resuelto la cuestion por medio de la fórmula

$$\frac{EMP}{27} = \text{peso en libras castellanas}$$

en la cual E, M, y P representan la eslora, manga y puntal

Para obtener el ancla de la esperanza han empleado el número 25 como divisor en lugar del 27, habiéndose ambos deducido aproximadamente por medio de varias esperiencias.

Asi es como se han obtenido en España los pesos de las anclas que corresponden á cada buque los cuales consignamos en el cuadro adjunto.

	Navios de 112 cañ.s		Navios de 74 id.		Fragatas de 41 id.		Fragatas de 34 id.		Corbetas de 24 id		Bergantines de 18 id.	
	Núm.	Kilógs	Núm.	Kilógs	Núm.	Kilógs	Núm.	Kilógs	Núm	Kilógs	Núm	Kilógs
Anclas.....	5	3454	5	2909	4	1590	4	1454	4	1000	4	291
Anclotes.....	3	1181	3	819	2	545	3	454	2	365	2	272

Para determinar el ángulo que los brazos del ancla deban formar con la caña supongamos (Fig. 366) que formando esta un ángulo con el horizonte tenga su cepo apoyado por completo sobre el terreno. Representando por F la traccion del cable, el cual para una pequeña estension considerarémos como horizontal, podrémos descomponerla en dos: una perpendicular á la caña igual á F. sen.z y otra en su misma direccion cuyo valor será $F \cos z$. La primera que tiende levantar el ancla deberá hacerse de manera que sea lo mas pequeña posible disminuyendo la longitud de los brazos y aumentando la de la caña con lo cual crecerá $F \cos z$. Esta última fuerza puede á su vez descomponerse en otras dos de las cuales la primera perpendicular al mapa hará gar rear el ancla y la segunda en la misma direccion que él contribuirá à hacer enterrar la uña ayudada con el peso del sistema. Si llamamos a el ángulo de esta fuerza con la caña, tendrá por valor $F \cos z \cos. a$ de modo que como el mapa forma con el horizonte el àngulo $(a+z)$, la presion sobre el fondo será finalmente

$$F \cos a \cos z \text{ sen. } (a+z).$$

Diferenciando esta espresion con relacion á a tomada como única variable é igualando la diferencial á cero

tang. z=cot.$2a$

lo que nos dice que para un valor de z=30° el ángulo del brazo con la caña que produce el máximo efecto es de 60.° En la práctica se trazan los brazos de manera que su cara interior sea un arco de círculo de 120° descrito con un rádio igual á la cuerda que subtiende el contorno de dichos brazos y á partir de este arco de círculo se toman esteriormente los espesores de sus distintas partes.

El largo de la caña en nuestros buques antiguos se hacia de 6 metros para las anclas de 4090 kilógramos; de 5^{m} 5 para los de 3727; de 5^{m}, 20 para la de 3409; de 5 metros para la de 2900; de 4^{m}, 70 para las de 1863; de 4^{m},16 para las de 1590, y finalmente de 3^{m}, 88 para las de 1181.

Las uñas tenian de largo, la mitad del brazo próximamenie y de ancho los dos quintos de largo. A la circunferencia de la caña en la cruz se le daba una longitud igual al quinto de la longitud de la caña reduciéndose hasta cerca del cepo à los dos tercios ¡ó tres cuartos de la misma longitud citada de la caña.

266. Anclas francesas. La marina francesa construia antiguamente sus anclas soldando las uñas á los brazos encontrándose con esta manera de proceder que la resistencia era insuficiente empezó á seguir *el método holandés* reducido á soldar el brazo con sus uñas à la caña.

En cuanto á las dimensiones de las diversas partes que constituyen el aparato de que nos ocupamos se han deducido de un ancla tipo de 100 kilógramos la cual ha sido calculada con exactitud y sometido à toda clase de esperiencias. Conocida esta ancla tipo, para obtener las dimensiones de otra de de un peso determinado no ha sido necesario mas que multiplicar cada magnitud de la tipo por la raiz cúbica de la centésima parte de su peso.

El cuadro adjunto nos indica las dimensiones del ancla de 4700 kilógramos que es la mayor que usan en el vecino imperio asi como las relaciones con la longitud de la caña las cuales sirven para determinar facilmente todos los datos necesarios para la construccion de otra cualquiera.

DIMENSIONES DEL ANCLA FRANCESA DE 4700 KILÓGRAMOS

	Metros.	Relacion con respecto al largo de la caña
Largo total de la caña XY (Fig. 367)	5,004	1,00000
Ancho de la id. en la cruz *c c'*	0.370	0,07396
Largo total de la linea de los picos *BB'*	3,513	0,70203
Distancia de esta linea al estremo del ancla OY	1.470	0,29370
Longitud del brazo medida desde el ángulo de la cruz á los picos *cB*	1,891	0,37780
Radio de curvatura interior de los brazos *R*	2,330	0,46560
Distancia del centro al eje de la caña *O1 f*	0,340	0,06794
Distancia del centro al vértice del ancla *fY*	2,360	0,47160
Detalles de la caña.		
Espesor en la cruz	0,262	0.05235
Ancho en el medio de la longitud total	0,337	0,06734
Espesor id. id	0,225	0,04496
Ancho uniforme en la cabeza de la caña *h*	0,269	0,05375
Espesor id. id	0,190	0,03796
Radio de la union de la caña con los brazos	0,112	0,02238
Distancia *dY* del canto bajo del ancla á la línea de los vértices de los ángulos interiores de la caña con los brazos	0,418	0,08353
Cabeza de la caña.		
Longitud de la cabeza *hX*	1,000	0,19980
Ancha uniforme de id	0,269	0,05375
Espesor uniforme de id	0,190	0 03796
Ancho y salida de los ejes	0,070	0,01398
Ancho en el ensanche de la groera *A*	0,347	0,06934
Diametro de la groera para el arganeo	0,117	0,02338
Distancia de la id. al estremo de la caña *lX*	0,145	0,02897
Brazos.		
Ancho del brazo en la cruz *rS*	0,360	0,07194
Espesor del brazo en la id	0.252	0,03055
Ancho del brazo en el medio de la longitud	0,330	0,06594
Espesor del brazo id. id	0,235	0,04696
Ancho cerca de las uñas en *p*	0,290	0,05795
Espesor de id. id	0,208	0,04156
Uñas.		
Longitud desarrollada de la uña y su pico *cpB*	1,236	0,24700
Primera seccion en su mayor ancho — Ancho	0,946	0,18900
Primera seccion en su mayor ancho — Espesor en el medio	0,276	0,05515
Primera seccion en su mayor ancho — Id. en los extremos	0,052	0 01039
Segunda id. en el medio de la caña sin el pico — Ancho	0,761	0,15000
Segunda id. en el medio de la caña sin el pico — Espesor en el medio	0,213	0,04256
Segunda id. en el medio de la caña sin el pico — Id. en el extremo	0,052	0,01039
Seccion en el nacimiento del pico — Ancho	0,190	0,03796
Seccion en el nacimiento del pico — Espesor en el medio	0,135	0,02717
Seccion en el nacimiento del pico — Id. en el extremo	0,052	0,01039
Picos de loro.		
Longitud del pico	0,175	0,03497
Longitud del chaflan que termina el pico	0,115	0,02298
Ancho del id. id	0,020	0,00390
(NOTA.—El chaflan es paralelo á la caña.)		
Distancia del extremo de cada pico á la caña	1,577	0,31514
Ancho correspondiente de la caña	0,360	0,07194
Flecha de los brazos medida en la arista de la uña *p q*	0,185	0,03690

NOTA.—En las partes redondeadas de la caña y de los brazos la seccion debe ser un círculo cortado por dos cuerdas paralelas; la longitud de estos círculos determina en cada sitio el ancho de las platabandas.

Los pesos que usan para las anclas correspondientes á los diferentes buques, son los siguientes:

	NAVIOS			FRAGATAS.			CORBETAS.			BERGANTINES.			Goletas
	de 1ª clase.	de 2ª	de 3ª	de 1ª	de 2ª	de 3ª	de 1ª	de 2ª	de 3ª	20 cañones	16 cañones	12 cañones	
Peso en kilóg.	4700	4500	4000	2800	2300	2000	1700	1500	1400	1100	1000	600	450

La longitud del cepo se hace siempre igual al de la caña del ancla.

267. ANCLAS USADAS EN LA MARINA INGLESA.—Despues de una série no interrumpida de esperiencias, los ingleses han llegado á construir las anclas con la mayor perfeccion conocida hasta el dia habiendo establecido en su consecuencia, igualmente que los franceses, un ancla tipo conocida con el nombre de *modelo del almirantazgo* por haber dimanado de este elevado y entendido cuerpo.

El ancla de que nos ocupamos (Fig. 368) difiere principalmente de la francesa en que las uñas tienen menos desarrollo y en que las dimensiones relativas de los brazos y de la caña son mayores, presentando todos sus contornos redondeados puesto que se trató en lo posible de evitar todas las aristas.

Para obtener el peso de las anclas correspondiente á cada buque, los ingleses han calculado la resistencia de dicho buque al movimiento con una velocidad de 12 millas, tomando el *doble de esta resistencia* como la carga máxima á que podía sugetarse el ancla en cuestion.

Esta carga ha sido aplicada en las pruebas, á la tercera parte de la longitud del brazo á contar desde el pico de loro: sin embargo, las dimensiones que se han dado á las anclas eran las suficientes para resistir á un esfuerzo tres veces mayor que los de la prueba.

Conocida la carga que un ancla puede soportar con seguridad, Mr. Napier ha establecido la siguiente regla para el cálculo de su peso:

Dividase la carga de prueba en toneladas por 2^{1}; *elévese este resultado á la cuarta potencia y estrayendo la raiz cúbica del resultado se tendrà el peso de un ancla en quintales sin contar el cepo.*

Para el peso del cepo debe añadirse $^{1}/_{5}$ del deducido de la regla anterior la cual concuerda con los resultados obtenidos por el almirantazgo.

Las longitudes de las cañas han sido deducidas *multiplicando por 50* el peso en quintales del ancla y *estrayendo la raiz cúbica del producto.* Los brazos del ancla en cuestion estan forjados en una sola pieza con las uñas y soldados á la caña formando un arco de circulo de unos 50° à 70° y con un rádio igual á la mitad de la caña próximamente ó un poco menos.

Los cepos se hacen de una barra de hierro de seccion circular acodillada en su estremo la cual pasa por una groera que lleva la caña de ma-

nera que al atravesar el ancla pueden ayustarse á lo largo de dicha caña y al mismo tiempo tienen una chaveta para fijarlos cuando es necesario.

Ordinariamente cuando las anclas pasan de 60 quintales se sustituyen los cepos de hierro por los de madera que ya hemos descrito para lo cual llevan dichas anclas un resalto en la parte plana de la caña con objeto de que descansen sobre él.

268. Anclas de diversos sistemas.—Despues de aprobada por el Almirantazgo ingles las anclas que debian servir de tipo para su marina, varios constructores las han presentado de diversos sistemas á cual mas ingeniosos los cuales si bien á primera vista ofrecian las mejores condiciones para sustituir con ventaja á las existentes, los resultados de las esperiencias verificadas mas tarde han producido el convencimiento en la marina de que dichas ventajas no eran mas que ilusorias si se atendia á que algunos de sus inconvenientes eran capitales. A pesar de todo, el ancla *Rodgers* (Fig. 369) es de las que mas han prevalecido por la resistencia de que sus brazos estan dotados si bien tienen un cepo dificil de desmontar.

269. Anclas giratorias.—La dificultad de verificar la soldadura de los brazos con la caña en buenas condiciones ha conducido á emplear por parte de algunas marinas el *ancla giratoria*. Una de las mas notables de este sistema es la de *Trotman* (Fig. 370) la cual tiene sus brazos articulados á una horquilla en que termina la caña por medio de un perno de union á cuyos estremos se articula un cáncamo ó grillete para poder levantar el ancla por medio del orinque. Como la caña en estas anclas tiene una tendencia á acostarse sobre el brazo inferior con lo cual podria suceder que no agarrase bien la uña, se provee á esta de una especie de espolon por la cara opuesta al mapa el cual se entierra en el fondo en el caso de que no lo haga el pico de loro. Al ponerse el cable en tension la caña se levantará y entonces la uña inferior se acabará de introducir mientras que la superior apoyándose sobre dicha caña impedirá el que el cable pueda enredarse lo cual es una ventaja en favor de este sistema.

El ancla de *Bettely* y *Millers* (Fig. 371) no difiere de la Trotman mas que en algunos detalles. Su caña tambien articulada á los brazos esta formada de dos piezas cuya distancia puede variar por medio de un zuncho que los abraza y en lugar de llevar el grillete para el orinque en la cruz se practican dos groeras en los espolones destinados al mismo objeto.

Finalmente, de todas las anclas giratorias la que mas ventajas presenta es el ancla *Martin* (Fig. 372) la cual tiene el mapa de las uñas en el mismo plano de los brazos; estos estan articulados á la caña de tal modo que su plano no puede formar con la caña un ángulo menor de 40° merced á una pieza ó sector *S* fijo á ellos por la cruz que lo impide. Como puede facilmente concebirse con este sistema siempre se tienen las dos uñas clavadas y por lo tanto el buque está mas seguro.

270. Ancla Hunter: rezones.—Ya hemos visto las razones que obligaban

á emplear los cepos para las anclas y la manera de construirlos y colocarlos pero no debemos hechar en olvido el ancla de *Hunter* la cual tiene su cepo (Fig. 373) en forma de sector circular construido con dos planchas de hierro unidas paralelamente por medio de hierros de ángulo que les sirven al mismo tiempo de consolidacion. Nuestras fragatas *Blanca* y *Berenguela* llevan este sistema de cepos el cual produce muy buenos resultados puesto que el cepo puede enterrarse por uno de sus estremos y hacer el oficio de las uñas cuando estas cayesen de plano.

Para evitar el uso del cepo en las anclas, se han empleado mucho en las embarcaciones menores las anclas de 4 uñas (Fig. 374) llamadas *rezones* Su dificultad èn las soldaduras y en su colocacion à bordo ha impedido su empleo en buques de alto bordo.

271. DIMENSIONES DE LAS ANCLAS INGLESAS; PESO Y NÚMERO DE ELLAS QUE LLEVAN LOS BUQUES.—Como en la actualidad nosotros usamos las ancias del Almirantazgo ingles por ser las que mejores condiciones reunen, ponemos á continuacion una tabla que sirve de guia á los fabricantés de anclas para la construccion de ellas, tabla en la cual se consigna no solo el número correspondiente á cada buque sino el de los *anclotes* ó anclas pequeñas asi como sus pesos.

Número y peso de las anclas y cepos corr

CLASE DE BUQUES.		*Anclas de leva.*			Núme
		Número.	P.so del ancla	id. del Cepo.	
			quintales.	q.s a.s l.s	
Navios de tres puentes.....	120 cañones.	4	98	19 2 11	1
	104 »	4	93	18 2 11	1
	90 á 92...	4	93	18 2 11	1
	80 á 84...	4	85	17 0 0	1
Navios de dos puentes:.....	78 á 70...	4	78	15 2 11	1
	72.....	4	74	14 3 5	1
Navio rebajado y fragatas de primera clase.....	50 cañones.	4	70	14 0 0	1
Fragatas de 2.ª y.....	50 id.	4	62	12 1 16	1
id. de 3.ª »	36 id.	4	56	11 0 24	1
id. de 4.ª »	36 id.	4	53	10 2 11	1
» 5 »	44 id.	4	48	9 2 11	1
» 6 »	38 id.	4	45	9 0 0	1
» 7 »	32 id.	4	40	8 0 0	1
» 8 »	26 id.	4	38	7 2 11	1
» 9 »	26 id.	4	33	6 2 11	1
» 10 »	»	4	30	6 0 0	1
» 11 »	»	4	28	5 2 11	1
Corbetas, Bergantines, Goletas y Balandras. 1	18	4	25	5 0 0	1
2	16	4	25	5 0 0	1
3	16	4	23	4 2 11	1
4	16	4	22	4 1 16	1
5	12	4	20	4 0 0	1
6	6	4	18	3 2 11	1
7	3	4	15	3 0 0	1
8	Bergantines de 10	3	13	2 2 11	1
9	Bergantines pequeños	3	11	2 0 22	1
10	Goletas y Balandras	2	9	1 3 5	1

ondientes á los díversos buques de guerra.

Esperanzas.			*Anclotes.*			*Peso total de las anclas y cepos.*			
del ancla	Id. del cepo.		Número.	P.s° del ancla	Id. del cepo.				
uintales.	q.s a.s l.s			quintales.	q.s a.s l.s	tonel.s	quint.s	arr.s	lib.s
25	5	0 0	1 1	12 7	3 3 5	26	3	0	21
25	4	2 11	1 1	12 7	3 3 5	24	16	3	4
23	4	2 11	1 1	12 7	3 3 5	24	16	3	4
20	4	0 0	1 1	10 6	3 0 22	22	11	0	22
20	4	0 0	1 1	10 6	3 0 22	20	17	2	10
18	3	2 11	1 1	9 5	2 3 5	19	13	2	8
18	3	2 11	1 1	9 5	2 3 5	18	14	1	16
16	3	0 22	1 1	8 4	2 1 16	16	11	0	8
14	2	3 5	1 1	7 4	2 0 22	14	18	3	11
14	2	3 5	1 1	7 4	2 0 22	14	4	1	15
12	2	0 22	1 1	6 4	2 0 0	12	16	2	10
12	2	0 22	1 1	6 4	2 0 0	12	2	0	22
10	2	0 0	1 1	5 3	1 2 11	10	13	2	11
10	2	0 0	1 1	5 3	1 2 11	10	3	3	27
9	1	3 5	1 1	5 3	1 2 11	8	18	3	4
8	1	2 11	1 1	5 3	1 2 11	8	3	0	22
8	1	2 11	1 1	5 3	1 2 11	7	13	2	10
7	1	1 16	1 1	4 2	1 0 22	6	15	2	10
7	1	1 16	1 1	4 2	1 0 22	6	15	2	10
7	1	1 16	1 1	4 2	1 0 11	6	15	2	10
6	1	0 22	1 1	3 2	0 3 16	5	18	0	18
6	1	0 22	1 1	3 2	0 3 16	5	8	2	10
6	1	0 22	1	3	0 2 11	4	17	0	21
6	1	0 22	1	3	0 2 11	4	2	3	5
5	1	0 0	1	3	0 2 11	2	16	1	16
4	0	3 5	1	2	0 1 16	2	6	3	3
3	0	2 11	1	2	0 1 16	1	7	2	9

272. Cables y cadenas; ventajas e inconvenientes..—En los buques antiguos se llevaban unas cuerdas de cáñamo llamados *cables* cuyos *chicotes* ó estremos se hacian firmes en el arganeo del ancla y en el cabrestsnte destinado á levarla; su longitud era de 120 brazas y su mena de once á treinta y dos pulgadas castellanas de circunferencia. En razon á la naturaleza del material de que se formaban los cables presentan inconvenientes de importancia; en primer lugar estando espuestos á la humedad empezaban á pudrirse y perdiendo su resistencia, ofrecian pocas condiciones de seguridad; añadiéndose á esto los deterioros que sufrian por el rozamiento continuo con los escobenes al pasar por ellos pues si bien para disminuirlo se colocaban molinetes horizontales, solo se conseguia un resultado favorable hasta que el ancla estaba á pique por que á partir de este momento el molinete contribuía á aumentar el rozamiento. Por otra parte debemos consignar que la rigidez de los cables y su volúmen escesivo hacia muy dificil su colocacion y exigian un espacio considerable.

En vista de los inconvenientes que presentaban los cables mencionados se trató de hacerlos de cadena de hierro para la cual los ingleses hicieron una multitud de esperiencias obteniendo los resultados mas satisfactorios. Los primeros ensayos se verificaron con cadenas de eslabones ovalados (Fig. 375) que pronto tuvieron que abandonarse puesto que era muy fácil que resbalando dos eslabones hasta llegar à un mismo extremo del intermedio, al esperimentar una gran tension se pusiera en linea recta produciendo una sacudida violenta con peligro del buque y de la misma cadena. Para corregir este defecto y evitar el no menos importante de que formasen *cocas* ó se enredasen los eslabones se sustituyeron los ya indicados por otros de la misma forma pero con un travesaño que los dividia en dos partes iguales (Fig.376).

Al mismo tiempo que empezaron á emplearse estos últimos se ha fabricado otros en forma de ocho (Fig.377) pero no presentando la resistencia de aquellos, se abandonaron casi por completo.

Al aparecer los cables de cadena se empezó á dudar de su duracion fundándose en la pérdida de dimensiones y de resistencia que esperimenta el hierro en virtud de la rapidez con que se oxida cuando està en contacto con el agua ó el aire húmedo y en el desgaste que habia de producirles el rozamiento continuo con los escobenes y con las rocas en el fondo del mar. La èsperiencia ha venido á demostrar que estos temores no tienen la importancia que se creía, puesto que ahora por la seccion, fàcil de medir en el eslabon mas gastado, podemos calcular su resistencia y adquirir la seguridad de si necesitamos ó no reemplazar la cadena, mientras que con los cables de cáñamo el cálculo á que los sujetaramos, no siendo ni aun aproximado, estábamos siempre espuestos á una avería de consideracion. Ademas de esto, nosotros podemos prolongar la duracion de las cadenas picándolas á menudo para hacerles saltar las escamilles de óxido de hierro y preservarlas con una pintura protectriz compuesta de alquitran mineral y grasa de

ballena. Tambien se trató de galvanizar las cadenas lo mismo que las anclas para preservarlas de la oxidacion pero como los resultados no compensaban el gasto de la galvanizacion, el sistema ha caido en completo desuso.

A pesar de las ventajas que presentan los cables de hierro no dejan de presentar algunos inconvenientes de los que carecian los antiguos cables de cáñamo. Estos por su poca densidad, casi igual á la del agua, podian transportarse en una lancha al punto donde mas conviniera fondear; ademas al hacer esta maniobra en el caso de que la velocidad del ancla fuese escesiva y que al arrastrar el cable pudiese haber lugar á averías, se evitaba inmediatamente picando dicho cable lo cual no puede hacerse con los de cadena. Sin embargo, como las ventajas que estos últimos presentan son mayores que sus inconvenientes hoy no se usan de otra clase en todas las marinas, tanto de guerra como mercantes.

273. Dimensiones de las diferentes partes de las cadenas usadas en Francia.—La longitud de las cadenas es indeterminada puesto que en un mismo buque depende de las diversas maniobras que con ellas se trata de ejecutar; asi es que los franceses las dividen en trozos de 30 metros reunidos con *grilletes* de *ayuste* (Fig. 378) por medio de pernos que se hacen fijos con una paja acero de forma cónica introducida en el cuerpo del grillete y remachada por encima con un poco de plomo.

Para calcular el calibre de los eslabones de las cadenas ó sea su seccion total, los franceses supusieron primero que el esfuerzo á que estaban sugetas dichas cadenas era proporcional á la superficie sumergida de la cuaderna maestra y mas tarde en atencion al aumento que sufrió en los buques modernos la eslora con respecto á la manga, lo han establecido proporcional al desplazamiento lo cual no deja de ser mas racional.

De esta manera han fijado las dimensiones, partiendo del principio deducido esperimentalmente qne el hierro forjado de buena calidad puede resistir 17 kilógramos por milímetro cuadrado.

Si se quisiera obtener la seccion por comparacion con la de los cables de cáñamo, no habria mas que multiplicar la superficie de ésta por la relacion $\frac{1,5}{17}$ en la que el numerador representa el número de kilógramos de que se puede cargar con seguridad un milímetro cuadrado de cuerda de cáñamo en mal estado puesto que su resistencia verdadera varia entre 3 y 4 kilógramos.

El hierro empleado para la construccion de cadenas se prueba con la prensa hidráulica antes de su empleo, rechazándole si no tiene la resistencia que esta fijada.

Los eslabones son de una longitud constante con una tolerancia de $^1/_{40}$ en mas ó en menos, pero cada ocho deben presentar una longitud exactamente constante: las dimensiones de sus diversas partes asi como la de los grilletes

de ayuste se refieren al calibre del hierro que los forman y pueden verse en el cuadro siguiente.

	Eslabones ordinarios.	Grillete.	Eslabon de ayuste sin travesaño.	Eslabon de ayuste con travesaño.
Diàmetro del hierro	1,00	1,10	1+6 milím.*	1+4 milìm.*
Longitud interior	3,85	3,10	5,19	4,11
Ancho.....	1,75	1,25	1,96	1,42

Les diàmetros mayor y menor del perno del grillete son de 1,83 y 1,04 relativamente al número que representa el diámetro del hierro de dicho grillete.

La longitud de las cadenas que llevan los buques franceses en la actualidad, es de 360 metros. Con este dato calculàn el volunen de la *caja de cadenas* multiplicando su peso espresado en toneladas por 0,43 si estan colocadas con cuidado y por 0,45 cuando no lo estan.

A continuacion damos una tabla que indica el peso y volúmen de las cadenas usadas en Francia segun los calibres del hierro.

Calibres de las cadenas en milímetros	54	52	48	46	38	34	32
Peso de 100 metros.	6t,576	5,863	5,043	4,700	3,187	2,592	2,379
Volúmen de 100 metros.	2.m500	2,338	2,033	1,888	1,366	1,100	0,960

274. Dimensiones y formas de los cables y cadenas usadas en Inglaterra.— Como las anclas y cadenas de nuestra marina se estan adquiriendo en Inglaterra, ya por la baratura, como por la perfeccion de estos trabajos á los cuales nuestra industria no ha llegado ni siquiera á dedicarse, espondrémos las formas y dimensiones de dichas cadenas y las reglas prácticas por medio de las cuales los ingleses las determinan.

Los cables mas usados estan formados de eslabones análogos á los que hemos ya descrito, es decir, ovalados y con travesaño, por trozos de 12 brazas y media á 25 cada trozo, unidos entre si por medio de eslabones giratorios escepto las cadenas que han de servir para trabajar con los cabrestantes de Brown y Harfield que no llevan mas que dos grilletes en los estremos del cable.

Las cargas à que se someten las cadenas para su rotura son cerca del doble de las que corresponden á las anclas y estan calculadas por la regla siguiente:

La carga de prueba se obtiene multiplicando 18 toneladas por el cuadrado del diàmetro del cable espresado en pulgadas.

Las dimensiones de los eslabones referidos al diámetro de las cabillas que los forman son:

Longitud esterior, 6; interior 4.

Ancho esterior, 3,50.

Espesor del travesaño en los estremos, 1; en el medio, 0,6.

El diàmetro de la cabilla, conocida la carga, podemos deducirlo de la regla ya dada, confirmada por la esperiencia ó bien por la de Mr. Napier que se reduce á *dividir por 8 la raiz cúbtca del desplazamiento en toneladas*.

El volúmen del espacio necesario para alojar las cadenas se calcula *multiplicando el cuadrado del diàmetro en pulgadas por 35;* el producto será el volúmen en pies cubicos.

La longitud del cable que debe largarse segun la profundidad en que el buque fondea,se obtiene añadiendo dicha profnndidad en brazas al número 214 llamado *módulo* y elevando al cuadrado esta suma.Si del valor que resulta se resta el cuadrado del módulo y se estrae, la raiz cuadrada de la resta, obtendremos dicha longitud en brazas.

Para determinar las dimensiones de los cables de cáñamo correspondientes á las diversas anclas, los ingleses suponen que la resistencia es la misma que la de la cadena que lo pudiese sustituir siempre que la circunferencia de la seccion sea igual á diez veces el diámetro de las cabillas de hierro que forman los eslabones.

El número de cables de cáñamo y de cadena que deben llevarse á bordo para cada embarcacion estan consignadas en la tabla siguiente:

Dimensiones y peso de las cadenas y cables de cáñamo correspondientes á diversas anclas,

Peso de anclas.	Mena de los cables de		Peso de cables de						Volúmen ocupado por 100 brazas de cadena.
	Cadena.	Cáñamo.	Cáñamo; 100 brazas				Hierro 100 brazas,		
quintales.	pulgadas.	pulgadas.	t.s	q.s	a.s	l.s	q.s	as	l.s	Pies cúbicos.
De 95 para arriba.	25	2 1/4	5	16	2	22	243	0	9	230
94 á 90	24 1/2	.....	5	11	1	26	...	...	...	...
89 85	24	2 1/8	5	7	1	12	216	3	5	192
84 81	23 1/2	.....	5	2	3	2	...	...	...	...
80 78	23	.....	4	18	2	22	...	...	...	...
77 75	22 1/2	.....	4	14	2	6	...	...	...	...
74 72	22	2	4	10	1	9	192	0	0	160
71 69	21 1/2	.....	4	6	0	15	...	...	...	...
68 66	21	.....	4	2	0	22	...	...	...	...
65 63	20 1/2	1 7/8	3	18	1	22	168	2	21	130
62 60	20	.....	3	14	2	9	...	...	...	...
59 57	19 1/2	.....	3	10	2	25	...	...	...	...
56 53	19	.....	3	7	0	18	...	...	...	...
52 50	18 1/2	1 3/4	3	4	0	15	147	0	0	101
49 47	18	.....	3	0	3	22	...	...	...	...
46 43	17 1/2	.....	2	17	1	15	...	...	...	...
42 40	17	1 5/8	2	14	2	0	126	3	3	93
39 37	16 1/2	.....	2	11	1	2	...	...	...	...
36 35	16	1 1/2	2	7	2	9	108	0	0	85
34 32	15 1/2	.....	2	4	2	22	...	...	...	...
31 29	15	.....	2	2	0	12	...	...	...	...
28 26	14 1/2	1 3/8	1	19	0	25	90	0	0	72
25 23	14	.....	1	16	2	15	...	...	...	...
22 20	13 1/2	1 1/4	1	14	0	9	75	0	0	64
19 18	13	.....	1	11	2	8	...	...	...	...
17 16	12 1/2	.....	1	8	3	22	...	...	...	...
15 14	12	1 1/8	1	7	0	0	60	3	0	51
13 ...	11 1/2	.....	1	4	3	0	...	...	...	...
12 ...	11	.....	1	2	2	0	...	...	...	...
11 ...	10 1/2	1	1	0	2	9	48	0	0	45
10 ...	10	.....	0	18	2	15	...	...	...	...
9 ...	9 1/2	.....	0	16	2	25	36	2	11	32
8 ...	9	7/8	0	15	0	12	...	...	...	...
7 ...	8 1/2	.....	0	13	2	0	...	...	...	...
6 1/2 ...	8	3/4	0	11	3	15	27	0	0	26
6 ...	7 1/2	.....	0	10	2	2	...	...	...	...
5 ...	7	11/16	0	9	0	0	22	2	18	21
4 ...	6 1/2	.....	0	7	2	25	...	...	...	...
3 ...	6	5/8	0	6	3	0	18	2	18	14
2 1/2 ...	5 1/2	.....	0	5	3	2	...	...	...	...
2 ...	5	1/2	0	4	3	9	...	...	...	...
1 ...	4 1/2	.....	0	3	3	12	...	...	...	...

275. Escobenes y caja de agua.—Se da el nombre de escobenes á las aberturas circulares que se practican en ambos costados del buque, inmediatas á la roda para dar paso á los cables ó cadenas que van *entalingados* ó unidos á los arganeos de las anclas.

En los navios y demas buques grandes se abren dos escobenes á cada banda sirviendo el primero para las cadenas de las anclas de leva y el segundo para la 3.ª y 4.ª. Su diámetro debe ser tal que puedan pasar con holgura los cables ó cadenas y su direccion debe hacerse paralela al plano diametral. Como el cable trabaja mejor cuanto mas se aproxima á la horizontal, deben colocarse los escobenes á la menor altura posible; por esta razon los navios los llevan en la primera bateria de manera que su canto bajo coincida con el batiporte bajo de la porta mas inmediata aunque lo mas conveniente seria que estuviesen practicados en el sollado sino fuera por que estando esta parte casi siempre debajo del agua serian de una esposicion constante; asi es que por esta circunstancia algunos contructores han subido los escobenes á la segunda bateria en los navios y á la cubierta alta en las embarcaciones pequeñas.

En los buques antiguos, cuando todavia se hacia uso de los cables de cáñamo, los escobenes se forraban interiormente de plomo con el objeto de que el agua, introduciéndose por los miembros, no diese lugar á pudriciones. En la parte esterior y debajo del escoben colocaban un taco ó *almohada*, cuya seccion diametral era un cuadrante de círculo, destinada á separar ó desatracar el cable del costado facilitando al mismo tiempo la operacion de levar y disminuyendo el rozamiento.

Hoy con los cables de cadena el plomo no seria suficiente para preservar los miembros por cuya razon se emplea un forro de hierro reducido (Fig.379) á dos tubos cilíndricos de fundicion llamadas *bocinas* de *escoben* que se introducen interior y esteriormente empernándolas entre si por los rebordes en que terminan.

Para facilitar la entrada y salida del cable se da al escoben una pendiente hácia fuera que varia entre $^1/_{10}$ y $^1/_{15}$ terminando su parte baja esterior en una curva cualquiera ó arco de círculo á fin de disminuir en lo posible el rozomiento de la cadena con dicho escoben.

Como durante el curso de la navegacion, el agua entraria por los escobenes inundando la bateria, se llevan á bordo unos tapones de madera que ajustan perfectamente á los escobenes. A veces estos tapones tienen abierta una canal para dejar pasar la cadena si es que en el viage van las anclas entalingadas En este caso el ajuste no puede ser perfecto, el agua siempre puede abrirse paso con facilidad y por otra parte como al levar, las cadenas arrastran alguna agua se establece un *mamparo* á tabique transversal á 1 metro de la roda y de 0,40 á 0,50 de altura que viene á formar una especie de caja con el objeto de limitar el curso de las aguas. Este cajon llamado *caja de agua* se calafatea perfectamente y se cubre de plomo por

su parte interior, abriendo al mismo tiempo en la proa dos imbornales para dar salida á las aguas. Los imbornales estan tambien forrados de plomo cerrándose esteriormente con unas planchas de hierro unidas por medio de una charnela que le permite abrir de dentro á fuera ajustándose al costado por medio de unas tiras de cuero ó de goma elàstica.

276. Dimensiones de los escobenes.—Los franceses tienen reglamentadas las dimensiones de los escobenes las cuales han deducido de la esperiencia espresàndolas con relacion al calibre de la cadena del modo siguiente:

Diàmetro de la bocina	7,50
Espesor de la misma en el interior	1,00
Id. al esterior	0,80

El rádio de la caida de la parte inferior de la bocina en proa es igual al de la misma bocina.

Diámetro de la bocina para las anclas 3.ª y 4.ª...8,50.

En Inglaterra suelen dar á la bocina un diàmetro de 9 á 10 veces mayor que el calibre de la cadena y los $^3/_4$ del mismo para el espesor.

277. Bitas empleadas en los buques antiguos.—Para sujetar los cables del ancla (Fig. 380) en los buques se hace uso de las *bitas* que son dos maderos implantados verticalmente en la cubierta de la 1.ª batería llamadas *columnas* los cuales estan simétricamente colocados con respecto al plano diametral y unidos entre si por medio de una traviesa llamada *cruceta*. Las columnas se apoyaban por su cara de proa en un bao de la cubierta de la primera batería escogiendo el 1.° ó 2.° á popa del palo trinquete y en su estremo inferior se ensamblaban por la cara de proa del bao correspondiente del sollado empernándolas sólidamente á dichos baos con lo cual se les daba la resistencia necesaria para no ser arrancados por el peso del ancla.

La escuadria que se daba á las columnas en la parte alta era próximamente igual á la de la quilla y despues presentaban una ligera disminucion hasta el canto bajo. Su cabeza que se hacia distar unos 50 á 60 centímetros de la cara inferior del bao de la cubierta superior inmediata, llevaba un perno atravesado llamado *paja* con el objeto que el cable no se desencapillase. La distancia de las bitas al plano diametral era tal que la línea que los unía con el escoben correspondiente resultase sensiblemente paralela á dicho plano. Muchas veces se colocaban en los grandes barcos otros dos pares de bitas con mas separacion, destinadas á las anclas 3.ª y 4.ª

Aun que la colocacion y dimensiones de las bitas son las suficientes para que las condiciones de resistencia queden satisfechas, se consolidan por la cara de proa con unas curvas llamadas *curvas de bita* que las unen á la cubierta terminando por un estremo à los dos tercios de su altura y por el otro á una distancia de la cubierta igual al espesor de los tablones.

Sobre las curvas de bita se sujetan varios cáncamos de hierro á los cuales se enganchan unos pedazos de cabo llamados *bozas*. Estas tienen

en uno de sus estremos un gancho y en el otro un cabo delgado al cual se amarra el cable dándole varias vueltas de popa á proa.

A veces se daban unas bozas llamadas *traseras* à popa de las bitas que sugetándose á unos cáncamos de la cubierta concurrian con las *delanteras*, antes descritas, á evitar que se largase el cable, sobre todo estando desencapillado de la bita.

278. Bitas modernas.—Al aparecer los cables de cadena, las bitas han esperimentado modificaciones importantes suprimiéndose la cruceta (Fig.381) y forrando la cabeza de la columna con un sombrero de fundicion para preservar la madera del rozamiento de la cadena.

Para que los eslabones de esta no se mordiesen se agregó al sombrero un collar contorneado en hélice cuyo paso fuese un poco mayor que el diámetro de dichos eslabones y cuya saliente impidiese á la cadena el desencapillarse.

En algunos buques de guerra recientemente construidos se han suprimido las columnas de las bitas haciéndolas de un tubo de hierro fundido con un reborde en su base que puede atornillarse ó empernarse á una carlinga, análoga á la del palo mesana, hecha en la cubierta de la batería donde van colocados. En la cara de proa de la columna hay una ranura donde se introduce y hace firme la curva de bita que algunos han suprimido completamente. El collar en este sistema no es helizoidal sino una parte de corona circular ó tambien puede reemplazarse como se ha hecho en algunos buques por unos cabilleros ó pajas de hierro colocados á distintas alturas al rededor del sombrero (Fig, 382).

Para las dimensiones de este relativamente al calibre de la cadena pueden tomarse las reglamentarias de Francia que son las siguientes:

Diámetro interior del sombrero...	11,00.
Espesor.....	1,00.
Salida del collar ó cabillas.....	4,80.

LECCION 31.

279. Cabrestantes de leva.—Para levar se empieza por ponerse á pique sobre las anclas; haciéndolo primero con las pequeñas y despues con la 3.ª y 4.ª Para arrancar el ancla del fondo antiguamente se usaban unas lanchas muy pesadas cuya popa que era cuadrada y sumamente resistente llevaba un pescante en el que se amarraba el cable. Sobre este actuaban 20 ó 30 hombres, y despues de arrancar el ancla la transportaban en la misma lancha. Este proceder es imposible hoy con el cable de cadena por su gran peso y únicamente se emplea con los *anclotes* ó *espoas* que se echan en los puertos desconocidos en que no hay prácticos, para poder penetrar en ellos sin peligro. Actualmente tampoco se usa esto mucho por que en la mayor parte de los puertos hay remolcadores que hacen este servicio. Cuando el ancla estaba muy agarrada, no era posible arrancarla con la lancha y el esfuerzo se practicaba entonces con el cabrestante: los navios antiguos llevaban siempre uno muy grosero de dos cuerpos los cuales unas veces estaban ambos fijos á la madre y otras podia el superior hacerse independiente del inferior, sirviendo en el primer caso para aumentar el esfuerzo con el número de hombres aplicados á las barras. Ademas de este cabrestante que servia para elevar la artilleria y pesos considerables, se llevaba á proo otro pequeño de un solo cuerpo destinado á atravesar el ancla. Como el cable del ancla de leva era de una mena considerable, su gran rigidez impedia el que se adaptase sobre el cabrestante, presentaba siempre un ràdio mucho mayor que el de este y por lo tanto el esfuerzo que habia que emplear era mayor en este caso lo que se hacia era no llevar el cable directamente al cabrestante, sino que se le cogia con otro mas pequeño que le daba tres vueltas Este cable llamado *virador de combés*, (Fig. 383) se unia al de leva por me-

dio de una série de mordazas formadas de cabitos mas delgados llamados *mojeles*. La operacion se reducia á abarbetar el cabo al virador con los mojeles, hacer obrar al cabrestante y cuando ya este no podia girar mas, amojelar otra vez. De este modo siendo la operacion intermitente se hacía en casos apurados dificultosa y peligrosa.

Algunas veces el virador de combés llevaba unos *barriletes* ó nudos para amojelar con mas seguridad pero á esta ventaja se oponia el grave inconveniente de la mayor facilidad en que se montasen los guarnes en el cabrestante

Los cabrestantes empleados para los cables de cáñamo ó viradores tenian la mecha de madera y eran análogos al que hemos descrito al tratar del arbolado de las cuadernas.

280. Cabrestantes franceses para cadenas; sistema Barbotin.—Con el cable cadena no pueden emplearse los antiguos cabrestantes y se usa uno inventado por Mr. Barbotin (Fig. 384) el cual lleva en su parte inferior una corona de hierro que tiene practicadas las huellas de la cadena. De este modo dicha cadena engrana con dicha corona y se arrolla en ella sin necesidad de mojeles viniendo á ser el cabrestante una especie de rueda dentada. Este cabrestante que es hoy usado en todas partes es de dos cuerpos los cuales se hacen independientes á voluntad para poderlos emplear en el servicio de pesos menores por medio de una paja que los hace solidarios y que quitada deja moverse á cada uno al rededor de su eje que es de hierro forjado y se apoya en la carlinga, formada por un anillo que lo rodea el cual es de bronce para disminuir el rozamiento. Uno de los cuerpos del cabrestante va en la primera batería y el otro en la inmediatamente superior y como los escobenes solo se hallan en la primera solo lleva corona Barbotin el cabrestante inferior. Para evitar los estrechonazos llevan ambos cuerpos cuatro ó cinco linguetes que en el superior van sostenidos por tacos y pueden caer en un sentido ó en otro rozando sobre una corona de hierro con sus partes salientes apoyádas sobre las conchas del cabrestante y en el inferior se apoyan sobre el sombrero partiendo de la cubierta. El esfuerzo del linguete se puede descomponer en dos uno que impide el virar y otro vertical que tiende á levantar el cabrestante.

Cuando se suspende la operacion por mucho tiempo como no ofrecen los linguetes la suficiente seguridad no se deja el cabrestante apoyado en ellos sino que se lo trinca con bozas. El cabrestante propuesto por Mr. Barbotin lleva ademas su aparato para echar la cadena fuera y desengranarla. Como los grilletes de la cadena tienen mayor diámetro que los eslabones, si la corona tuviese las huellas iguales á estos no podrian pasar por ellas: para evitarlo se hace la corona un poco mas ancha con lo cual se puede utilizar para dos cadenas de mena inmediatamente próxima. Cuando las cadenas han servido mucho tiempo llegan los eslabones á gastarse y no engranan bien en la corona produciendo choques que hacen preciso reemplazar la cadena ó el cabrestante;

los franceses que no emplean mas que este sistema de cabrestantes se ven obligados, cuando trabajan con una cadena distinta de aqeella para la cual estaba construida la corona, á servirse del virador de combés.

281. Cabrestantes ingleses.—Para evitar este movimiento los ingleses han formado la corona con una garganta de fundicion con entrantes y salientes en forma de pirámides (Fig. 385): de este modo es indiferente la forma de las cadenas y entre ciertos límites la mena por que siempre engranan aun que no tan perfectamente como en la Barbotin. Si la cadena tiene poca mena se colocará en la parte mas estrecha de la garganta y se muda en la base; esto no quiere decir que sirve para toda clase de cadenas por que para ello habria que hacer muy grandes los huecos y no habria buen engrane sino que si la corona Barbotin admite una diferencia en las cadenas como *1* la inglesa la admite como *8* ó 10 pues nunca hay tan gran variedad en las cadenas de un buque y puede construirse el cabrestante de manera que engrane perfectamete con todos.

282. Cabrestantes usados en nuestra marina.—Loscabrestantes que se construyen en nuestros arsenales se hacen en el taller de arboladura.

El sistema es análogo al francés escepto algunas modificaciones que se han introducido en la corona (Fig. 386) para el mejor engrane de la cadena. Por otra parte asi como el cabrestante Barbotin tiene los linguetes del cuerpo inferior apoyados sobre el sombrero; los nuestros los llevan en la base y cuando son de un solo cuerpo como los que van á proa del palo trinquete para las maniobras, tienen la mecha fija y enroscada á la cubierta y el cabrestante giratorio, pero cuya razon se llaman entonces de *mecha invertida*.

283. Cabrestante multiplo de Philips.—En los transportes y urcas en que es necesario practicar grandes esfuerzos y se dispone de poca tripulacion se hace uso de cabrestantes de doble efecto de los que entre varios sistemas el principal (Fig. 387) lleva un piñon que engrana en tres ruedas dentadas que pueden á voluntad por un mecanismo sencillo engranar ó no con la corona; en el primer caso duplican el efecto de la potencia y en el segundo obra como un cabrestante ordinario; los ingleses emplean bastante estos sistemas pero nosotros no los usamos.

284. Molinetes.—Todos los cabrestantes exigen mucha gente por lo que en los buques mercantes que no pueden disponer de ella ó no los usan ó los emplean muy pequeños y sin corona Barbotin; lo general es emplear tornos ó cabrestantes de eje horizontal llamados *molinetes* de los que hay varios sistemas. Los buques pequeños de cabotaje emplean uno cuyo eje (Fig. 388) se apoya sobre dos montantes llevando unas cajas donde se meten los estremos de las barras que se colocan verticales: subiéndose sobre él y hacién dolas descender se le obliga á girar. Para que no desvire lleva en su parte media una especie de rueda de escape con una plancha que resbala sobre ella y hace el oficio de linguete. Si se usa el cable de cáñamo se arrolla en él y si el de cadena, lleva unos listones de hierro á manera de dientes. Los franceses suelen usar uno que tiene dos campanas horizontales con sus chomaceras y rueda de escape.

285. Molinete de coussin.—El molinete empleado mas usualmente en los buques del comercio y que aventaja á todos es el de Coussin que consiste en un arbol horizontal (Fig. 389) al cual rodean dos coronas *a b* que pudiendo girar á rozamiento dulce sobre él, llevan dos linguetes *l* inversos, es decir, dispuestos de tal modo que cuando al uno mueve el árbol engranando con los dientes de que va provisto, el otro no hace mas que resbalar. A la corona se le da movimiento por medio de un balancin *f* al cual se articulan dos bielas unidas á dichas coronas y á su vez el balancin es movido por dos barras con un arco donde se aplica la fuerza del hombre: para oponerse á que desvire el molinete hay unos linguetes los cuales pueden alojarse en una caja *gh*, cuando se quiere hacer girar al cabrestante en sentido contrario.

286. Molinete de Napier.—La (Fig. 390) representa un molinete de friccion análogo en el fondo al de Coussin aunque en la forma presenta algunas ventajas sobre este último, por cuya razon se esta usando mucho en todos los buques mercantes. Puede moverse á mano ó haciendo uso del vapor: en el primer caso se coloca en la toldilla un pequeño cabrestante cuyo eje lleva debajo de dicha cubierta una rueda de engranage cónico que transmite el movimiento á un piñon centrado con un eje de dos cigueñales articulados á dos barras de conexion las cuales á su vez comunican un movimiento de rotacion alternativo á unas piezas en forma de *D* en cuyos estremos se articula un anillo de friccion que arrastra el cuerpo del molinete cuando está apretado, permitiéndolo virar al dejarlo libre.

Las dos campanas donde se arrolla la cadena estan completamente independientes entre si y tienen la forma de una corona anàloga á la de los cabrestantes que nosotros usamos (Fig. 386) con el objeto de que la cadena engrane bien y evitar los choques. Para mover el molinete por medio del vapor se arrolla una cadena al tambor ó polea *P* y á un torno que suelen llevar todos los buques mercantes destinado á verificar la carga y descarga y si se quiere hacer una de las campanas ó las dos independientes del eje de movimiento no hay mas que zafar las chavetas *c c'*.

Esta operacion será necesaria para fondear; pero en este caso para moderar la velocidad de la cadena y evitar los choques lleva el aparato una palanca *R* que une la plancha de friccion *r* ó retenedor á los molinetes.

287. Molinetes de vapor ó chigres.—No nos cansarémos de repetir las grandes ventajas que ofrecen los molinetes sobre los cabrestantes, sobre todo en los buques mercantes los cuales suelen ir generalmente tripulados con muy poca gente con el objeto de obtener la mayor economia posible.

La carga y descarga se hace en estos buqués por medio de una especie de molinetes (Fig. 391) llamados *chigres* ó *pescantes* los cuales son movidos por el vapor que procede de las calderas de la màquina ó bien de una caldera destinada esclusivamente à esta maniobra y á la de levar las anclas. Otras veces tambien se hace uso de dicho aparato para algunas maniobras del velámen y arboladura.

Hoy se ha empezado tambien á utilizar el vapor para mover los cabrestantes de los buques de hierro como tenemos un ejemplo en el buque blindado de la marina inglesa *Agincourt*. En este buque la máquina, situada en el sollado y debajo del cabrestante dá movimiento á un eje horizontal el cual por medio de una rueda de engranaje helizoidal lo transmite á un tornillo sin fin labrado en la misma mecha de los dos cuerpos del cabrestante.

288. DIMENSIONES QUE DEBEN DARSE A LOS CABRESTANTES.—La altura de las barras del cabrestante depende de la del hombre que lo ha de mover asi es que suele hacerse igual 1.m15.

La altura del cuerpo se hace de un metro dando 0,15 al sombrero y 0,25 á la corona inferior, de modo que nos queden 0,m60 para la altura de los guarda-infantes y malletes.

El número de barras aplicadas al cabrestante varia segun la clase de buques puesto que es evidente que aumentando las dimensiones de estos crecerán proporcionalmente las de las anclas y por consecuencia el esfuerzo que hay que vencer siendo mayor, deberà repartirse tambien en mayor número de partes empleando cada vez mas gente. A pesar de esto hay un limite superior del que no se debe pasar por que si las barras estuviesen demasiado próximas, podria suceder que los hombres no cupiesen en el espacio comprendido entre una y otra á no ser que fuesen muy largas en cuyo caso tampoco se moverian con libertad por los obstáculos con que se tropezaria sobre todo en la cubierta de la bateria. La práctica ha admitido como buenos los resultados s.guientes:

Para un navio.....	20	barras en cada cuerpo.
Para una fragata.....	16	id.
Para una corbeta.....	12	id.
Para un bergantin.....	12	en un solo cuerpo

Conocidoahora para cada buque el peso del ancla y demas resistencias accidentales y el número de hombres de que podemos disponer, lo que mas nos interesa es determinar la relacion entre el rádio r del cabrestante y la distancia R del punto de aplicacion de la potencia al eje de movimiento.

Los hombres marchando con una cierta velocidad V desarrollan en a (Fig. /392) una fuerza que podria representarse por MV llamando M la masa, si la resistencia no les hiciese marchar con una velocidad v menor; asi es que el esfuerzo verdadero será $M(V-v)$. Como la fuerza resistente serà $M'\frac{v}{R}$, aplicando el teorema de momentos tendremos:

$$M(V-v)R=M'\frac{vr}{R}r$$

de donde.

$$v=\frac{MVR^2}{MR^2+M'r^2}$$

Para obtener el valor máximo de v no tenemos mas que igualar á cero el denominador de esa fraccion y tendremos:

$$MR^2+M'r^2=0$$

de donde se deduce que para el caso mas favorable la velocidad será cuando $r=0$. Pero como en la práctica no podemos admitir esta solucion, calcularemos el rádio mínimo de la seccion del cabrestante susceptible de resistir el esfuerzo M' conocido, acudiendo á las fórmulas de resistencia de materiales. Ordinariamente se toma para la relacion $\frac{r}{R}$ igual á $\frac{1}{3}$.

Las dimensiones mas principales que los ingleses suelen dar á sus cabrestantes estan consignadas en el cuadro siguiente:

Dimensiones principales de los cabrestantes para buques de todas clases.

			Navios. 120 á 90 cañones.				Navios. 80 á 70.				Fragatas.				Corbetas.				Bergantines.	
			Cabrestante superior		Cabrestante inferior.		Cuerpo alto.		Cuerpo bajo.		Cuerpo alto.		Cuerpo bajo		Cuerpo alto.		Cuerpo bajo			
			piés.	pulgs.	piés.	pulgs.	piés.	pulgs.	piés.	pulgs.	piés.	pulgs.	piés.	pulgs.	piés.	pugs.	piés.	pulgs.	piés.	pulgs.
	Diámetro		2	3 1|2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	10	1	10	1	4
	Núm. de caras laterales			12		10		12		10		12		10		12		10		10
	Altura		3	5	4	3	3	55	4	3	3	4 1|2	4	0	3	4	3	10	3	1 1|2
Madre ó núcleo	Zunchos de hierro forjado. en el estremo superior	ancho	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	2 1|2	0	3 1|2	0	2 1|2
		grueso.	0	0 5|8	0	0 3|4	0	0 5|8	0	0 3|4	0	0 1|2	0	0 5 8	0	0 1|2	0	0 5|8	0	0 1|2
	Idem en el anho inferior.		0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	3	0	3	0	2 1 2
		grues	0	0 3|4	0	0 5|8	0	0 3|4	0	0 5|8	0	0 5|8	0	0 1 2	0	0 5|8	0	0 1|2	0	0 1|2
	Bocina de la mecha	espesor	0	4			0	4			0	3 1|4			0	3				
	Pernos para la bocina	longitud	0	7			0	7			0	7			0	6				
		espesor.	0	0 5|8			0	0 5|8			0	0 5|8			0	0 5|8				
	Idem arponados por la parte baja	longitud	1	0			1	0			1	0			1	0				
		diámetro	0	0 3|4			0	0 3|4			0	0 3|4			0	0 3|4				
Guarda infantes	Longitud		3	0 1|2	3	1	3	0 1 2	3	1	3	0 1|2	2	9 1|2	3	0 1 2	2	8 1|2	2	7
	Ancho en el estremo superior		0	9 1|2	0	8 1|2	0	9	0	8	0	7	0	8	0	7	0	6 1|2	0	5
	Idem en inferior		1	0	1	0	1	0	0	11 1|2	0	11 1|2	0	10 1|2	0	10	0	9 3|4	0	9
	Dos pernos en cada guardainfante	Longitud	1.5	de ros	1 4	comun	1.3	rosca..	1.3	comun	1.2	rosca	1. 2	co-	1.2	rosca	1· 1|2	co-	0	10 1|2 co
		Diámetro	0 1	ca.....	0 1		0.1		0.1		0.0 7|8		0.0 7|8	mun	0 0 7|8		0 0 7|8	mun	0	0 3 4 mun
Tacos entre los guarda infantes.	Dos pernos en cada uno de los cuerpos	superior Largo	1	5	1	4	1	3	1	3	1	2	1	2	1	2	1	1 1|2	0	10 1|2
		superior Diámetro	0	0 5|8	0	0 5|8	0	0 5|8	0	0 5|8	0	0 5|8	0	0 5|8	0	0 5|8	0	0 5|8	0	0 5 8
		inferior. Largo	1	6	1	5	1	4	1	4	1	3	1	3	1	3	1	2 1|2	1	0
		inferior. Diámetro	0	0 3|4	0	0 3|4	0	0 3|4	0	0 3|4	0	0 3|4	0	0 3|4	0	0 3|4	0	0 3|4	0	0 3 4

	Diámetro		4	10	4	6	4	8	4	4	4	2 1/2	4	2	3	10 1/2	3	9	2	11		
	Espesor		1	1	0	11	1	0	0	11	0	11	0	10 1/2	0	10 1/2	0	10	0	8 1/2		
	Flecha del casquete esférico		0	2			0	2			0	2			0	1 3/4			0	1 1/2		
	Anillos superior é inferior de los costados	Diámetro	4	6	4	6	4	4	4	4	3	10 1/2	4	2	3	6 1/2	3	9	2 8	E superior de bronce; el inferior de hierro dulce		
		Ancho	0	3	0	3 1/2	0	3	0	3 1/2	0	3	0	3	0	2 3/4	0	2 3/4	0.2 1/4			
		Grueso	0	0 1/2	0	0 1/2	0	0 1/2	0	0 1/2	0	0 5/8	0	0 1/2	0	0 1/2	0	0 1/2	0.0 1/2			
	Pernos para los mismos	Largo	1	1 7/8	0	11 7/8	1	0 7/8	0	11 7/8	0	11 7/8	0	11 1/4	0	11 1/4	0	10 3/4	0.2 3/4			
		Diámetro	0	0 7/8	0	0 7/8	0	0 7/8	0	0 7/8												
om' rero ..	Tuercas y tornillos	Número		18		18		18		18	8 de	7/8	8	de 7/8	6	de 3/4	8	de 5/8	6	de 3/4		
	Bocabarras en la parte esterior	Lado del cuadrado	0	4 3/4	0	4 5/8	0	4 1/2	0	4 1/2	8 de	3/4	8	de 3/4	8	de 5/8	6	de 3/4	8	de 5/8		
	Idem en la inferior	Idem	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4 1/4	0	4 3/16	0	4 1/8	0	4	0	3 1/2		
	Longitud de las bocabarras		1	1	0	11	1	0 1/2	0	11 1/2	0	3 5/8	0	3 5/8	0	3 1/4	0	3 1/2	0	2 7/8		
	Número			14		14		14		14	1	10	0	11	0	11	0	10	0	10		
												12		12		10		10		10		
	Planchas de forro de latón de las bocabarras	Ancho	0	2 1/2			0	2 1/2			0	2 1/2			0	2 1/4			0	2 1/4		
		Grueso	0	0 1/2			0	0 1/2			0	0 1/2			0	1 1/2			0	0 1/2		
Plancha de conexion con el sombrero del cabrestante	de hierro fundido con bocina de bronce	Diámetro			2	6			2	6			2	4			2	1 1/2				
		Espesor			0	1 1/2			0	1 1/2			0	1 3/8			0	1 1/8				
	bocina de bronce	Ancho			0	4			0	4 1/2			0	4 1/4			0	4				
		Espesor			0	0 5/8			0	0 5/8			0	0 1/2			0	0 1/2				
	pernos	Diámetro			0	0 3/4			0	0 3/4			0	0 5/8			0	0 5/8				
		Longitud			0	9			0	9			0	8			0	7				
		Número				4				4								4				
Eje de hierro forjado	Longitud variable segun la altura de entrepuentes				11	4			11	4			11	0 1/2			10	7 3/4	4	10		
	Diámetro en la bocina alta				0	0 1/8			0	5 1/8			0	5			0	4 1/4	0	3 1/2		
	Id. en la baja				0	8			0	8			0	7 1/8			0	6 1/2	0	5		
Pajas para unir los dos cuerpos	Diámetro				0	0 3/8			0	0 3/8			0	0 3/8			0	0 3/8				
	Longitud				0	6			0	6			0	6			0	5 1/2				
Longitud de las barras			14	0	13	6	13	0	12	6	11	6	10	0	9	6.	9	6	9	0		

289. ROLLETES PARA GUIAR LAS CADENAS A LA CAJA Y GATERAS.—Ya hemos visto (280) que con el objeto de evitar el que la cadena de los cabrestantes modernos se arrolle en la corona llegando à tomar una ó más vueltas, se dispone de una horquilla *a* de desengrane (Fig. 384). Esto sin embargo no es suficiente para hacer que la cadena vaya sin tropiezo á la caja correspondiente sino que es necesario guiarla en todo el trayecto que ha de recorrer para lo cual se fijan en la cubierta varios rolletes de fundicion *b* sobre las cuales se apoyan pasando en seguida por fogonaduras que tienen las cubiertas y á las que se designa con el nombre de *gateras*.

Las gateras que correspondiéndose verticalmente con la caja de cadenas sirven para dar paso á estas, están practicadas en un macizo ó carlinga análogo al de las fogonaduras de los palos forrándolos interiormente con una bocina semejante á las de los escobenes.

290. *MORDAZAS Y ESTOPORES.*—Una de las dificultades que presenta el empleo de las cadenas para fondear, es la velocidad que estas adquieren puesto que siendo su densidad mucho mayor que la del agua tienden á acelerarse en su caida aun cuando el ancla haya llegado al fondo lo cual no sucedia con los cables que puede decirse flotaban entre dos aguas. Para vencer esta dificultad que podria en la mayor parte de los casos ser de peligro se han imaginado unos aparatos llamados *mordazas* unos, y *estopores* otros, destinados á detener la cadena en su marcha ó á disminuir su velocidad por medio del rozamiento.

El primer estopor empleado llamado de *Bechamel* (Fig. 393) consistia en un gran linguete ó palanca de hierro dulce que giraba al rededor de un eje fijo al costado interior del buque por encima del escoben y cuyo pié se apoyaba enun canal de hierro fundido. Dicho linguete llevaba una acanaladura en su parte baja con objeto de recibir el eslabon vertical de la cadena y detener el horizontal haciendo asi presa en elia con su propio peso, cuando al considerar que habia salido la longitud suficiente de ella, se dejaba caer bruscamente dicho linguete.

La gran fuerza viva que animaba á dicha cadena, era absorvida en su mayor parte por el linguete al chocar con ella pero trasmitiéndose este choque al costado resultaba que al poco tiempo la parte del casco donde se unia, de suyo tan débil, llegaba á esperimentar un deterioro considerable. Por esta razon se sustituyó este aparato por una especie de freno llamado *mordaza* de *cuello* de *cisne* reducido (Fig. 394) à una palanca curva colocada en un plano perpendicular al diametral del buque y de una altura menor que el eslabon vertical. Al estremo libre de esta palanca se aplicaba otra recta con un peso ó aparejo para mantener la primera en su posicion azocando la cadena contra un carril análogo al del aparato anterior. En este sistema los eslabones van tropezando sucesivamente con el cuello de cisne asi es que las sacudidas, aun que no de tanta consideracion como las del linguete Béchamel tienen bastante importancia por lo cual nosotros lo hemos variado algun tanto colocándolo debajo de las *gateras* de manera que asi el cuello de cisne va horizontal-

mente por debajo del macizo de entre los baos guiado (Fig. 395) por una especie de telera *a* de hierro forjado.

Los franceses emplean otro sistema de mordazas llamadas *lenticúlares* (Fig. 396) que consisten en una especie de cerrojos de hierro forjado, aplicados por debajo del reborde inferior de la bocina de la gatera, los cuales tienen una abertura circular que puede corresponder á voluntad por medio de una palanca y un aparejo con la fogonadura de dicha gatera. Cuando se tiene la cadena azocada contra la bocina se puede abandonar la mordaza fijándola en esta posicion por medio de una chaveta *ab*.

Las dimensiones que los franceses dan á las bocinas y á las mordazas estan referidas á los calibres de las cadenas de la manera siguiente.

BOCINA.

Diámetro esterior	7,50
Espesor del material	1,00
Diámetro del collar	13,00
Rádio en la entrada ó franqueza	3,75

MORDAZA.

Ancho de la lente	2,00
Espesor de la lente	1,60
Ancho de la varilla	2,70
Espesor de id	1,00
Longitud de la palanca	34,00
Diámetro de id	1,40.

Como al levar el ancla se tienen las gateras abiertas para dejar libre el paso á las cadenas, podria suceder ó bien que por una circunstancia cualquiera la cadena desengranase de la corona del cabrestante ó que se rompiese un eslabon en el espacio intermedio entre dicho cabrestante y los escobenes.

En el primer caso toda la cadena se largaria por el escoben arrastrando cuanto encontrase á su paso y en el segundo nos espondriamos á perder el ancla; asi es que es necesario tomar las precauciones necesarias para que esto no suceda colocando una merdaza cerca de los escobenes, volviendo asi al sistema antiguo.

El aparato que mas en uso esta y que recibe especialmente el nombre de *estopor* es análogo en el fondo para todas las marinas si bien varia en cada una por algunos detalles de mas ó menos importancia. El que emplean los franceses llamado de *pié de cabra* (Fig. 397) ó linguete Legoff consiste en un canal de fundicion colocada en el trayecto de la cadena sobre una gran carlinga ó macizo de madera y á la altura suficiente para que dicha cadena roce y se apoye sobre ella. La canal esta dividida en el sentido de la eslora en dos partes distintas de las cuales la *ab* mas próxima al escoben ó sea la de proa forma un resalto cuya altura no debe ser inferior al grueso de un eslabon

horizontal; una pieza móvil *e* cuya superficie superior determina un plano inclinado sirve para unir las dos partes del centro de la canal de una manera continua no oponiendo en esta posicion obstáculo de ninguna especie al paso de la cadena más que un ligero rozamiento. La pieza *c* que da nombre al estopor por su forma especial de pie de cabra lleva en su centro una acanaladura, prolongacion de la que se encuentra en las dos partes de proa y popa del aparato, la cual tiene una profundidad igual ó menor que el semi-ancho de un eslabon con el objeto de que puedan apoyarse en el estopor los horizontales y los verticales.

El pié de cabra puede levantarse por medio de una palanca con lo cual se consigue que la cadena no tropieze, pero cuando se quiere moderar su velocidad y detenerla, se deja libre la palanca que estaba hecha firme á la cubierta por medio de un aparejo, en cuyo caso el peso de dicho pie de cabra que es macizo y de fundicion caerá, quedando el resalto *a* de deteneion en disposicion de funcionar.

Cuando se vira el cabrestante, debe tenerse el pié de cabra levantado por si desvirase ó rompiese la cadena pero al fondear deberá quedar alto y solo tener preparadas las mordazas para estrangular la cadena en las gateras. Una vez detenida, ya se puede bajar el pié de cabra y el estopor constituirá entonces un poderoso auxiliar de detencion.

Los estopores deberian colocarse lo mas cerca posible de los escobenes á fin de que si rompiese la cadena poder detenerla, pero por otra parte es preciso tener en cuenta que las sacudidas tan cerca de la proa no son muy favorables asi es qué se colocan detrás de la caja de agua ó inmediatamente á proa de las bitas.

Las (Fig.as 398 y 399) representan los estopores que nosotros empleamos los cuales, como se ve, difieren solo en la cuestion de detalle del que hemos descrito.

El almirantazgo ingles ha adoptado recientemente una mordaza llamada de Kilner por el nombre de su inventor: consiste (Fig. 400) en un grillete de hierro dulce y de un diámetro suficiente en su parte mas ancha para dejar pasar la cadena al paso que en su estremo va cerrando de manera que no permite pasar mas que el eslabon vertical. Este grillete es giratorio al rededor de un eje horizontal y perpendicular al plano diametral fijo sobre un macizo de madera empernado á la cubierta en las inmediaciones del escoben. El otro estremo del grillete está movido con un aparejo hecho firme en la cubierta superior el cual hace que muerda la cadena por la parte más estrecha deteniéndola, ó la deja pasar cuando levantando dicho grillete, la cadena está al nivel de la parte màs ancha del mismo. Prescindiendo de los choques de este aparato que deben ser muy grandes, presenta á nuestro modo de ver el inconveniente de ser muy dificil de levantar el linguete sino se zalla la cadena para dentro, por la gran presion que sus eslabones deben hacer sobre dicho linguete.

291. Entalingadura de las cadenas.—Ya hemos visto (263) que uno de los chicotes del cable ó cadena iba hecho firme al arganeo del ancla por medio de un grillete; en cuanto a otro chicote ó estremo es necesario tambien afirmarlo en alguna parte porque bien pudiera suceder que en una faena de anclas se disparase el cabrestante ó se corriese la amarra largándose por ojo, como suele decirse Cuando se usaban los cables de cáñamo se afirmaba el chicote al palo mayor ó al trinquete en la bodega dándole una ó dos vueltas, lo cual se llamaba *hacer la malla al palo.*

Hoy que se usan los cables de cadena, se ejecuta la misma operacion; pero si llegase el caso de tener que abandonar un ancla sin pérdida de tiempo, no podriamos hacerlo con la misma facilidad que con el cable de cáñamo el cual se puede picar con una hacha inmediatamente. Con este objeto se emplean las *entalingaduras* de varias formas: una de ellas se hace terminando la cadena que hace la malla por un eslabon de mayor longitud (Fig. 401) al cual se une por medio de un anillo, una palanca de hierro móvil al rededor del mismo anillo. Esta palanca recibe el último eslabon de la cadena del ancla azocándose al de la malla por medio de otro anillo que abraza ambas piezas. La tension de la cadena tendiendo á separar la palanca del eslabon, mantiene firme el anillo que la sujeta; cuando se quiere largar la cadena, no hay mas que con una maceta hacer correr dicho anillo y abriendo la palanca quedarà aquella libre.

El inconveniente que presenta este sistema de entalingadura consiste en que estando hecha en el fondo de la caja de cadenas, es necesario esperar que se largue toda la cadena para poder zafar el grillete: por esta razon se ha sustituido por otra llamada por los franceses *entalingadura móvil* reducida (Fig. 402) á un dedo ó espigo de hierro forjado, giratorio al rededor de un eje horizontal y mantenido verticalmente por medio de una palanca hecha firme con un cabo ó aparejo al buque. Enganchado el último eslabon de la cadena en el espigo no hay mas que dejarlo libre haciendo girar la palanca con lo cual caerá por su propio peso y el de la cadena.

292. Serviolas.—La serviola es una pieza que desempeña un papel muy importante en la maniobra de las anclas puesto que su destino es aguantar todo el peso de estas que como sabemos es considerable en los buques de alto bordo; por esta razon merece que nos ocupemos de ella con detencion.

En los buques antiguos (Fig. 403) se hacia de una pieza de madera un poco curva con el objeto de que una de las ramas se apoyase horizontalmente sobre la cubierta empernandose fuertemente á un bao mientras la otra atravesando el costado era sostenida por una curva vertical empernada con él.

En los buques pequeños se contentaban con poner una pieza recta descansando sobre la regala y empernada por su pié sobre un bao de la cubierta de alcazar (Fig. 404) ó bien se hàcia de una curva empernada interior y verticalmente al costado con la otra rama saliendo por encima de la regala.

La dificultad en la maniobra de las piezas de artillería inmediatas á la serviola ha hechorenunciar á las disposiciones que hemos mencionado: hoy penetra

la serviola por las amuras pero queda à paño con el forro interior el cual lo mismo que el esterior se refuerza en esta parte del buque, asi como tambien deberá haberse tenido en cuenta al enramar de que no caiga la serviola en clara sino colocar dos cuadernas con objeto de poder tener una mortaja segura para el pié de la serviola. La cara inferior se hace horizontal á fin de que la junta sea mas fácil de calafatear y no sólo eso sino que si se encontrase una pieza que formase un talon en su estremo deberá emplearse con preferencia á otras pues de este modo podria hacerse que la cara superior é inferior del pié fuesen horizontales con lo cual además de obtener una abertura mas pequeña en el costado quedaria mejor ligada la serviola con los tablones de forro. Como bajo el peso de las anclas, las serviolas están sujetas á un esfuerzo que tiende á arrancarlas del costado y en los buques grandes este esfuerzo es considerable, se consolidan lateralmente por medio de unas planchas de hierro (Fig 405) empernadas entre sí; estas planchas estan dobladas en su estremidad formando unas orejas por cuyos agujeros pasa un perno que atraviesa al costado y á una plancha asentada sobre el forro interior sobre la cual se remacha ó bien se enrosca la tuerca si es que los pernos son de tuerca.

La serviola debe estar formada por madera de buena calidad y dificil de henderse sobre todo en el estremo á fin de poder establecer las tres cajeras para las rol!anas por donde laborea el *capon* ó cabo del aparejo de gata, y para mas consolidacion se coloca un zuncho en su estremidad esterior. Como á la serviola se le dà siempre una inclinacion con respecto al horizonte para facilitar mas las faenas de las anclas, el agua que corre por ella hácia dentro, cuando llueve, destruiriapronto los miembros que atraviesa por su pié si el calafateo no estuviera bien ejecutado; para esto se forra ademas de plomo en esta parte y despues se le pone cobre por encima.

La posicion de las serviolas esta sugeta al cumplimiento de las condiciones siguientes: en primer lugar es preciso que esté bastante cerca de la proa para llevar con facilidad el cuadernal de gata á los escobenes y que al atravesarse el ancla, no inutilice esta alguna porta. En cuanto à la altura es preciso que sea tal que cuando la gata llegue á besar la serviola el ancla quede enteramente fuera del agua para que se pueda bajar á enganchar la *gatilla* ó sea el cuadernal del aparejo que sirve para atravesar dicha ancla. Al mismo tiempo es preciso que la longitud sea la suficiente para que estando el ancla suspendida de la serviola pueda girar en todos sentidos sin tocar al casco por ninguna parte. Finalmente el pié de la serviola debe estar lo mas cerca posible del trancanil y dar poco pendiente á aquella con el objeto de facilitar el acceso de un hombre en su pico siempre que sea necesario. El cepo del ancla yendo á proa queda generalmente á la altura de los brazales del tajamar pero es preciso cuidar de que al caer dicha ancla no pueda entrar el cepo por una de las portas de *cachete* ó sea las que estan en la parte de curvatura mas pronunciada de proa.

Por la cara baja de la serviola se emperna á ella y al costado una curva ó

pié de amigo de madera, asegarando su invariabilidad en sentido transversal por medio de otra curva horizontal ó dos, una á cada lado, de madera ó de hierro.

El *pescante de gatilla* es una pequeña serviola colocada á popa de la que hemos descrito, en cuyas cajeras laborea la veta del aparejo de gatilla destinado á atravesar el ancla. En algunos buques este pescante se hace de hierro y giratorio con el objeto de poder hacer las maniobras necesarias con más facilidad. Inmediatamente debajo del pescante de gatilla se forma el *varadero del ancla* que es un macizado de talones forrado de plancha de hierro la mayor parte de las veces, y cuya manga ó espesor es preciso vaya disminuyendo de manera que al abandonarlo el ancla no puedan sus uñas tocar el casco: por esta razon se dá una forma ligeramente circular á los contornos de este varadero en la proyeccion longitudinal.

Las dimensiones colosales que ha sido necesario dar á las anclas de los buques modernos han sido la causa de que se sustituyesen las serviolas de madera por las de hierro las cuales reunen mejores condiciones no solo por su ligereza sino por su resistencia y economía. Varias son las formas que se han dado á las serviolas: en algunos buques como en el *Bellerophon* están formadas por una verdadera viga hueca de plancha de hierro encorvada en su pié y empernada al costado mientras que en el otro estremo va remachado un cáncamo para fijar el aparejo de gata compuesto de dos cuadernales de los cuales el arraigado es giratorio: en otros buques termina la serviola en una plancha de tres ramas por medio de las cuales se la fija á la cubierta.

Tambien se han hecho serviolas giratorias por su pié al rededor de un eje vertical fijo en la cubierta y en la interseccion de esta con el plano diámetral (Fig. 406); de esta manera se consigue economizar una serviola puesto que la que se emplea sirve para las dos bandas para lo cual se la puede hacer girar facilmente y con poco rozamiento valiéndose de un carril *ab* sobre el cual resbala dicha serviola. El almirante Labrousse ha ideado un sistema de serviola, reducido á una grua ó pescante giratorio al rededor de dos ejes, uno vertical y otro horizontal (Fig. 407) con el objeto de levantar á un tiempo el ancla y meterla encima cubierta completamente al abrigo valiéndose de un aparejo fijo á la encapilladura del palo trinquete.

Finalmente algunos buques para facilitar la maniobra de las anclas suprimen el pescante de gatilla y abozan las anclas verticalmente quedando suspendidas en la serviola y descansando por su cruz sobre un varadero colocado debajo de dicha serviola.

293. Manera de disparar el ancla; bozas y disparadores.—Los antiguos despues de atravesar el ancla por medio de la gatilla (Fig. 408) la trincaban con una boza llamada de la *uña* á los barraganetes por una uña de dicha ancla ó por la parte de la caña mas inmediata á la cruz y haciendo pasar la boza de *cabeza* ó *capon* por el arganeo quedaba sujeta con mas seguridad. Para fondear entalingaban el arganeo al cable y picaban la boza de la uña con lo cua

el ancla se *apeaba* del varadero y quedaba á la *pendura* ó sea vertical y pendiente solo del capon. Este cabo que estaba hecho firme en la serviola por medio de una piña, tomaba vuelta en el arganeo y se amarraba á un barraganete pasando por una pasteca fija en la regala ó en la misma serviola, de manera que no habia más que picarlo ó zafarlo para que el ancla en virtud de su peso cayese del fondo arrastrando consigo el cable cuya longitud necesaria estaba ya calculada y desenvuelta.

Los aparatos que hoy se emplean para fondear llamados *escapes* ó *disparadores* son mucho mas sencillos y permiten ejecutár la maniobra en menos tiempo. En primer lugar las bozas de cañámo han sido reemplazadas por las de cadena de manera que uno de los eslabones estremos está hecho firme en el costado ó en la serviola y el otro despues que la cadena ha tomado vuelta á la caña del ancla se engancha en un espigo giratorio al rededor de un eje horizontal fijo en la serviola para el eslabon de la boza de cabeza ó en el costado para el correspondiente à la de la uña. Despues de enganchadas las bozas, los espigos se mantienen verticales por medio de una palanca *p* (Fig. 409) la cual se fija con una paja *a*; para disparar no hay mas que zafar la paja y tirar de la palanca con lo cual el peso del ancla producirá en la cadena la tension suficiente para hacer girar el espigo y desengancharle.

Aun cuando muchos buques de nuestra armada llevan esta clase de disparadores hoy se emplea con ventaja el de la (Fig. 410)que no difiere del anterior mas que en haber sustituido la palanca por un cilindro horizontal de hierro forjado en cuyo estremo hay una canal en la cual se apoya el espigo que sostiene la boza, de manera que no hay mas que hacer girar el cilindro por medio del bandeador *b* hasta que la media caña de la estremidad del cilindro quede por la parte superior para que el ancla se dispare.

Finalmente los franceses emplean otro disparador (Fig, 411)en el cual las bozas se enganchan en dos espigos fijos á un cilindro de hierro forjado atracado al costado y que puede girar con facilidad al rededor de un eje horizontal: del centro del cilindro parte una palanca cuyo estremo se puede trincar al costado del buque de manera que picando la boza cae la palanca y zafandose las cadenas de los espigos dejan caer el ancla.

Las anclas 3.ª y 4.ª que como hemos dicho van en las mesas de guarnicion del palo trinquete estan abozadas de la misma manera y poseen iguales disparadores pero además suelen estar descansando sobre dos arbotantes ó tornapuntas de hierro giratorios que la lanzan fuera del costado al dispararlas. Las cadenas entalingadas á sus arganeos estan abozadas á unos cancamitos fijos al costado del buque hasta entrar en su escoben correspondiente, de manera que cuando se trate de apearlas será preciso desabozarlas previamente de dichos cancamos desde las portas.

En la fragata blindada de nuestra marina *Numancia,* las anclas 3.ª y 4.ª tienen tambien sus serviolas, pescantes de gatilla y disparadores de manera que se puede con facilidad fondear á un *tiempo* con cuatro anclas.

LECCION 32.

294 DEL TIMON Y SU OBJETO EN EL BUQUE.—El *timon* es una plancha de madera ó hierro susceptible de girar al rededor de un eje que coincide con el canto esterior del codaste de popa. En la estremidad superior de esta plancha se fija una barra llamada *caña* en cuyo estremo se aplica una fuerza que variando el ángulo del timon con el plano diámetral produce en el buque un movimiento giratorio tambien variable segun dicho áugulo y segun la velocidad de la corriente ó del movimiento propulsor del buque. La maniobra del timon se llama *gobierno* puesto que por este medio podemos dar al buque la direccion conveniente siempre que contemos con una fuerza impulsora.

395 EFECTOS DEL TIMON; ECUACIONDE LA TAYECTORIA DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL BUQUE,—Conocido el objeto del timon vamos á estudiar los efectos que produce en la marcha del buque para las distintas inclinaciones de dicho timon. La esperiencia ha venido á demostrarnos que cuando un buque esta puesto en movimiento en una mar en calma y sin corriente, por medio de la máquina de vapor, su quilla describe una linea recta si la *pala* ó plano del timon *está à la via*, es decir si coincide con su direccion; mas cuando dicho plano se inclinan á una de las bandas, la quilla se desvia de la direccion primitiva inclinándose háciael mismo lado que la pala, aunque sin ser tangente á la trayectoria del centro de gravedad del buque puesto que se inclina mas todavía formando con la tangente AB à dicha trayectoria (Fig. 412) en un punto cualquiera un ángulo AGB llamado de deriva al cual llamarémos α

Estando intimamente ligadoel centro de gravedad del buque con todos los demàs puntos del mismo, nuestro estudio se concretará al movimiento de dicho punto que podremos admitir se verifica en un plano horizontal, haciendo abstraccion por su poca intensidad de las componentes verticales de todas las fuerzas que actuan sobre el móvil. Si tomamos como eje de abcisas la recta ox que coincide con la direccion de la quilla cuando el timon está á la via y como origen de coordenadas el punto o que coincide con el centro de gravedad en uno de estos momentos, el problema del movimiento giratorio del buque se reduce á determinar la ecuacion de la trayectoria con relacion á los ejes coordenados considerados fijos, á la posicion de dicho centro y al ángulo de deriva.

Llamando ahora θ_1 el ángulo BCx, que la tangente á la trayectoria forma con el eje de las x, V la velocidad de traslacion y ds un elemento de arco, tendremos:

$$\left.\begin{array}{l} \frac{ds}{dt}=V \\ \\ ds=\sqrt{dx^2+dy^2} \end{array}\right\} \text{de donde resulta:} \quad \begin{array}{ll} V_{dt}=\sqrt{dx^2+dy^2} & (1) \\ \\ \frac{dy}{dx}=\text{tang}\,\theta_1 & (2) \end{array}$$

De las ecuaciones (1) y (2) se viene á parar facilmente á las:

$$(3)\quad x=\int \frac{V dt}{\sec \theta_1} \quad \text{é} \quad y=\int V_{dt} \operatorname{sen} \theta_1 \quad (4)$$

que nos dan la posicion de G en cada instante de tiempo. Eliminando despues á t entre estas ecuaciones finales obtendremos la que nos determina la trayectoria de dicho punto.

Designemos por φ el ángulo de la quilla con el eje de abcisas, δ el radio de rotacion ó sea la distancia del punto G al centro instantáneo de rotacion, puesto que sabemos que la combinacion de dos movimientos uno de rotacion y otro de traslacion verificandose en un mismo plano ó en planos paralelos se reduce siempre á uno solo de rotacion al rededor de varios ejes instantáneos variables pero perpendiculares á dicho plano : representemos por ρ_1 el radio de curvatura del elemento de trayectoria correspondiente al punto G: es evidente que siendo

$$(5)\quad V=\rho_1 \frac{d\theta_1}{dt}$$

como:

$$(6)\quad \theta_1=\varphi-\alpha \qquad \text{y} \qquad \rho_1=\rho \frac{d\delta}{d\theta_1} \quad (7)$$

la solucion completa del problema que nos ocupa depende solamente del conocimiento de las cantidades φ y θ.

296 DE LAS FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE EL BUQUE EN EL MOVIMIENTO GIRATORIO Y DE SU MEDIDA.— Veamos la manera de obtener las ecuaciones del movimiento en funcion de los valores que acabamos de mencionar. Para eso escojamos como eje de coordenadas el centro G de gravedad del buque (Fig. 413) y como ejes, la direccion de la quilla y una perpendicular. Estos ejes participarán de los movimientos de rotacion y traslacion por lo cual será preciso, despues de tener en cuenta las fuerzas del sistema como si estuvieren fijos, introducir en la ecuacion las fuerzas aparentes que resultan de estos movimientos los cuales no son otras que las fuerzas de inercia correspondientes y cuyas velocidades deberán tomarse con signos contrarios.

Las fuerzas del sistema que debemos considerar son cuatro: 1.ª La fuerza motriz del buque. 2.ª La resistencia del agua sobre la obra viva del buque 3.ª La resistencia del agua sobre la superficie del timon y 4.ª la inercia de la masa del buque. Podriamos añadir á estas la resistencia del aire sobre la obra muerta pero en la hipotesis de que el tiempo este en calma, podremos despreciarla relativamente á las demás.

Despues de conocidas estas fuerzas no tendremos mas que hacerlas entrar en las ecuaciones del movimiento que se reducirán à tres: la primera espresará que la suma de las componentes con relacion al eje de las x es igual á cero; la segunda que la suma de las componentes con relacion al eje de las y es tambien cero y la tercera que la suma de todos los momentos con relacion al centro de gravedad es nula.

Para poder determinar estas ecuaciones, busquemos sucesivamente los valores de las fuerzas ya indicadas. En cuanto á la fuerza motriz es evidente que estando en la direccion de la quilla no tiene componente segun el eje de las y y que su momento con relacion á G es cero.

La resistencia del agua sobre la superficie del buque podremos calcularla aproximadamente por medio de la fórmula $R=KB^2V^2$ en la que B^2 es la superficie de la seccion normal á la direccion del movimiento, V la velocidad y K un coeficiente variable en cada caso, determinado por la esperiencia; pero en el problema que estamos examinando debemos tener en cuenta (Flg. 414) que pasando el centro de gravedad de la posicion G á la G', la direccion de la quilla ha variado y por lo tanto que la resistencia total del buque deberá reemplazarse por la suma de las correspondientes á los tres movimientos componentes de la manera siguiente: 1.ª *resistencia directa* segun el eje Gx cuya velocidad tendrá por valor $GG'\times\cos\alpha$ ó sea $V\cos\alpha$, y cuya superficie B^2 será la sumergida de la cuaderna maestra. 2.ª *Resistencia lateral ó transversal* paralela al eje Gy y aplicada en el centro de presion que estará mas á proa de G. La velocidad que debe entrar en la fórmula de esta resistencia será $V\operatorname{sen}\alpha$ y la superficie será la del plano diametral que designaremos por L^2

3.ª La resistencia correspondiente al movimiento de rotacion verificado al rededor de un eje vertical que pasa por el centro de gravedad con una velocidad angular igual á $\frac{d\,6}{dt}$

De esta manera las tres resistencias componentes tendràn por valor; la primera

$$(8)\ R'=K'B^2V2\ \cos^2\alpha$$

y la segunda:

$$(9)\ R''=K''D^2V^2\ \text{seu}^2\alpha$$

Para determinar la resistencia tercera si llamamos C el calado y e las distancias del centro de gravedad á los estremos del buque que supondremos iguales entre si, la resistencia correspondiente à un elemento dx situado á la distancia x del centro será:

$$(10)\ K'''Cx2xd\frac{d\rho^2}{dt^2}$$

y su momento:

$$K'''Cdxx^2\frac{d\theta^2}{dt^2}x$$

Integrando esta última espresion entre o y e y duplicando el valor para obtener los momentos rotatorios de proa y popa se reducirá à

$$\frac{1}{2}K'''Ce4\frac{d_\theta 2}{dt^2}$$

Podremos finalmente poner esta espresion bajo otra forma, recordando que la seccion diametral D^2 es igual $2\ eC$; entonces el valor del momento de resistenciaque consideramos será:

$$(11)\ \frac{1}{4}K'''D^2e^3\frac{d\theta^2}{dt^2}$$

Para determinar la resistencia del agua sobre el timon R_t supondremos que el buque esta quieto y que dicho timon recibe el choque de una série de filetes iiquidos animados de una velocidad V formando con el un ángulo I de incidencia. Entonces es evidente que designando por G^2 el arca del timon y por Kt un coeficiente de resistencia relativo el caso de que nos ocupamos, y variable segun la posicion de la superficie de la pala y segun la instalacion del propulsor, se debe tener:

$$(12)\ R_t=K_tG^2V_t^2\text{sen}I$$

Vamos ahora à expresar este valor en funcion de los elementos princi-

pales del problema que son: el ángulo i del timon con la quilla los ángulos ℓ y α y el radio ρ

Para esto sea A (Fig. 415) la proyeccion horizontal del eje del timon, AM su direccion y O el centro de rotacion del sistema.

Bajando de este punto la perpendicular OB á la direccion AG, como las tangentes TT' y tt' son normales á los radios de rotacion OG que hemos llamado ρ y OA que designarémos por ρ', se tendrá:

(13) $GOB = T'GB = \alpha$; $BOA = t'AG = \alpha'$; $t'AM' = I - i''$; $OB = \rho' \cos\alpha'$; $AB = \rho' \operatorname{sen}\alpha' = e + \rho \operatorname{sen}\alpha$

y como $V = \rho \frac{d\theta}{dt}$ el valor que buscamos ó sea:

$$R_t = K_t G^2 \frac{d\theta}{dt} \rho' \operatorname{sen}\left(i - \alpha\right)$$

Espresando esta ecuacion en funcion de los valores conocidos i, α, ρ y ℓ valiéndose de las igualdades (13), tendremos finalmente:

$$(14)\quad R_t = K_t G^2 \rho^2 \frac{d\theta}{dt}^2 \left(\operatorname{sen}\left(i - \alpha\right) - \frac{e}{\rho} \cos i\right)^2$$

Ahora bien; esta fuerza R_t que es perpendicular á AM dará lugar á un par de rotacion cuyo momento $R_t \times GN$ en funcion de los datos del problema es fácil de determinar. En efecto: tirando desde A una paralela á la recta NP se tendrá, designando por m la distancia del eje del timon al punto P de aplicacion de la fuerza R_t:

$$GN = NN' + GN' = AP + GN' = m + e\cos i$$

De modo que el momento rotatorio debido á la translacion de la fuerza R_t al punto G serà:

$$(15)\ K_t G^2 \rho^2 \frac{d\theta}{dt}^2 \left[\operatorname{sen}\left(i - \alpha\right) - \frac{e}{\rho} \cos i\right]^2 \left(e\cos i + m\right)$$

La fuerza R_t, considerándola aplicada en el centro de gravedad, se puede descomponer en dos segun los ejes coordenados: la componente segun el eje de las x, $R_t \operatorname{sen} i$ que siguiendo una direccion contraria á la marcha del buque dará lugar à una fuerza perjudicial cuya tendencia será disminuir la velocidad de aquel, conforme vaya aumentando el ángulo i y la superficie del timon puesto que R_t es proporcional á G^2

La otra componente $R_t \cos i$ se traduce en una inclinacion del buque a rededor de su eje longitudinal que tambien se llama movimiento de deriva.

Solo nos falta ahora determinar las fuerzas de inercia debidas á la masa del buque. Para esto, como el movimiento real del sistema puede considerarse

compuesto de dos, uno de tras'acion animado de una velocidad $V=\rho\frac{d\ell}{dt}$ y de otro de rotacion con una velocidad angular $\frac{d\ell}{dt}$, no habrá mas que examinar las fuerzas de inercia desarrolladas en estos movimientos y buscar sus componentes con relacion á los ejes coordenados. Estas fuerzas de inercia son las fuerzas tangencial y centrifuga que tienen por va'ores $-\frac{MdV}{dt}$ y $\frac{MV^2}{\rho}$ respectivamente, estando la primera afectada del signo menos porque tiende á disminuir la velocidad.

Las proyecciones de estas fuerzas sobre los ejes son: para la fuerza tangencial,

$$(16)\quad -M\frac{dV}{dt}\cos\alpha \qquad +M\frac{dV}{dt}\operatorname{sen}\alpha \quad (17)$$

y para la centrifuga:

$$(18)\quad \frac{-MV^2}{\rho}\operatorname{sen}\alpha \quad y \quad \frac{-MV^2}{\rho}\cos\alpha \quad (19)$$

El momento de la fuerza tangencial con relacion al centro de gravedad tendrá por espresion:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2}\int r^2\,dm$$

en la cual r representa la distancia entre dicho punto y la fuerza y dm un elemento de masa. Si designamos ahora por A el momento de inercia $r^2\,dm$, tendremos para el momento:

$$A\frac{d^2\theta}{dt^2}$$

Como las proyecciones de la fuerza tangencial sobre los ejes tienen por valor:

$$\int x\,dm\,\frac{d\theta^2}{dt^2} \quad y \quad \int y\,dm\,\frac{d\theta^2}{dt^2}$$

serán iguales á cero puesto que sabemos que:

$$\int x\,dm=0 \quad y \quad \int y\,dm=0.$$

297 Ecuaciones generales del movimiento giratorio del buque.—Conocidos los valores de todas las fuerzas que actuan sobre el buque durante el movimiento giratorio, las tres ecuaciones de dicho movimiento de que hemos hallado (296), despues de sustituir en lugar de dV su valor $d\left(\rho\frac{d\theta}{dt}\right)=d\rho\frac{d\theta}{dt}+\rho\frac{d^2\theta}{dt^2}$ serán:

$$(20)\quad P-\rho^{2}\frac{d\theta^{2}}{dt^{2}}K_{t}\left\{G^{2}\operatorname{sen}i\left(\operatorname{sen}(i-\alpha)-\frac{e}{\rho}\cos i\right)^{2}+K'B^{2}\cos^{2}\alpha\right\}-M\cos\alpha\frac{d\rho d\theta+\rho d^{2}\theta}{dt^{2}}$$

$$-M\operatorname{sen}\alpha\rho\frac{d\theta^{2}}{dt^{2}}=0$$

$$(21)\quad \rho^{2}\frac{d\theta^{2}}{dt^{2}}\left[K_{t}G^{2}\cos i\left(\operatorname{sen}(i-\omega)-\frac{e}{\rho}\cos i\right)^{2}-K''D^{2}\operatorname{sen}^{2}\alpha\right]-M\operatorname{sen}\alpha\frac{d\rho d\theta+\rho d^{2}\theta}{dt^{2}}+$$

$$M\cos\alpha\frac{\rho d\theta^{2}}{dt^{2}}=0$$

$$(22)\quad \rho^{2}\frac{d\theta^{2}}{dt^{2}}\left\{K_{t}G^{2}(e\cos i+m)\left(\operatorname{sen}(i-\alpha)-\frac{e}{\rho}\cos i\right)^{2}-\frac{1}{4}K''D^{2}\frac{e^{3}}{\rho^{2}}\right\}-A\frac{d^{2}\theta}{dt^{2}}=0$$

Si estas ecuaciones fuesen integrables tendriamos el problema resuelto con aproximacion puesto que de todos modos no podemos tomar como resultados exactos los que la esperiencia ha dado para la determinacion de los valores de los coeficientes de resistencia que entran en las fórmulas así como del empuje del propulsor. Sin embargo ya que no podamos conseguir nuestro objeto satisfactoriamente trataremos de analizar dichas ecuaciones y ver el partido que de ellas se puede sacar.

298. Variaciones de la deceleracion angular.—Despejando en la ecuacion (22) el valor de la aceleracion angular, se obtiene;

$$\frac{d^{2}\theta}{dt^{2}}=\frac{\left\{K_{t}G^{2}(e\cos i+m)\left(\operatorname{sen}(i-\alpha)-\frac{e}{\rho}\cos i\right)^{2}\frac{1}{4}K''D^{2}\frac{e^{3}}{\rho}\right\}V^{2}}{A}$$

en la cual vemos que esta aceleracion es proporcional al cuadrado de la velocidad lo cual era de proveer y que al mismo tiempo van en razon inversa del momento de inercia A llegando á su máximo valor para $\rho=\infty$ y $\alpha=0$ siempre que permanezca constante el valor de i. En efecto; en este caso el primer término del factor que afecta á V^2 es máximo tambien para estos valores de α y ρ al paso que se reduce igualmente á cero el término segundo que es de signo contrario al primero.

298 Valor del angulo de deriva.—Cuando marchando un buque con el timon á la vía se empieza á desviar la caña es evidente que la velocidad disminuye no solo porque se desarrolla una resistencia sobre la pala sino porque aumenta tambien la fuerza aceleratriz angular pero llega un momento en que siendo constante el angulo de la caña con la quilla, las velocidades de rotacion y traslacion son uniformes y el centro de gravedad describe un circulo.

En este caso como:

$$dV=0 \qquad d\rho=0 \qquad d\alpha=0 \qquad \text{y} \quad \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

las ecuaciones generales del movimiento se simplifican reduciéndose á las siguientes:

$$(23) \quad P-\rho\frac{2d\theta^2}{dt2}\left\{K_t G^2 \operatorname{sen} i\left(\operatorname{sen}(i-\alpha)-\frac{e}{\rho}\cos i\right)^2+K' B^2\cos^2\alpha+\frac{M\operatorname{sen}\alpha}{\rho}\right\}=0$$

$$(24) \quad K_t G^2\cos i\left(\operatorname{sen}(i-\alpha)-\frac{e}{\rho}\cos i\right)^2-K'' D^2\operatorname{sen}^2\alpha+\frac{M\cos\alpha}{\rho}=0$$

$$(25) \quad K_t G^2(e\cos i+m)\left(\operatorname{sen}(i-\alpha)-\frac{e}{\rho}\cos i\right)^2-\frac{1}{4}K'' D^2\frac{e^3}{\rho}=0$$

De las dos últimas ecuaciones se deducirán los valores de ρ y α pero antes de esto se pueden simplificar despreciando en la tercera el valor de m que es muy pequeño relativamente al valor de $e\cos i$ y dividiéndo toda la ecuacion por e. En la segunda podremos hacer $\cos\alpha=1$ de lo cual no resultará error sensible sobre todo en las circunstancias ordinarias de evolucion, y sustituir $\operatorname{sen}\alpha$ por $\operatorname{sen}^2\alpha$ en el valor de la resistencia transversal puesto que la esperiencia asi lo indica para angulos pequeños de incidencia.

Combinando en onces las ecuaciones (24) y (25) despues de transformadas se obtiene:

$$\frac{1}{4}K''' D^2\frac{e^2}{\rho}=K'' D^2\operatorname{sen}\alpha-\frac{M}{\rho}$$

de donde se deduce:

$$(26) \quad \operatorname{sen}\alpha=\frac{e^2}{\rho}\left(\frac{e}{4\rho}+\frac{M}{K'' D^2}\right)$$

Este valor es susceptible todavia de una trasformacion para lo cual llamando D_t al desplazamiento, se tendrà:

$$M=\frac{p}{g}D_t=106,4D_t$$

puesto que $p=1026$ kilógramos y $g=9.^m\ 80\ 88$. Si ademas designamos por u á la relacion $\frac{2e}{E}$ de la eslora á la manga la fórmula (26) se reducirá á

$$\text{sen}^{a} = \frac{e}{\rho}\left(\frac{e}{4\rho} + \frac{212,8}{u\text{K}''}\right)$$

y si tenemos en cuenta que $\frac{e}{4\rho}$ no pasa de 0,04 para los buques de vapor, podremos poner:

$$(27) \quad \text{sen}^{a} = \frac{e}{\rho} \times \frac{212,8}{u\text{K}''}$$

Sasituyendo en esta última espresion el valor de u, tendremos:

$$(28)_{\text{sen}^{a}} = \frac{106,4E}{\rho\text{K}''}$$

lo que nos dice que el ángulo de deriva esta en razon inversa del radio de rotacion y que crece proporcionalmente á la manga del buque.

Conocido el ángulo de deriva, la ecuacion (28) podria darnos el valor de K'': para esto se han hecho en Francia en el navio *Solferino* y en el *Armide* varias esperiencias que consistian en lo siguiente: colocado un observador en un buque anclado en las inmediaciones del centro de rotacion de otro cuya deriva se iba á determinar, se median (Fig. 416) los ángulos que las visuales á dos palos formaban con el horizonte con lo cual se obtenian los radios de las circunferencias aa' y bb': unidos enseguida los dos puntos A y Ba' cuyas distancias eran conocidas en el buque, se trazaba en el punto medio G la tangente al círculo de radio OG y el ángulo de esta tangente con la direccion $G\ A$ era igual á α. Asi se ha obtenido para K'' como término medio 23,2 kilógramos.

299. Calculo del radio de rotacion.—Considerando que para las velocidades ordinarias el valor de α es muy pequeño tendremos que al desarrollar, el término $\text{sen}(i-\alpha)$ de la ecuacion (25) se convertirá en

$$\text{sen}i - \cos i\,\text{sen}^{a} = \text{sen}i - \frac{212,8e}{u\text{K}''\rho}\cos i$$

despues de haber sustituido por sen^{a} su valor deducido de la ecuacion (27)

Si ahora introducimos en la ecuacion (27) que hemos indicado esta transformacion y hacemos:

$$\sqrt{\frac{\text{K}''}{\text{K}_{t}}} = Z \quad \text{y} \quad \sqrt{\frac{D^2}{G^2}} = S$$

tendremos la espresion:

$$(29) \quad \varsigma = e\left(\frac{1 + \frac{212,8}{u\text{K}''}}{\text{tang}.i} + \frac{ZS}{2\text{sen}i\sqrt{\cos i}}\right)$$

la cual nos indica, que para un mismo ángulo de la pala del timon, el radio giratorio del buque que determina el espacio dentro del cual puede evolucionar, varia proporcionalmente à S, es decir, que para una misma eslora cuanto mayor es la superficie del timon tanto mayor será el valor de ρ y que siendo S igual para dos barcos semejantes, girará en menor espacio el que tenga menes eslora.

Los antiguos hacian la superficie del timon proporcional à la de la cuaderna maestra lo cual indujo á que los barcos de vapor hayan llegado à estar dotados de timones insuficientes desde el momento en que las esloras han sufrido un incremento. Ahora pues tenemos nn medio aproximado de calcular la superficie necesaria para el timon cuya relacion giratoria $\frac{\rho}{e}$ sea dada.

De una serie de esperiencias hechas ultimamente en Francia y en Inglaterra se ha venido á deducir la fórmula empirica siguiente:

$$\frac{\rho}{e} = \frac{2{,}2 + 0{,}25\ S}{0{,}07 + \text{sen}^i \sqrt{\cos^i}}$$

por medio de la cual se han obtenido para las relaciones giratorias los resultados que consignamos en el adjunto cuadro:

RELACIONES GIRATORIAS DE LOS BUQUES FRANCESES É INGLESES

Nombres de los buques.	Eslora en la flotacion. $2e$	$\sqrt{\frac{S}{G2}}$ ó sea $\frac{D2}{G2}$	Angulo de la pala. i	Velocidad inicial.	Diámetro del circulo descrito. 2ρ	Relacion giratoria. $\frac{\rho}{e}$	
						Observada.	Calculada.
	Metros.	Metros.	Grado	Millas.	Metros.		
NAVIOS FRANCESES DE MADERA.							
Napoleon...	71 23	6 93	20	9.3	750	10.53	9.80
			25	9.8	587	8.24	8.32
Algesiras....	71.23	6 93	20	9.4	756	10.62	9.80
			28	7.1	545	7.65	7.69
			35	7.1	476	6 68	6 67
Tourville ...	61.40	6.35	20	9.0	596	7.65	7.69
			25	9.0	467	6.68	6 67
Donawerth...	61.40	6.35	10	6.0	1037	16.88	15 84
			20	5.0	567	9.24	9.55
			30	5.2	420	6.84	7.17
FRAGATAS BLINDADAS FRANCESAS.							
Gloire.....	77.25	7.03	17	9.2	997	12.90	11.12
			20	9.0	717	9.28	9.85
			31	7.2	519	6.71	7.24
Normandie...	77.25	7.03	25	9.5	640	8.28	8.38
			31	9.7	605	7 83	7.25
Invincible....	77.25	7.03	5	7.0	1911	24 73	25 20
			15	9.0	932	12 06	12 19
			20	9.0	741	9.59	9.85
			25	9.0	666	8.62	8.38
			29	9.0	617	7.99	7.60
			25	9.0	622	8.05	8.38
			29	9.0	564	7.30	7 68
Flandre.....	78.85	6.75	35	7.0	482	6.59	6.59
			10	«	1134	14.38	16.04
			15	«	904	14.46	11.98
Heroine.....	78.85	6.75	20	«	724	9.18	9 68
			25	«	615	7.80	8.23
			30	«	561	7 11	7 26
			35	«	570	7 23	6.60
Provence....	78.85	6'75	25	9.8	577	7.32	8.23
			30	9.0	463	5.87	7.26
			25	9.0	495	6.19	8.34
			34	9.0	427	5 34	7.75
Couronne....	80.00	6'97	10	«	1013	12 66	16 27
			15	«	804	10.05	12.15
			20	«	661	8 26	9.81
			25	«	568	7.10	8.35
			30	«	531	6.64	7.37
BUQUES BLINDADOS FRANCESES DE ESPOLON.							
Solferino.....	86.00	7.13	15	9.0	1327	15.43	12.28
			20	9.0	1165	13 54	9 91
			25	9.0	1024	11.90	8.43
			30	9.0	857	9 96	7.44
	86 00	6.72	25	9.0	865	10.03	8.21
			34	9.0	585	6 80	6 71
Magenta.....	86.00	4 68	15	8.2	1335	15.44	12.28
			20	8.2	1161	13.53	9.91
			35	6.2	795	9.24	6 76
LANCHAS DE VAPOR.							
Lancha de vapor de la Heroine.	10.00	4.08	35	7.0	55	5.50	5 46

Nombres de los buques.	Eslora en la flotacion. $2e$	S ó sea $\sqrt{\frac{D2}{G2}}$	Angulo de la pala. i	Velocidad inicial.	Diámetro del circulo descrito. 2ρ	Relacion giratoria. $\frac{\rho}{e}$	
						Observada.	Calculada.
	Metros.	Metros	Grados	Millas.	Metros.		
BUQUES BLINDADOS INGLESES.							
Achilles.....	115.90	7.76	25	13.4	838	7.23	8.76
Hector.....	85.40	6 86	25	9.8	516	6.02	8 29
Defence.....	85.40	6 82	25	"	607	7.11	8.29
Caledonia. ..	83.30	6.47	25	12.90	537	6.44	8.08
Royal Sovereing	73.40	6.22	40	8 17	465	6 33	5 93
Pallas.....	68 62	6.41	25	11.08	524	7 63	8.05
Bellerophon..	91.50	5.60	36	14.20	511	5 58	5.96

390. Angulo del timon con la quilla correspondiente al efecto maximo.— Uno de los problemas mas importantes que nos quedan por resolver es la determinacion del ángulo i correspondiente al máximo efecto del timon ó sea al valor de $\frac{\rho}{e}$: para esto no tenemos mas que diferenciar la expresion (29) y buscar el valor de i que satisfaga á esta condicion lo cual nos conduce á un ángulo $i=54°44'$

Estos resultados no estan de ninguna manera conformes con la practica puesto que se ha obtenido en diversas esperiencias que el máximo estaba comprendido entre $i=33°$ y $i=38°$

301. Tiempo de duracion para una evolucion completa.—Suponiendo que la velocidad de traslacion del centro de gravedad es constante, ó lo que es lo mismo que el movimiento es uniforme, es evidente que la curva descrita será un circulo y que el tiempo trascurrido tendrá por valor:

$$T=\frac{2\varpi\rho}{V}$$

lo que nos dice que la duracion de la evolucion depende no solo del radio de rotacion sino tambien de la velocidad de traslacion durante el movimiento; pero como pudiera suceder que, al sustituir en la espresion del tiempo el valor minimo de ρ correspondiente al máximo ángulo de la caña y á un aumento en la superficie de la pala, disminuyese la velocidad V en términos de que T aumentase, es preciso combinar todas estas variables del modo mas conveniente á fin de llegar á las condiciones mas favorables para un buque de combate, que son: menor radio de rotacion y menor tiempo de evolucion posibles.

Si espresamos el valor de P de la ecuacion (20) en funcion de la velocidad inicial del buque que llamarémos V_1, es decir, si hacemos $P = KB^2V^2$ podremos deducir la velocidad de rotacion V en funcion de dicha velocidad inicial antes de inclinar la caña del timon. Ahora bien: como esta velocidad inicial depende del empuje del propulsor y de la resistencia del timon es evidente que la duracion de la evolucion será funcion de la fuerza de la máquina y de la resistencia del buque.

En vista de todo esto debemos añadir que la menor duracion correspondiente al mínimo radio de rotacion podrá obtenerse aumentando la superficie del timon y disminuyendo la eslora ó lo que es lo mismo disminuyendo el valor de S (299) y aumentando al propio tiempo en lo que sea posible la fuerza de la màquina durante la evolucion. Lo que acabamos de decir está en completo acuerdo con las esperiencias verificadas puesto que se ha visto que el *Hércules* cuya eslora se ha hecho menor que la de los demas buques ingleses, aumentando al mismo tiempo la fuerza de la máquina y la superficie del timon, ha llegado á describir en 4 minutos un circulo completo de 514 metros de diàmetro solamente. (*)

301. Movimientos giratorios del buque por medio de la maquina de helices gemelas.—Siendo la facilidad en el movimiento giratorio una de las mejores condiciones á que debe procurarse satisfaga un buque de guerra, los ingenieros han tratado de obtenerla auxiliando el efecto rotatorio del timon con la máquina de vapor desde el principio de la aplicacion de esta fuerza à la navegacion. Es evidente que si en un buque de ruedas hacemos girar á estas en sentido contrario una de otra, las resistencias del agua en ambos costados resultando contrarias y paralelas, darán lugar á un par de rotacion cuyo brazo de palanca será la manga del buque, par de rotacion que sumado con el que produce la resistencia del timon haria aumentar el efecto de este. Sin embargo como las ventajas obtenidas fuesen insignificantes en razon á la pequeñez del brazo de palanca del nuevo y teniendo en cuenta por otra parte en las dificultades de ejecucion y maniobras de dos máquinas independientes, se abandonó este sistema así es que hoy todos los vapores de ruedas las llevan fijas en un mismo árbol.

No sucedió lo mismo al hacer aplicacion del mismo principio en la propulsion por medio de la helice puesto que empleando dos de estas en la popa del buque el par de rotacion que producen al girar en sentido contrario posee un brazo de palanca igual á la mitad de la eslora, y es por lo tanto mayor que en el caso que acabamos de examinar.

En efecto; la hélice que produce la marcha avante del buque, dá lugar á un vacio ó depresion en el costado del mismo mientras que la que marcha en sentido contrario ocasiona una elevacion de nivel en la superficie del

(*) La teoria del timon ha sido redactada en presencia de la *Theorie du gouvernail* del almirante *Bourgois*.

agua en razon á la acumulacion de agua en la popa que se traduce por una presion sobre esta parte del buque. De las dos fuerzas de presion y depresion resulta una fuerza única normal al costado que imprime à dicho buque un movimiento de rotacion al rededor del centro de gravedad y cuya distancia al punto de aplicacion de la fuerza podemos considerar igual á la mitad de la eslora.

Las hélices jemelas presentan además de la ventaja de hacer la *cia-boga* ó la evolucion giratoria en muy poco espacio y con poco tiempo, la no menos importante de repartir la fuerza propulsiva entre dos hélices y por lo tanto de exigir relativamente piezas de máquina de menores dimensiones. A pesar de todo, con un buque de una sola hélice dotado de un timon suficiente se puede llegar á un resultado tan bueno como con dos hélices mientras que en este último caso las dimensiones y el efecto de dicho timon tienen sus límites marcados puesto que su modo de accion no es el mismo atendido à que la corriente de agua producida por el propulsor no obra tan directamente sobre él como en el caso ordinario.

Finalmente un buque de dos hélices está en un combate de espolon mas espuesto á perder una de las dos por su disposicion especial encontrándose por consiguiente despues en condiciones mas desfavorables de manera que es indiscutible que un buque de guerra de una sola hélice tiene mas probabilidades de la victoria contra otro de dos en la hipotesis de que ambos tengan iguales las demas condiciones.

LECCION 33.

302 MADERAMEN DEL TIMON: FORMA Y DISPOSICION.—Como seria dificil sobre todo para las embarcaciones de gran porte hacer el timon de una sola pieza se compone de varias de las cuales la mas larga *m* (Fig. 417) en contacto con el codaste se llama *madre* y las demas *a*, *azafranes*.

La madera de que se hace uso para el timon es de roble para la madre y el último azafran, y de pino para las demas, procurando que el conjunto tenga un peso igual ó un poco mayor que su desplazamiento con el objeto de que ni fatigue la popa ni se mantenga á flote. El espesor del timon á la linea debe ser el mismo que el del codaste; en cuanto al ancho de proa á popa ya sabemos que està subordinado á dar en combinacion con su calado una superficie que es é en cierta relacion con la superficie diámetral del buque. La forma del timon se aproxima á la de un trapecio cuyas bases son: el canto bajo, prolongacion del de la quilla y el canto alto de la mecha y cuyos lados no paralelos son la cara de proa que se apoya sobre el codaste formando el eje de giro y la de popa à la cual se le dá una forma ligeramente curva. La razon de dar esta forma al timon es consecuencia de la diferencia que existe entre los ángulos que forman las líneas de agua de popa en su parte baja y los de las inmediatas á la flotacion que son mayores. En efecto en esta parte habrá menos filetes que vayan á chocar el timon de modo que el efecto de este siendo menos eficaz hace innecesario un ancho que aumentando la superficie daria lugar à que se aumentasen mas los choques en un temporal haciendo trabajar mas á dicho timón.

Para que el timon pueda girar al rededor del codaste y apoyado sobre él, se le chaflana en esta parte haciendo lo propio con el codaste de manera que el àngulo comprendido entre los dos chaflanes cuando está á la vìa, se

igual al ángulo máximo de inclinacion que necesita de acuerdo con la teoría que hemos desarrollado en la leccion anterior.

Las piezas que forman el timon van unidas entre si á rayo de Jupiter aunque muchas veces se unen à tope porque los herrages establecen entre ellas una consolidacion suficiente. Despues de armado el timon se forra en cobre para preservarlo de la pudricion.

303. Limera y capa del timon.—La parte superior de la madre del timon llamada mecha atraviesa la bovedilla por un orificio llamado *limera* prolongándose hasta la cubierta de la bateria para recibir la caña. La forma de la limera es facil de deducir puesto que se reduce á determinar la interseccion de un prisma, vertical, con un plano perpendicular al diametral considerando como plana la parte de superficie que es atravesada por la mecha. Rebatiendo la interseccion sobre el plano horizontal, se tendrá la plantilla de la limera que indica la (Fig. 418) cuya explicacion suprimimos por ser un problema sencillísimo de geometria descriptiva.

Las mechas del timon rectas tal como las hemos descrito inducen necesariamente á abrir una limera muy grande debilitando asi la popa del buque y exigiéndole mayor lanzamiento: por esta razon hoy se han sustituido por las mechas curvas las cuales pueden hacerse de dos maneras ó desviando la madre de manera (Fig. 419) que el eje de la mecha coincida con el eje de giro ó bien haciendo (Fig. 420) que al quedar satisfecha la segunda condicion, la pieza que forma la mecha y la madre sea completamente recta en cuyo caso se le añade por su cara interior de proa el suplemento *a*. La primera disposicion presenta el inconveniente de tener que emplear una pieza curva que siempre es mas costosa ó bien de tener que verticortar la madera, la cual debe evitarse en piezas que como el timon estan sujetos á grandes esfuerzos. La segunda es mas racional y es la única empleada en muchos buques modernos aunque algunos constructores prefieren el sistema antiguo de la mecha recta pudiendo citar como ejemplo de ello la mecha de la fragata *Villa de Madrid*.

Cualquiera que sea el sistema empleado, es necesario evitar que el agua penetre en el buque por el espacio que siempre queda entre la mecha y el contorno de la limera: para esto se puede muchas veces cubrir este espacio con una lona pintada y clavada al buque y á la mecha con una arandela de madera perfectamente calafateada. Esta lona que deberá quedar algo suelta á fin de no impedir los movimientos de la mecha, recibe el nombre de *capa del timon*.

304. Capas metalicas y timones con coraza.—Para establecer una union mas sólida entre la mecha y las demas piezas del timon asi como para preservar mejor á este de los tiros del enemigo han empezado á adoptarse en los buques de guerra los timones llamados de *coraza* (Fig. 421) reducidos á una armazon de bronce *b* que abraza la parte superior del timon y sujeta á ella por medio de pernos de cobre. En la cara de proa termina en un tubo ligeramente cónico de eje vertical dentro del cual se introduce la

mecha *m* que se hace de hierro forjado y á la cual se sujeta por medio de una chaveta *c*. Con el objeto de impedir la entrada del agua no se emplea en esta clase de timones la capa de lona sino que se ajusta en la limera una bocina de bronce dentro de la cual gira la mecha á rozamiento dulce merced á un prensa estopas que puede comprimirse mas ó menos por la parte superior con unos tornillos de presion. La mecha se apoya en algunos buques en un gorron de bronce *g* empernado en la cara baja de la cubierta alta y vá guiada no solo por la bocina de la limera sino por una *chomacera d* fija al codaste en el arranque de la bovedilla.

La chomacera que es de bronce se compone de una abrazadera empernada al codaste, de estribor á babor, formando una media caña por la cara de popa y de un sombrero que constituye con la media caña un cojinete completo. Tanto el sombrero como la abrazadera terminan en unas orejas dispuestas en ángulo recto con el plano diametral en cada una de las cuales se coloca un perno de rosca de bronce para asegurar su union.

305. Herrages del timon y varones.—Los herrages del timon se reducen principalmente á los *machos p* y á las *hembras a*. Los primeros son piezas de bronce con dos orejas que abrazando al timon y empernándose con el de babor á estribor llevan unos espigos llamados *pinzotes* destinados á introducirse en las groeras de las hembras. Estas van igualmente empernadas al codaste y reciben á los primeros formando una union igual á la que se establece entre una puerta y su marco, es decir, una especie de visagras ó goznes. Los buques antiguos llevaban siete machos y siete hembras, pero hoy no se colocan mas que cinco porque se considera un número suficiente.

Como debe evitarse en lo posible los rozamientos entre machos y hembras que podrian producir una pérdida de fuerza en el manejo del timon se coloca un taco de bronce *t* de manera que suspenda el timon por el macho superior con lo cual se disminuyen dichos rozamientos.

En el caso que este taco se rompiese, el timon se caeria trabajando entonces todos los machos y hembras.

Los machos y hembras deben estar colocados de manera que sus ejes geometricos formen con el eje de la mecha una línea recta situada en el plano diametral y paralela á la cara de popa del codaste, pero como las hembras tienen una salida fuera del codaste se abren unas cajas en la cara de proa del timon para que entren las hembras á recibir los machos: estos á su vez estan dispuestos de manera que su cara de proa esté en línea recta con la del timon con la cual la parte de este comprendida entre cada dos machos que tiene la forma de un semicilindro se ajusta y gira perfectamente en la media caña que se labra en la cara de popa del codaste.

Además de los machos y hembras que constituyen los verdaderos herrajes del timon lleva esta en la parte de popa y en las inmediacianes de la flotacion una barra de bronce empernada á dicho timon por medio de dos

orejas. Esta barra o llamada por algunos *caña* de *bati* termina en dos càncamos ó argollas á las cuales van amarradas unas cadenas de bronce de dos ó tres metros de longitud con un cabo grueso en sus estremos adrizado à los costados del buque. Las cadenas y el cabo reciben el nombre de *varones ó guias* del timon y sirven para su gobierno cuando por efecto de un temporal ó de un combate se rompen las cañas destinadas principalmente à este objeto en cuyo caso en el guardacabos con que termina la guia se engancha un aparejo de cada banda y se hace la maniobra de gobierno por las tiras que laborean por las portas de popa, ó bien se atraviesa una verga por dos portas de una y otra banda para encapillar las guias y aparejos en sus penoles á fin de que los varones no rocen con el costado.

Finalmente el timon debe estar provisto de dos càncamos *n* para poder *calar* el timon ò suspenderlo cuando sea necesario.

306. Detalles importantes sobre la forma del timon.- Habiendo ya indicado la razon porque el timon debe ser mas estrecho de proa á popa en la parte superior solo nos falta ver cual es la forma de su cara de popa.

Para esto debemos tener en cuenta que los filetes liquidos que vienen à chocar con los costados del timon concluyen por seguir la direccion de su pala de manera que se forma en la cara de popa un verdadero vacio que dá lugar á una fuerza cuyo resultado es separar el timon del codaste; pero como esta fuerza no es constante sino que varia de intensidad à cada momento segun la velocidad del buque y de las olas, tiene que nacer de ahí necesariamente un movimiento de trepidacion que se traduce por un rozamiento entre los machos y hembras susceptible de destruirlos ocasionando al propio tiempo un esfuerzo pasivo que contraresta en parte el invertido en el gobierno del buque. Para evitar estas sacudidas se han ideado dos medios: el primero se reduce á formar una canal en la cara de popa del timon (Fig 422) con el objeto de hacer que el vacio subsista y el segundo (Fig. 423) consiste en aguzar las caras del timon de manera que los filetes saliendo oblicuos en vez de poralelos vengan á encontrarse las de una y otra banad en la terminacion de la pala reduciendo á cero el vacio que se presentaba en el otro caso.

Es indudable que este último sistema presenta grandes ventajas sobre el primero por cuya razon se ha empleado hasta ahora en la mayor parte de los buqnes; pero si se tiene en cuenta que los buques que tenian la seccion horizontal del timon mas aproximada à la forma rectangular han dado mejores resultados, bajo el punto de vista de sus facultades giratorias, en las últimas esperiencias hechas en Inglaterra, deberemos decidirnos por la primera disposicion, en contra de lo que Mr. Freminville y otros autores opinaron.

Finalmente el timon debe tener en su cara baja un chaflan para apoyarse sobre el *talon* del codaste é impedir ei que se enrede algun cabo entre uno y otro.

307. Timones articulados de Lumley y Ruthwen.—Fundándose en lo es-

tablecido por la teoría de que el efecto máximo del timon depende de su superficie y del ángulo que forma con la quilla ha ideado Lumley un timon que por su disposicion especial llamaremos *timon articulado*. Su pala (Fig. 424) se compone de dos hojas *a* y *b* unidas entre si por medio de machos y hembras como en los timones ordinarios: la hoja de proa llamada *cuerpo* se fija al codaste de la misma manera y tiene mas ancho que la de popa á la cual dá el autor el nombre de *cola* por la semejanza que existe con la de un pescado del cual sin duda ha tomado la idea.

El objeto de este timon se reduce á aumentar el ángulo que forma con la quilla haciendo que la hoja de popa gire al rededor de su interseccion con la de proa para lo cual se establecen dos cadenas cruzadas de manera que partiendo una de un punto fijo de la bovedilla del buque y atravesando la pala principal vaya á hacerse firme á la cara opuesta de la hoja de popa. De esta suerte, cuando la caña del timon se incline á una banda produce una tension en la cadena del mismo costado y hace por lo tanto aproximar la segunda hoja á la primera aumentando asi el ángulo con la quilla. En este caso los filetes líquidos que salen de la pala primera, despues de haberla chocado, se encuentran con la segunda aumentando y produciendo un esfuerzo mayor por ser mayor tambien el ángulo que esta forma con el plano diametral. Este timon se ha hecho ensayar por el almirantazgo inglés en algunos buques ingleses y no ha dejado de dar buenos resultados puesto que la duracion de la evolucion ha llegado á disminuirse algo y aun se asegura tambien que el radio de rotacion ha sido tambien menor que empleando los timones ordinarios.

El timon de Ruthwen fundado en el mismo principio que el de Lumley, solo difiere en la forma; está compuesto de varias hojas (Fig. 425) dispuestas de manera que cada una gira al rededor de la anterior ó de proa por medio de dos charmelas fijas en sus estremidades y como cada hoja recubre en parte á las demas, asemejándose à las tablitas de una persiana, es evidente que al inclinar la primera las restantes giran sucesivamente de cantidades angulares constantes determinando una superficie curva cuyo elemento de popa formara un ángulo bastante grande con la quilla mientras que el primero puede ser muy pequeño. Los ensayos verificados en el Nautilus, parece segun dice el almirante Paris que han sido satisfactorios.

308. Disposicion antigua de la caña.—La caña del timon no es mas que una barra de madera que se introduce en una cajera abierta en la mecha haciendola firme (Fig. 426) por medio de dos retenedores de hierro *a* y de una chaveta *b* consolidando al propio tiempo la cabeza de la mecha con dos zunchos de hierro *c*. En el estremo libre de la caña se aplica la potencia ya directamente ó ya valiéndose de aparejos cuando las embarcaciones teniendo mayores dimensiones exigen un timon de gran superficie y que por consecuencia produce un aumento de resistencia. Es evidente que cuando llega este caso, es decir, cuando la resistencia aumenta será necesario aumentar tam-

bien la longitud del brazo de palanca, estando esta longitnd limitada no solo por la manga del buque sino por el arco que ha de describir el estremo de la caña, asi es que los antiguos teniendo en cuenta estas circunstancias llegaban para los buques grande á cañas de una longitud igual à 10 ú 11 metros de manera que estaban muy espuestas á doblarse en virtud de su propio peso. Para corregir este defecto colocaron mas tarde en su estremo una *uña u* guiada por un semicirculo de madera llamado *medio punto ò telera* empernada en la cara baja de los baos de la cubierta superior. Como despues de haber introducido esta modificacion quedaba todavia en pié un inconveniente que merecia fijar en él la atencion para evitarlo y que consistia en el mucho espacio que ocupaba en la cubierta, imposibilitando el manejo de algunas piezas y la libre circulacion, se trató de reducir la longitnd de las cañas compensando esta pérdida con un aparejo sencillo en cada banda.

Los motones de estos aparejos se hacian firmes en los costados del buque y la tira de cada uno de ellos daba cinco ó seis vueltas á un torno despues de pasar por una groera practicada en la cubierta llamada *linterna* saliendo luego por una segunda linterna para servir de tira al otro aparejo cuyo arraigado concluia por afirmarse en la caña. Con esta disposicion la caña se ponia en movimiento aplicando la fuerza del hombre en las *cabillas m* de la rueda del torno llamado *rueda del timon* con lo cual girando el *cubo n* de la rueda se arrollaban los *guardines* ó cabos de los aparejos de una banda, desarrollándose al mismo tiempo los de la otra.

La rueda del timon se colocaba un poco á proa del palo mesana en la cubierta alta con el objeto de que los que gobernaban pudiesen ver la maniobra de las velas, estando sostenida por dos soportes *s* unidos á la cubierta con escuadras de bronce.

El esfuerzo que el hombre aplica en las cabillas de las ruedas puede aumentarse de dos maneras ó dando mayor diámetro à estas ó haciendo menor el radio del cubo, aunque estas dimensiones tienen ciertos límites que son no dar á la rueda un diámetro que dificulte el acceso del hombre à las cabillas ni hacer un cubo tan delgado que además de ser débil exigiria que el guardin diese demasiadas vueltas á su alredredor lo que aumentaria los rozamientos produciendo un gran desgaste en dichos guardines. Los antiguos solian hacer que los guardines diesen cinco vueltas al rededor del cubo de la rueda de manera que admitiendo que la cantidad de cabo arrollado para llevar la caña de una banda á otra fuese igual al arco descrito que era de 70°, la relacion de la longitud de la caña al radio del cubo era igual á 25.

Las linternas son de figura ovalada y van forradas de laton; además para impedir que los guardines rocen con ellas se hace de manera que aquellos vayan guiados por un rollete *r* al entrar en dicha linterna y tambien se colocan otros en el trayecto de los guardines á fin de que no formen seno y evitar el rozamiento.

Como en la rueda del timon no pueden ejercer su accion mas que

dos hombres, uno á cada banda, cuando se necesite un esfuerzo mayor se colocan en la estremidad del cubo dos ruedas y si esto no fuese suficiente cuatro en cuyo caso, que es el máximo á que se ha llegado para buques grandes y en malos tiempos, se gobierna el buque con ocho hombres llamados *timoneles*.

La caña que como hemos dicho vá en la cubierta alta se llama de *labor*; además se lleva siempre otra en la bateria llamada *de respeto* destinada á gobernar cuando por cualquier accidente faltase la otra.

309. Cañas modernas; reduccion de su longitud y supresion del seno.— Vistos los inconvenientes que se presentaban al dar mucha longitud á las cañas se trató de reducirla; pero como entonces hubiera resultado un esfuerzo menor para el gobierno del timon se compensó este defecto poniendo guardines dobles (Fig. 427) es decir, cosiendo un moton ó cuadernal en la cabeza de la caña y sustituyendo el moton arraigado *a* (Fig. 426) por un cuadernal de dos ó mas ojos con lo cual se multiplicaba al esfuerzo. Para que el gobierno del timon fuese completamente satisfactorio seria necesario que las partes de guardin *AB* y *AB'* estuviesen igualmente tensas lo cual exigiria que el punto *A* describiese una elipse en lugar de un circulo en cuyo caso se tendria que *AB*+*AB'* seria una cantidad constante; pero como esto no sucede uno de los guardines estará en tension mientras que el otro estará flojo ó *formará seno*. De manera que en el caso de que sobrevenga una ola ó se ejerza un choque ó esfuerzo cualquiera sobre la pala, el seno que forme el guardin permitirá que se produzcan sacudidas que podrian ser funestas para su solidez poniendo en peligro á los hombres que actuan en las ruedas.

Uno de los medios que se han ideado para impedir que los guardines formasen seno, consiste en el empleo de teleras móviles; para esto se aplicaba en el estremo de la caña, que entonces era mas corta, un arco de madera (Fig. 428) cuyo ángulo fuera igual al ángulo máximo del timon à una y otra banda; en los estremos de este arco se fijaban los guardines de manera que se cruzasen con lo cual se conseguia tener siempre tensos los dos á la vez.

Tambien se ha tratado de evitar el defecto de que nos ocupamos suprimiendo los guardines y reemplazando la caña por un sector dentado (Fig. 429) movido directamente por la rueda en cuyo eje iba fijo un piñon engranando con el sector por la cara alta pues si fuera lo contrario en una sacudida del timon podrian romperse los dientes del piñon ó del sector. Sin embargo, con esta disposicion hay la esposicion de qne el timon vaya á la banda contra la voluntad del timonel por levantarse en una sacudida y deja de engranar, rompiéndose tambien los dientes al volver á su posicion primitiva. La disposicion mas ventajosa tratando de la supresion de los guardines de cáñamo ó cadena es la que representa la (Fig. 430) la cual consiste en dos dados articulados por medio de una barra de conexion á la caña del timon los cuales forman las tuercas de dos tornillos cuyos ejes coinci-

den con el de la rueda y cuyas roscas estan labradas en sentido contrario uan de otra. La sencillez que presenta este sistema de gobierno para el timon ha hecho que se aplicase hoy mucho aunque s lo en los buques mercantes; pues en los de guerra es insuficiente atendidas las condiciones á que ha de satisfacer puesto que además de vencer esfuerzos mayores necesitan un esceso de seguridad asi es que hasta ahora ninguna nacion se ha decidido á salir de los guardines de cáñamo y de una caña de menos de 3 metros de longitud. Lo que si se ha hecho ultimamente es construir las cañas de hierro y adoptar las teleras rectas, como la de la *Numancia* (Fig. 431) y la caña de longitud variable. En este sistema en lugar de estar los cuadernales fijos á la caña como antiguamente se fijan á un carro *a* guiado en un carril ó telera recta; en el centro de este carro se coloca un anillo de bronce que puede girar libremente en la carro alrededor de un eje vertical, y á través del cual pasa la caña, deslizándose en el á medida que el carro se mueve de babor á estribor perpendicularmente al plano diametral.

Las cañas de carro presentan la ventaja de anular completamente el seno del guardia pero en cambio ofrecen la particularidad de que para un mismo esfuerzo aplicado en las cabillas de la rueda producen un efecto constante para todas las inclinaciones mientras que el momento resistente permanece variable con dichas inclinaciones. En efecto; como el esfuerzo P del hombre actua siempre en la direccion del guardin, es decir, perpendicularmente á la quilla, para una posicion BO de la caña se podrá descomponer en dos una $P_{\cos i}$ perpendicular y otra $P_{\text{sen}\, i}$ que quedará destruida por la resistencia de dicha caña. El momento del esfuerzo será pues $M = P_{\cos i} \times B0$ pero como $BO = \frac{AO}{\cos i}$ se tendrá

$$M = P \times AO = \text{constante.}$$

si como hemos dicho P es igualmente constante.

Tambien se propuso hace tiempo suprimir el seno de los guardines haciendo que el cubo de la rueda en lugar de ser un cilindro fuese una superficie de revolucion cuyos paralelos variasen de radio de una manera continua determinándolos de modo que la cantidad de guardin desarrollado en cada vuelta de la rueda escediese á la longitud desarrollada en una cantidad igual al seno del guardin. Para esto llamemos r_1, r_2 r_3 (Fig. 432) los radios de las tres vueltas de proa á partir del centro del cubo y por r'_1 r'_2 r'_3 los de las de popa y supongamos que la caña esté en una de las estremidades de su carrera; si se hace dar una vuelta á la rueda, como el eje de uno de los guardines estaria en el el medio ab del cubo, la cantidad de guardin arrollado será $2\varpi r_1$ y la del desarrollado $2\varpi r_4$ y para otra vuelta serán $2\varpi' r_2$ y $2\varpi r_3$ de modo que llamando a, a', etc. al seno en cada vuelta, se tendrá:

$$2\varpi r'_1 - 2\varpi r_4 = a \quad ; \quad 2\varpi r'_2 - 2\varpi r_3 = a'$$

luego:

$$r_1' - r_4 = \frac{a}{2\varpi} \quad ; \quad r'_2 - r_3 = \frac{a'}{2\varpi}$$

Partiendo ahora la diferencia, es decir, haciendo que el radio r'_1 se convierta en $r'_1 - \frac{a}{4\varpi}$ y r'_4 en $r_4 + \frac{a}{4\varpi}$ es decir aumentando el radio r'_1 y disminuyendo el r'_1 de esta manera, tendremos que el seno se reducirá cero. Aunque empezó à aplicarse este sistema hoy se ha desechado completamente usando los cubos cilindricos.

En los buques de hélice de pozo no pudiendo estar las cañas en el plano diametral para la posicion media se han empleado cañas curvas (Fig. 433) de uno ó de dos brazos. El único inconveniente que ofrecen es la necesidad de darles mayor espesor en razon à estar mas espuestos á la flexion en virtud de su forma especial.

310 Cañas de vapor ê hidraulicas.— Al disminuir las longitudes de las cañas en algunos buques modernos ha sido necesario emplear mayor número de hombres para gobernar el timon siendo insuficientes los que cabian en las ruedas cuando marchando à gran velocidad era necesario desviar el timon de un ángulo considerable. Para quitar este inconveniente en estos casos se ha aplicado en algunos buques el vapor como motor. La (Fig, 433) representa la rueda del timon de la *Numancia* que pertenece á este sistema, el cual se reduce á dos cilindros de vapor conjugados cuyos embolos tienen sus barras articuladas á un eje sobre el cual esten fijos dos piñones. Estos trasmiten el movimiento á dos ruedas dentadas que son las del timon y à cuyo cubo se arrollan los guardines.

Tambien se ha aprovechado la incompresibilidad del agua para mover las cañas de una manera análoga al movimiento de los embolos de las prensas hidráulicas economizando los guardines y evitando casi completamente las sacudidas. Entre las diversas *cañas hidraulicas* que se han aplicado con éxito citaremos la de Mr. Clark la cual consta de dos partes; la primera consiste en una bomba con dos embolos puestos en movimiento por un tornillo en cuyo estremo se fija la rueda de mano ó rueda del timon (Fig. 434). El cilindro ó cuerpo de bomba esta lleno de agua y comunica por sus estremos con dos tubos que la conducen por babor y estribor à la segunda parte del aparato, la cual se reduce à otras dos bombas cuyos ejes forman una linea recta perpendicular al plano diámetral. En el centro de los embolos que están unidos entre sì va fijo un boton que moviéndose en una ranura practicada en la caña le comunica los movimientos necesarios para gobernar. La manera de funcionar el aparato se comprenderá facilmente observando que segun el sentido en que se haga girar la rueda empujará ó atraerá los embolos de la bomba de la cual viene à formar el vástago resultando de aqui presiones en los tubos que producirán el movimiento de la caña. Las ventajas de este sistema de gobierno estriban prin-

apalmente en evitar los choques á que esta espuesto el timonel por los golpes de mar que recibe el timon puesto que la circunstancia de tener el tornillo conductor muy poco paso hace que sirva en cierta manera de freno; ademas que para precaverlo todo, el inventor ha dispuesto en los fondos de los cilindros que mueven la caña, unos segundos embolos que sujetos por resortes ceden á los esfuerzos que provienen de los choques volviendo luego á su posicion sin dejar escapar agua de dichos cilindros.

311. Axiometros ó acusones de los timones.—Para conocer la inclinacion de la caña en un momento dado y hacer que el timonel pueda ejecutar con exactitud las órdenes que recibe del oficial, va unido á la rueda del timon un aparejo, llamado *axiòmetro* aunque vulgarmente recibe el nombre de *soplon* ó *acuson* del timon. Los axiometros mas ardinariamente usados en nuestra marina se reducen (Fig. 435) á una caja cilíndrica de laton fija verticalmente al soporte de proa de la rueda del timon la cual lleva dentro una aguja que recorre un círculo de laton graduado simetricamente al plano diametral, es decir, que el cero de la graduacion está en este plano. La parte del limbo que esta á estribor lleva la inicial *E* y la de babor la *B* comprendiendo dos divisiones y media cada una correspondientes á las vueltas enteras que hay que dar á la rueda para llevar el timon à las bandas de estribor ó de babor que como sabemos suelen ser cinco en totalidad. Ademas cada una de estas grandes divisiones esta subdividida en diez partes iguales llamadas *cabillas* puesto que corresponden al número de estas que suele tener una rueda. Para hacer que la aguja indique la inclinacion del timon sin llegar à dar una vuelta completa en el limbo se procura por medio de una serie de engranajes que la velocidad de la aguja sea menor que la del timon. Al efecto suelen colocar en el Ferrol un piñon *a* centrado con el estremo de proa del eje del cubo el cual trasmite su movimiento á otro *b* que engrana á su vez con la rueda *c* centrada con la aguja, de manera que constando el piñon de seis dientes, de diez la rueda *b* y de sesenta la *c* es claro que á cada vuelta de la rueda del timon, la aguja solo describirà un ángulo de 36° y que marchará en el mismo sentido que la caña con lo cual cuando se quiera, por ejemplo, que el timon vaya á estribor no habrá mas que hacer girar la rueda hácia estribor.

312. Aparatos para trasmitir órdenes al timonel.—El axiómetro que acabamosde describir indica al timonel ó al oficial que está inmediato si ha cumplido exactamente con la orden recibida pero para trasmitir esta es necesario que el comandante ú oficial de guardia vaya á la rueda ó bien que desde el puente le indique de palabra los movimientos que crea convenientes. Como en los buques grandes, en los cuales existe mucha distancia entre el timon y el puente, este medio de transmitir órdenes seria enojoso y hasta espuesto à errores y sobre todo con el ruido del viento podrian confundirse las voces de mando dándoles una falsa interpretacion y produciendo gravas consecuencias en determinados ocasiones, se han ideado varios é ingeniosos aparatos que al mismo tiem-

po que comunican la órden indican automaticamente si se han ejecutado fielmente. Uno de los mas sencillos es el que lleva nuestra fragata *Numancia* el cual se reduce (Fig. 436) á una caja de la cual salen tres ejes que sostienen otros tantos discos de bronce; el primero de ellos inmediato al costado de babor llevauna letra *B* vaciada, el del centro una estrella para mandar á la via y el tercero una *E* que indica á estribor. En este aparato que esta colocado en el puente el oficial no tiene mas que hacer girar el disco necesario por medio de una palanquita de manera que su plano se coloque perpendicularmente al diametral; entonces el timonel que lo vé ejecuta la órden que será acusada por el axiometro puede verse desde el puente. Para las señales de noche va colocado en la caja un farol con una lente dirigida hácia el timonel y dos lentes de color verde la una y rojo la otra las cuales pueden á voluntad presentarse delante de la lente blanca y no dejar pasar mas que la luz roja ó verde indicando lss costados de babor y estribor hácia los cuales se manda que se dirija la caña del timon.

Tambien se emplean en algunos buques como en la *Arapiles* tubos acústicos que partiendo del puente ván á la máquina, á la rueda del timon á los pañoles etc. En las estremidades de estos tubos que tienen un ensanche para aplicar la boca del que trasmite la órden y el oido del que la recibe, se colocan unos silvatos que sirven para avisar cuando se vá á hablar.

En Inglaterra y en Francia se han hecho transmisores de órdenes ó sea *telégrafos neumáticos* reducidos á unos cuadrantes graduados con sus agujas correspondientes puestas en movimiento por la presion del aire encerrado dentro de tubos y por medio de unos embolos móvidos á mano.

Finalmente el progreso considerable que ha esperimentado el estudio de la electricidad en estos últimos tiempos ha permitido valerse de este agente para los aparatos de que nos ocupamos. El cirujano de la armada francesa Mr. Foucault es el primero que ha ideado un telégrafo eléctrico para el timon y las máquinas de los buques, y despues se han introducido algunas modificaciones para darle mayor sencillez. Nuestras fragatas *Zaragoza* y *Victoria* llevan telégrafos de esta clase los cuales estan alimentados por una pila de un par de elementos.

Estos aparatos son muy parecidos á los telégrafos del sistema Breguet solo que en lugar de llevar el alfabeto en los cuadrantes tienen las voces correspondientes al objeto que á se los destina asi es que cuando son para el timon tienen las voces de *à la via, á babor* e c. y cuando son para la máquina, *listos, á media máquina, à toda fuerza, avante, cia* etc.: al mismo tiempo los cuadrantes son de cristal opaco con letras transparentes ó pintadas de negro y llevan detras un farol para poder transmitir las órdenes de noche; para dar el aviso suele tambien acompañar al aparato un timbre eléctrico.

Es indudable que el telégrafo eléctrico en los buques reune á su sencillez las grandes ventajas de su rapidez y precision pero aqui en España se hace poco uso de él en los buques que lo llevan, pues se descompone con facilidad

acaso por estar confiado su entretenimiento á maestranza ó marineria poco acostumbrada á estos aparatos que si bien son sencillos son tambien delicados. En el Arsenal de Ferrol se construyen telégrafos para máquinas y timones compuestos (Fig. 437) de dos partes, el manipulador y el receptor; el manipulador es un tubo de bronce colocado en el puente y cerrado en su parte superior por un cristal circular que lleva en sus diversos sectores las indicaciones necesarias: el tubo y el cristal estan atravesados por un eje de hierro en cuyo estremo superior hay una maniqueta que lo puede hacer girar colocàndo á esta en el sector que se quiera.

En el otro estremo del eje hay un piñon cónico que engranando con otro de la misma forma conectado à otro eje cambia el movimiento circular vertical en horizontal haciendo girar una aguja que recorre el cuadrante del receptor graduado de la misma manera que el del manipulador. Además, por cada sector que recorre la aguja, el eje de esta dispara un resorte que tocando un timbre dá el aviso para que el maquinista ó timonel lean en el cuadrante la órden transmitida. Como se vé, este aparato es muy útil para transmitir las órdenes pero no indica si se cumplieron como en los telégrafos eléctricos en los cuales la misma caña mueve un conmutador produciendo una corriente que va á parar al manipulador, y acusa por si mismo é independientemente de la voluntad del timonel si este obedeció á la órden inscrita en el receptor.

313. Averias del timon; timones de respeto y de fortuna.—Ya hemos dicho que en el caso de perder la caña de labor ó de romperse la mecha por efecto del temporal ó de un balazo nos podremos servir de los varones para gobernar; pero si llegase á suceder que el timon se desmontase ó rompiese en este caso por primera providencia se pasa por una de las portas de popa un mastelero de respecto el cual por medio de cabos se hace trabajar como los remos que algunas embarcaciones menores llevan á popa para gobernar

Este timon provisional llamado *espadilla* debe sustituirse lo mas pronto que se pueda por un nuevo timon hecho á bordo, si es que no se llevase uno de respeto. Pero aun en este caso como no podria este calarse si se hubiesen roto algunas hembras, lo que deberá hacerse es disponer en la parte inferior (Fig. 438) una hembra cuyas orejas terminen en dos cáncamos á los cuales se deberàn amarrar dos calabrotes que pasándolos por las portas de caza ó por los escobenes permitirán adaptar el timon al codaste tesàndolos con el cabrestante.

Para obviar á las dificultades que ofrece la colocacion del timon de respeto se han ideado varios timones llamados de *fortuna* destinados á estar colocados siempre en un sitio para emplearlos en el caso de que ocurriese una averia en el timon principal El que mas se ha usado y del cual podemos citar como ejemplo el del bergantin *Galiano*, es debido á Mr. Fouque por lo cual lleva su nombre. Consiste (Fig. 439) en dos hojas de bronce ó timones adoptados á los dos costados del codaste y cuyos machos estan introducidos en las hembras

que coinciden con las aristas de popa de dicho codaste; su mecha tambien de metal entra por la limera que es un poco mas grande para dejarle paso. Cuando es necesario emplear este timon se zafan los pasadores *a'* que mantienen cada hoja unida al costado entrando por la limera, luego se las hace girar un ángulo de 180° colocándolas paralelamente al plano diametral; se ajusta sobre cada mecha una caña *cd* y uniéndolas entre sí por medio de una traviesa se encuentrael timon en disposicion de funcionar.

A pesar de lo bien que ha funcionado este timon esta poco en uso pues la ventaja que presentaria en casos de averia que sucederá raras veces, se convierte en inconveniente puesto que ocasiona un gasto considerable y un peso escesivo en la popa del buque.

314. Buques de dos timones.—Como la vista de los peces haya sido probablemente la causa que impulsara al hombre á dar à los buques un forma análoga del mismo modo colocaria tambien el timon en la popa para darles direccion sin estudiar en el principio las razones que podria haber para no preferir la popa para la instalacion del aparato de gobierno. Dependiendo el efecto del timon del esfuerzo que sobre su superficie producen los filetes liquidos desalojados por el buque al ponerse en movimiento y de la distancia del centro de rotacion del buque al centro de presion de dicho timon, es evidente que colocado este en la proa serviria tambien para gobernar; pero como por razon de las formas actuales de las obras vivas el centro de gravedad esta mas cerca de la proa que de la popa el momento en este caso ser a menor. En los buques de hélice es donde se reconoce principalmente la ventaja de colocar a popa el timon pues el esfuerzo que este recibe dependiendo mas del choque de las moleculas liquidas removidas por la hélice que de la presion de las que se delizan á lo largo de la obra viva de dichos buques, la energia del aparato será mucho mayor estando mas cerca de la hélice que mas lejos. Los ingleses han ensayado ultimamente en algunos botes la colocacion de dos timones una á popa y otro à proa haciendo de manera que este último sea por su forma la prolongacion de la proa, cuando esté coincidiendo con el plano diámetral. Como ya sabemos que al ciar el timon trabaja con menor energia, se emplea en este caso el de proa de manera que el objeto que se han propuesto es facilitar los movimientos tanto al ir avante como al ciar y además hacer las evoluciones con más rapidez y en menos espacios valiéndose de los dos timones á la vez. Las dificultades prácticas que se presentan en hacer la proa á propósito para recibir un timon en buenas condiciones han hecho que se haya desechado para buques grandes el sistema de timones dobles; quizá mas adelante estudiándose mejor la cuestion pueda llegar à adoptarse.

315. Dimensiones de la mecha caña y rueda del timon.—La mecha del timon esta sujeta constantemente á un esfuerzo de torsion debido á las dos fuerzas que se pueden considerar aplicadas en una seccion horizontal cualquiera de ella. Estas dos fuerzas que son la presion de los filetes liquidos

sobre la pala y la fuerza del hombre aplicada en la rueda, una vez conocidas, podremos con facilidad aplicar las fórmulas de resistencia de materiales y de erminar el diámetro que con seguridad podremos dar á la mecha. Pero además de esto debemos tener presente que aun estando el timon á la vía, la pala puede estar sujeta al choque de las olas en cuyo caso la mecha podrá asimilarse á nn sólido empotrado por un estremo (en la limera) y cargado en el otro con un peso de modo que será fácil determinar la seccion de resistencia siempre que conozcamos la cantidad de movimiento desarrollado en el choque la cual como sabemos depende de la velocidad del cuerpo chocante ó sea de las olas en este caso. Despues de haber calculado en las circunstancias mas desfavorables para el timon las secciones correspondientes á los dos clases de esfuerzos de que acabamos de tratar, la mayor será la conveniente.

Para calcular la caña entrariamos en consideraciones análogas á las hechas para la mecha en lo que se refiere á la resistencia á la flexion puesto que este es el único esfuerzo á que esta sujeto. Su forma por lo tanto debe ser la de un sólido de igual resistencia horizontal y cuyo punto de empotramiento está en la mecha.

En cuanto á la rueda del timon diremos que su cubo estando sujeto á un esfuerzo de torsion lo calcularémos tambien como hemos dicho para la mecha y conocido el diámetro fácil nos será determinar el de la rueda motriz puesto que es la incognita de la ecuacion que espresa el equilibrio del aparato de gobierno reducido á una série de máquinas simples que actuan unas sobre otras para vencer la resistencia del agua con una potencia que podemos fijar con arreglo á las necesidades del buque.

En la práctica se han adoptado para las piezas que acabamos de mencionar las dimensiones siguientes:

Timones. — Ruedas.

	Dimensiones de las mechas.				Dimensiones. de las escopladuras para la caña				Longitud de las cañas			Ancho total del timon	Superficie del timon desde la flotacion hasta el talon	Tambor		Diámetro.	
	Longitud.	Ancho.	Grueso En la cabeza.	Grueso En el talon.	de madera. Ancho.	de madera. Altura.	de hierro. Ancho.	de hierro. Altura	de madera sin medio punto.	de madera con medio punto	de hierro			Longitud	Diámetro	A la estremidad de las cabillas.	Esterior de la rueda.
	metros	metros															
Navio de 120.....	12,50	0,72	0.650	0,42	0,26	0 24	0,17	0,17	»	6,60	4.30	1,707	10,35	0,92	0,46	1,65	1 27
de 100.....	12,30	0,68	0 648	0,42	0,256	0,236	0,16	0,16	»	6,50	4,00	1,686	10 02	»	»	»	»
de 90.....	12 10	0,64	0,624	0,42	0,25	0,23	0 14	0,14	»	6,30	3,70	1,639	9 06	»	»	»	»
de 86 antiguo 80	11,90	0,60	0,605	0,42	0,242	0,222	0 12	0,12	»	6,20	3,50	1.589	8,90	»	»	»	»
de 82 idem 74	11,40	0,55	0,568	0,395	0,23	0,210	0,10	0,10	»	6,00	3,30	1,483	7,90	»	»	»	»
Fragatas de 60..... ...	9 50	0,55	0,558	0,39	0 223	0,213	0,10	0,10	4,50	»	3,80	1,468	7,32	»	»	»	»
de 52.....	9,40	0,55	0 531	0,37	0 212	0,192	0,10	0,10	4 00	»	3,10	1,395	6,74	0,64	0,35	1,54	,00
de 46...	8,50	0,50	0,471	0,34	0 190	0,170	0,10	0,10	3,50	»	3,00	1,239	4,99	»	»	»	«
Corbetas de bateria de 32.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
de pozo...de 24 . ..	7,30	0,40	0,384	0 31	0,154	0.134	0 08	0,08	»	»	»	1.070	3,60	»	»	»	»
idem.....de 18.....	7,26	0,33	0,384	0,265	0,134	0,114	0,07	0,07	»	»	»	0,877	2,58	0,45	0,25	1,10	0 92
Bergantin de 20.....	6,80	0,31	0.353	0,31	0,142	0,128	0,07	0 07	»	»	»	0,937	3,16	»	»	»	»
Idem.....de 14.....	7,43	0 33	0,254	0 23	0.102	0,082	0,065	0,065	»	»	»	0,666	2,48	»	»	»	»
Urca de 800 toneladas	8.20	0.40	0,412	0 31	0,165	0,145	0 10	0.10	»	»	»	1 082	3,97	0,64	0,35	1,54	1,00
Idem de 550 á 450 tons.	8,35	0,38	0,367	0:31	0,146	0,126	0,085	0,085	»	»	»	0,963	2 73	»	»	»	»
de 380 á 300 tons	7,30	0,38	0,336	0,26	0,134	0,114	0 07	0,07	»	»	»	0,881	2,35	»	»	»	»
Goletas de 6.....	4,88	0,25	0,355	0,25	0,102	0,082	0,06	0,06	»	»	»	0,664	1,50	0,45	0,25	1,10	0,92

LECCION 34.

316. NECESIDAD DE LOS TIMONES COMPENSADOS.—Los considerables espesores que ultimamente se han estado y estan dando á las corazas ó blindages de los buques, llevando indudablemente en pos de si un cambio radical en la construccion de estos, exigen al mismo tiempo una transformacion completa en la táctica naval y acudir al sistema antiguo de abordages perfeccionado con el empleo del espolon.

Pero para hacer uso de este nuevo elemento de combate es necesario no solo dotar al buque de velocidades grandes que combinadas con masas tambien considerables produzcan un gran efecto, sino que además es preciso que las facultades giratorias le permitan buscar las condiciones mas ventajosas de posicion para obtener un éxito favorable en la lucha. Un estudio profundo de las formas de la obra viva y los perfeccionamientos introducidos en las máquinas de vapor podrán conducirnos á la resolucion de la primera parte del problema al paso que del aumento en la superficie del timon resultará la celeridad en las evoluciones. Esto último es lo que se ha ido haciendo en todos los buques modernos aunque existe sin embargo un límite del que no se puede pasar, puesto que aumentando con la superficie del timon el brazo de palanca de la resistencia, ó se necesita un gran esfuerzo del que no se puede disponer para su maniobra ó las cañas deberian llegar á una longitud considerable en cuyo caso el camino recorrido por la fuerza aplicada directamente en su estremo seria muy grande y si el esfuerzo se trasmitiese por medio de guardines se aumentaria el tiempo de duracion de la maniobra.

Con los timones *compensados* es como se ha llegado á resolver el pro-

blema aumentando la superficie sin exigir esfuerzos superiores. Consisten estos timones en una pala cuyo eje de giro esta de manera que la divide en dos partes una á proa y otra á popa y cuyas superficies estan en una relacion constante que suele ser de 1 á 2. Con esta disposicion, el centro de resistencia estando mas cerca del eje, produce un momento menor mientras que el efecto es el mismo que para un timon cuya superficie fuese igual al de la pala completa.

Para ver en que consiste la compensacion que dá nombre á estos timones, supongamos una lámina delgada (Fig. 440) sumergida en una corriente liquida animada de una velocidad cualquiera y susceptible de girar alrededor de un eje $AA'A''$ que pueda moverse paralelamente á si mismo en un sentido del ancho de dicha lámina: es evidente que cuando el eje esté en la linea media, la lamina se colocará perpendicularmente á la corriente puesto que las reacciones del liquido son iguales á cada lado de dicho eje; pero si este se coloca mas cerca de una de las aristas laterales, entonces la lámina se inclinará formando un ángulo con la corriente de manera que la fraccion menor de la pala estará á proa del eje y hácia la corriente (Fig. 441): entonces los filetes líquidos rebasarán por las aristas para reunirse en la cara posterior. Finalmente el ángulo que forma la pala con la corriente irá disminuyendo á medida que el eje se corra á proa hasta que colocado en este arista se fijará en la direccion de la corriente. Reciprocamente podremos decir que si hacemos un timon de esta manera será necesario para que la pala se incline de un ángulo dado sin esfuerzo ninguno que la relacion entre las dos palas de uno y otro lado del eje sea tal que para esta inclinacion el centro de la resistencia coincida con dicho eje quedando así compensados los esfuerzos de la corriente sobre las dos palas.

317. Timones compensados ingleses.—Los timones compensados empezaron á ser empleados á principios de este siglo por los ingleses pero solo en los buques mercantes, pues á pesar de las ventajas que presentan sobre los ordinarios, la desconfianza que inspiran generalmente la aplicacion de los nuevos inventos y la falta de estudio de los mismos hicieron que pasasen sin aprovecharse de ellas para los buques de guerra hasta que instalando los americanos estos timones en sus monitores y el célebre constructor de la real armada inglesa Mr. Reed en el Belerophon acabaron de demostrar la importancia de este nuevo sistema de gobernar.

El timon del Belerophon (Fig. 442) está formado de una armazon de hierro forjado limitada superior é interiormente por una sólida pieza del mismo metal, y en las aristas de proa y popa por unas planchas redobladas. Esta armazon está recubierta con planchas de hierro remachadas entre si y consolidadas con hierros de ángulo de manera que forma una caja la cual se ha rellenado de raspaduras de corcho y de cemento de *Hay* para impedir la introduccion del agua consiguiendo asi que sin dejar de tener la resistencia suficiente sea lo suficientemente ligero para no cargar mucho á la

popa. La parte baja del timon esta retenida á la quilla por medio de un pivote ó eje de 20 centimetros de diámetro que atraviesa una bocina ó groera practicada en la prolongacion de la quilla y á la cual se fija por medio de una tuerca enroscada por debajo. La mecha esta formada por una gran pieza de forja cilindrica y de 30 centimetros de diámetro. La parte inferior entra en la bocina que viene á constituir las separacion entre las palas del timon, introduciéndose hasta la profundidad de 1,m37. La parte superior del eje correspondiente al pié del timon entra hasta los 0,m61 dentro de la bocina estando sujeta al armazon lo mismo que la mecha por unas piezas de asiento endentadas en cada estremo.

Como se vé por la figura, el codaste de popa está suprimido con el objeto de que la pala pueda girar con libertad sin separarse mucho de la hélice. La relacion que existe entre las dos superficies es de 1 á 2 que es la ordinariamente empleada en casi todos los timones modernos.

Para impedir que en una varada se desmontase este timon se ha colocado por encima de la pala y unido á la bovedilla del buque un collar de fundicion con el cual tropezaria si llegase este caso; pero para poder al mismo tiempo zafarlo con facilidad, este collar tiene una abertura practicada verticalmente y en sentido perpendicular al plano diametral por la cual puede pasar el timon levantándose hasta tocar á la bovedilla y quedar libre del eje fijo en la quilla cuando su pala está colocada en el plano transversal del buque. Para permitir que el timon colocado en esta posicion pueda inclinarse hácia popa por su pié á fin de zafarlo de la mecha, la limera no es cilindrica sino que tiene una ligera pendiente la cual se suprime colocando una cuña metálica *a* (Fig. 443) cuando el timon está en su sitio. La limera lleva su prensa estopas correspondiente para el ajuste perfecto de la mecha la cual esta además retenida en su estremo superior por un collar de hierro empernado en la cara baja de la cubierta. Sobre esta cubierta y en el mismo punto esta abierta una escotilla con el objeto de dar paso á la mecha cuando fuese necesario desmontarla.

Para disminuir en lo posible los rozamientos y hacer fàciles los movientos de la mecha, se sugetan á ella dos anillos de fundicion concéntricos y entre los cuales van una serie de rolletes tronco cónicos los cuales se apoyan inferiormente sobre una plataforma fija al buque y superiormente sobre la cara baja del anillo de sujecion de la caña del timon. Finalmente, para fijar la pala del timon en una posicion cualquiera y de una manera invariable se puede hacer uso de una paja ó chaveta que se introduce en las groeras correspondientes de dos discos de los cuales el uno está fijo al buque y el otro forma parte del anillo de la caña.

Este timon ha producido resultados escelentes pero algunos le achacan el defecto de dejar la popa débil con la supresion del codaste esponiendo al mismo tiempo el timon á perderse en una varada y ademas que navegando á vela con una superficie de pala tan grande, lo cual dá lugar cuando

se inclina el timon á una pérdida de velocidad, puede faltar la virada sobre todo cuando haya poco viento. De estos dos inconvenientes el primero que es el principal acaso se puede evitar y de ello se están ocupando los ingenieros de todos los paises; pero como dice muy bien el almirante Bourgois aun cuando no se llegase a corregir, las ventajas inmensas que proporciona este timon en lo que se refiere á la facilidad de los movimientos giratorios, compensa con esceso dichos defectos sobre todo en los buques de guerra destinados al combate.

La modificacion que Mr. Reed ha introducido en el timon compensado del Hércules ha mejorado constantemente sus condiciones para la navegacion á la vela: consiste (Fig. 444) en dos palas dispuestas de manera que la de proa lleva en su cara posterior unas hembras en las que se introducen los machos de la cara de proa de la pala de popa.

La seccion de la pala de popa es de un espesor constante mientras que la de proa disminuye hàcia esta parte. Para asegurar el timon á la quilla, lleva esta una caja cilindrica en la cual se introduce la prolongacion del macho mas bajo de la cara de proa de la pala de popa despues de haber pasado por dentro de la hembra de la otra pala. La mecha va solidamente unida en la cabeza de la pala de popa por medio de escarpes remachados, y pasa por la bocina de la limera llevando en su estremo un anillo *a* que gira sobre un plataforma de rolletes como la del Belerophon. Entre la mecha y la bocina va un segundo tubo ó bocina que formando la prolongacion de la pala de proa puede girar á rozamiento dulce sobre la mecha y dentro de la limera. Esta bocina lleva en su estremo superior y por debajo del anillo *a* otro anillo *b* asentado sobre una plataforma de rolletes igual á la anterior. Cada una de las dos plataformas lleva consigo un disco *c* y *d* con groeras que permiten fijarlos entre si por medio de una chaveta y unirlas al mismo tiempo al buque.

Fácil será comprender por lo que acabamos de decir cual es el objeto de la modificacion introducida en este timon. Fijando los dos discos entre si de manera que las dos palas sean continuacion una de la otra tendrémos un timon análogo al del Belerophon el cual podrémos hacer que permanezca en una posicion invariable con respecto al plano diàmetral, estableciendo la union del disco inferior con la cubierta del buque por medio de la chaveta ó espigo *e*. Cuando se marche á la vela y sea necesario tener una superficie de pala menor, se zafará la chaveta *f*, con lo cual la pala de proa quedará fija en la direccion del plano diámetral y la de popa podrá moverse por medio de la caña.

Finalmente para impedir que en el caso de una varada se desmonte este timon, lleva un collar fijo á la bovedilla del buque el cual impide que se levante el timon y una ranura transversal para sacarlo ó calarlo cuando sea necesario como hemos visto en el Belerophon.

A pesar de los ventajas que reunen los timones que acabamos de des-

cribir. el temor de que la prolongacion de la quilla donde el timon termina, tan debilitado por la falta del codaste sufra una averia de graves consecuencias y difícil de reparar por la falta de diques capaces de alojar buques de dimensiones tan grandes como los que llevan estos timones, ha hecho que se pensase mucho en Inglaterra y en Francia en transformarlos de manera que el codaste se pudiese conservar. El almirante Hälsteed ha propuesto conservar el codaste á cuya popa se colocaria el timon (Fig. 445) sostenidos por tres brazos horizontales que forman parte del mismo codaste y que vienen á hacer el papel de hembras. La pala llevaria en este caso una bocina vertical à la tercera parte de su ancho por dentro de la cual podria pasar la mecha al mismo tiempo que por las hembras del codaste.

Esta disposicion si bien á nuestro modo de ver devuelve la solidez á la quilla que no tienen les timones de Mr. Reed en cambio queda muy recargada con su propio peso y el del timon y codaste.

Mejores resultados daria la disposicion propuesta por el almirante Paris (Fig. 446) reducida á hacer que el centro de la mecha coincida con el centro del codaste para lo cual tiene que colocar á esta al costado de babor ó estribor de dicho codaste desviándolo luego al introducirse por la limera, lo cual no es un gran inconveniente si se hace de hierro como la de los buques de guerra modernos.

318. Timones compensados franceses.—El ingeniero de la marina francesa *Mr. Joëssel* ha ensayado en Cherbourg el año 1868 à bordo del remolcador *Navette* un nuevo timon equilibrado (Fig. 447) el cual ha producido buenos resultados puesto que por medio de él se ha conseguido hacer la evolucion completa en 1'46" y en un espacio de 62 metros. Consiste en dos timones *t t* paralelos, reunidos por una cruceta *c* atravesada por la mecha *m* la cual puede à su vez girar espigando en la quilla y la cubierta como en los timones compensados ingleses ó bien admite la sujecion al codaste sirviéndose de los machos y hembras ordinarios. La ventaja que estos timones presentan es la de hacer que el centro de accion diste menos del eje de giro que en los timones ordinarios puesto que no solo se reparte la gran superficie necesaria para los timones de los buques modernos en las dos liminas ó palas paralelas, sino que una de las láminas quedando al inclinarse oculta por la anterior equilibrará en parte el efecto producido para la otra. Apoyàndose en este mismo principio *Mr. Joëssel* ha hecho tambien algunas esperiencias poniendo en la proa de la hélice un timon de su sistema y agregando luego otro á popa; finalmente ha hecho uso de estos dos timones con la diferencia que en el de popa se componia de cuatro láminas (Fig. 448) colocadas dos á babor y dos á estribor.

A pesar de las ventajas que se han obtenido en los ensayos no se ha aplicado este sistema, que nosotros sepamos, á ningun buque de gran porte acaso por el peso considerable con que recargaria la popa ambos-

tando la falta de sólidez que ya posee esta parte de la construccion por su gran lanzamiento.

319. Timones helizoidales de Mr. Napier y Rankine.—Los constructores Mr. Napier y Rankine han introducido en la forma del timon algunas modificaciones importantes que son dignas de mencionar. La invencion consiste en hacer de manera que cuando la pala esté en su posicion media tenga su superficie lateral tangente á la direccion de los filetes líquidos proyectados y removidos por la hélice, con lo cual se conseguirá que inmediatamente que se inclina la pala los filetes removidos empiezen á chocar el timon produciendo por resultado el movimiento giratorio del buque pues con los timones actuales de pala plana formando los diversos filetes en su salida, un ángulo con el plano diámetral, igual al que en cada seccion forma la interseccion de la hélice con dicho plano, es evidente que no habrá choque con la pala sino á partir de un ángulo de pala igual al que acabamos de indicar.

Los timones compensados á los que principalmente se aplica esta modificacion tienen su pala de popa formando desde la mecha una superficie aguzada hácia la popa y continua con la pala de proa.

Vemos pues que el timon tendrá una forma análoga á la de una hélice (Fig. 449): para determinar las diversas secciones horizontales (Fig. 450) se traza una recta AC de una longitud igual á la velocidad de la hélice; sobre ella se toma una longitud CB igual al retroceso y sobre esta recta como diámetro se describe un semicirculo. Si trazamos las rectas $C1$, $C2$, $C3$, etc. que forman con la CA ángulos iguales á las que forma las secciones *1*, *2*, *3*, de la hélice (Fig. 449) con el plano diámetral y unimos los puntos *1*, *2*, *3*, (Fig. 450) con el A los ángulos $1AC$, $2AC$ etc. serán los que deberán formar las superficies laterales de la pala de proa con el plano diámetral cuando el timon esté á la vía.

320. Necesidad de proteger los timones.—El aumento de superficie del timon á que ha ido conduciendo la necesidad de hacer buques de grandes dimensiones, ha dado por resultado el que ocupándose los ingenieros de la manera de facilitar los movimientos de un aparato de tanta importancia en el arte naval hayan desatendido por completo su invulnerabilidad dejándolo por completo espuesto en la mayor parte de los buques de guerra.

Por poderosos que sean los medios de defensa y ataque que posea un buque de guerra, es evidente que está constantemente en inminente peligro si no tiene su timon protegido de manera que sea la última parte de la construccion que tenga que rendirse. debiendo citar como prueba de este aserto el desgraciado fin del *Re d' Italia* en el combate de Lissa. En vista de esto será conveniente atender con preferencia á evitar que estos siniestros se repitan abrigando el timon de un modo seguro: asi lo han comprendido algunos constructores modernos dando mas lanzamiento á la popa y haciendo que quedando en parte sumergida no dejase á la vista la mecha del timon res-

guardando al mismo tiempo á esta con anillos ó manguitos de hierro forjado como los que propone el almirante Halsteed, en su proyecto sobre la marina del porvenir.

LECCION 35.

321. FOGONES PARA LA COCCION DE LOS ALIMENTOS Y HORNOS DE PAN.—Una de las instalaciones mas importantes de los buques por el objeto à que estan destinadas, es la de los *fogones* ó cocinas. Antiguamente se formaban con una armazon de madera rellena de ladrillos refractarios ú ordinarios trabados con mortero de cal comun y se alimentaban con leña dando salida à los gases de la combustion por medio de una chimenea de ladrillo sujeta con tirantes y zunchos de hierro. El peligro constante de incendio á que estaban espuestos estos fogones exigia una reforma que no tardó en llevarse á cabo adoptando el hierro como único material á propósito para el objeto, no solo por presentar mas seguridad sino por que à causa de su buena conductibilidad para el calor habia de producir una gran economia de combustible.

Las cocinas hoy empleadas son todas de hierro y se puede decir que difieren muy poco de las cocinas llamadas económicas que se emplean ordinariamente en el uso doméstico.

Como nuestros reglamentos modernos previenen que al marinero debe dársele pan fresco una vez á la semana se necesita que los buques lleven tambien un horno para cocerlo el cual suele colocarse en la bateria y se reduce á una caja de plancha de hierro forrada interiormente de ladrillo refractario y dividido en dos compartimentos de los cuales el superior, destinado á la colocacion del pan, tiene en su parte anterior un emparrillado para el combustible y el inferior forma el cenicero. En el fondo de la caja se adapta la chimenea llamada *mambrú* que sale por una escotilla llevando su registro correspondiente para regular el tiro.

Algunos buques suelen llevar el horno de pan en el mismo fogon con el objeto de economizar espacio y sobre todo combustible. La (Fig. 451) representa el fogon y horno de la *Numancia*: esta formado de dos cuerpos; el de proa tiene tres mesas destinadas á fogon de los oficiales de mar á la enfermeria y á los maquinistas y maestranza y el de popa consta de otras tres de las cuales las de babor y estribor pertenecen una al comandante y otra á los oficiales mientras que la del centro contiene las marmitas para el rancho de la marineria. En el fogon del cuerpo de proa y á la espalda de los fogones cor-

respondientes va el horno de pan que tiene la forma de un armario con estantes de plancha de hierro encima de los cuales se colocan los panes que se quiere recibiendo el calor del combustible quemado en el hogar que esta debajo y de los gases que van á salir por el mambrú comun á los dos cuerpos ó fogones.

Para aprovechar lo mas posible el calor de la combustion, las marmitas *m* de los marineros estan introducidos en un depósito de agua caliente la cual al evaporarse pasa por los tubos *t* á un depósito *D* en el que hay agua fria que al condensarse el vapor la calienta permitiendo utilizaria para algunas maniobras culinarias.

Las cocinas se colocan generalmente en la bateria encima de una plancha de cobre con el objeto de que las aguas no pudran la cubierta. El *mambrú* viene á salir por una de las escotillas de proa de la cubierta de alcázar la cual esta cerrada con una rejilla de hierro.

322. Destiladores de agua dulce y condensadores; cocina Rocher destilador Normandy y condensador Sabatter.—Estar rodeado completamente de agua y tener que perecer de sed seria colocar al marino, como dice el almirante Paris en un infierno igual al de Tántalo. La cantidad de agua posible necesaria para un buque de mucha dotacion, debiendo de ser considerable cuando el viaje que se ha de emprender es largo, seria preciso disponer de un gran espacio solo para la colocacion de los toneles ó cajas que han de contener un elemento tan indispensable para la vida. Esto por una parte y por otra las enfermedades que sobrevenian en los buques antiguos por causa del *mareo del agua*, es decir, por la corrupcion de esta debida á las sustancias orgánicas que absorvia de las vasijas de madera, exigian la potabilidad del agua del mar por el medio mas sencillo, la *destilacion*.

Ademas, como al hacer la *aguada* quedasen algunas pipas vacias ó se derramasen despues, lo que se llamaba *estar tambores,* ya con los balances ya por haber perdido su ajuste las duelas, resultaba que el agua no llegaba para toda la navegacion y habia que disminuir la racion en términos de llegar á padecer muchas veces de sed.

Los primeros que intentaron destilar el agua dulce fueron los españoles atribuyéndose la invencion á Quirós que vivió en el siglo XVI. El procedimiento se reducia á calentar el agua en una caldera tapándola con lona en la cual se condensaba al vapor y se escurria despues en una vasija. Este medio tan imperfecto se perfeccionó mas tarde empleando los alambiques y utilizando el calor de la combustion para la coccion de los alimentos.

La cocina destilatoria de Mr. Rocher empleada todavia en Francia es un aparato que satisface perfectamente à las dos condiciones. El combustible empleado es el carbon mineral y la coccion no se verifica por fuego directo como en nuestros fogones sino por contacto con el agua caliente.

La cocina Rocher (Fig. 452) está formada de una caldera *C* llena de agua

que al evaporarse pasa á un depósito *D* entrando en un serpentin *s* rodeado de agua fria En el depósito *D* se colocan las marmitas donde se cuecen los alimentos aprovechando tambien el hueco *h* para colocar tarteras y fuentes.

El tubo *B* tiene por objeto impedir que el agua de *E* se proyecte en *D'* ya por una ebullicion repentina ó ya en los balances.

Fácil es comprender que alimentando los hogares *h*, el vapor producido en la caldera pasa al depósito *DD'* calentando las marmitas y luego se condensa en el serpentin recogiéndolo el tubo *t*.

Como el agua para ser potable necesita tener aire y otras sustancias en disolucion, el aparato Rocher no llena completamente el objeto por lo cual Mr. Normandy, ha ideado otro que resuelve completamente el problema de la potabilidad del agua del mar.

El agua destilada conserva siempre un olor empireumático debido á la accion caústica de las superficies de caldeo sobre las materias orgánicas que existen en el agua por pura que sea y principalmente la de mar.

Estas sustancias recocidas son las que producen ese olor nanseabundo el cual trató el inventor de evitar para lo cual creyó que únicamente podrian destruirse por una combustion latente, por medio de la cual parte del exigeno contenido en el agua podria servir para hacer arder estas sustancias. Además de esto recurrió para conseguirlo á verificar la filtracion á través del carbon y de otras sustancias porosas.

El aparato Normandy (Fig. 453) se compone de dos cilindros verticales *A* y *B* que encierran tubos de cobre rojo estañado destinados á la condensacion del vapor. Un tercer cilindro *R* horizontal colocado debajo de los otros dos contiene tambien tubos pero no es esencial al sistema, y no se añade mas que para acabar de enfriar completamente el agua destilada.

Todo el aparato está en comuuicacion con el mar por la tubulura *D*.

El agua de mar despues de haber llenado el cilindro *C* rodeando los tubos que contienen el agua destilada pasa al cilindro *A* y despues al mar por el tubo *F* El tubo *G* pone en comunicacion los dos cilindros *A* y *B*; un grifo *H* permite arreglar la introduccion de manera que el nivel se mantenga siempre en el cilindro *B* á una altura que se observa por medio de un tubo de nivel de agua *Y*.

Cuando el agua que debe condensarse se encuentra distribuida como lo indica la figura el aparato está en disposicion de recibir el vapor de la caldera. Este llega por el tubo *K* y pasa por los tubos verticales donde se condensa, oponiéndose la válvula *L* á que el vapor no salga mas que condensado. El vapor al condensarse calienta el agua que rodea los tubos y como se produce á una temperatura mayor de 100 grados, puede, sin que la condensacion se suspenda por esto, elevar hasta 100 grados al agua contenida en el cilindro *B*. Esta agua se reduce á vapor y como todo el de la caldera le ha abandonado su calórico latente debe producirse una nueva cantidad de vapor igual á la que habia pasado por el tubo *K*. Este nuevo vapor llena el espacio *M* y despues

de haber esperimentado una aireacion segun indicaremos mas adelante pasa al cilindro *A* donde la corriente de agua de mar que pasa alrededor de los tubos lo condensa.

Esperiencias directas han probado á Mr. Normandy que el aire contenido en disolucion en el agua se separa así que esta agua llega à una temperatura de cerca 50 grados. El vapor llega al ciiindro *A* por la parte superior de este último y el agua de mar llega al contrario por la parte mas baja del mismo cilindro, resultando de ahi que el agua en la parte superior del aparato debe calentarse y que todo el aire que contiene debe separarse. Este aire que existe en gran abundancia puesto que el aparato está calculado para emplear proximamente un peso de agua de mar igual á 5 veces el del vapor que tiene que condensarse, pasa por el tubo *o* al depósito *M* ó, como hemos dicho antes, se mezcla intimamente con el vapor por el cilindro *B*.

El agua que resulta de la condensacion efectuada en el cilindro *A* encierra pues como acabamos de verlo 5 veces mas aire que el agua ordinaria de modo que al mezclarse con el agua que no contiene aire y que procede de la condensacion en el cilindro *B* dará un producto que encerrará un gran esceso de aire que debe servir para la combustion de los aceitas empireumáticos,

Estando el agua aireada de esta manera y conteniendo un esceso de oxigeno Mr. Normandy obtiene la combustion instàntanea de los aceites empireumáticos dividiendo el agua lo mas posible.

Al efecto la hace pasar á través de un cuerpo muy poroso escogiendo para esto el carbon animal ó negro de humo que hace mas bien de divisor que de filtro.

La combustion no pudiendo producir mas que agua y ácido carbónico debe durar indefinidamente sin mancharse el agua como lo ha demostrado la práctica.

El gasto del carbon es de 1 kilóg.° por 7,400 litros de agua destilada y la produccion de esta es 117 litros por hora para cada 2 metros cuadrados de superficie 1,m40 de altura.

Este aparato es el usado hoy por la marina inglesa.

En los buques de vapor se desperdicia este en muchas ocasiones ya cuando se desahogan las calderas por contenerlos en exceso ya cuando se entra en puerto ó cuando se para la màqnina para andar á vela.

Hoy se aprovecha en parte este vapor para condensarlos y obtener así agua pura dara el consumo del buque. Para esto se llevan aparatos llamados condensadores que los hay de varias clases. Uno de los mejores es el de Sabattier ingeniero de la marina francesa (Fig. 454). Consiste en un cilindro de plancha de hierro ó de cobre estañado al que se hace llegar el vapor por el tubo *P* el cual circulará por los tubos en los que estan colocados los cilindros *D, D, D* llenos de carbon ó de cualquier sustancia que conduzca mal el calor; este vapor es por decirlo asi laminado entre los cilindros *D* y los tubos que los contienen y como el esterior de estos tubos esta en contacto con el agua fria tomada del tubo de inyeccion de la máquina é introducida en el aparato por

la abertura *A*, al momento se efectua la condensacion y el agua destilada sale por la abertura *E*. La abertura *B* se pone en comunicacion con el condensador de la máquina cuando funciona; el agua refrigerante es aspirada por la bomba de aire y cuando la máquina está parada se cierra el orificio *B* abriendo el *C* que comunica con la bodega à donde va á parar el agua refrigerante á menos que una pequeña bomba movida á brazo ó por el burro y que termine en *C* no eche esta agua fuera del buque.

Para ensayar si el agua destilada contiene sales de cobre nocivas á la salud se vierte en $\frac{1}{10}$ de litro de agua algunas gotas de ácido sulfhidrico: si este ácido dá lugar á una coloracion morena, indicio de contener sales de cobre, debemos desecharla haciendo lo mismo si deja precipitar en el fondo de vaso una materia negra indicio de sales de plomo.

El doctor Fonsagrives aconseja mezclar á cada kilólitro de agua destilada que resulta de las cocinas destilatorias de Rocher las sustancias siguientes:

	decigs.
Clorurio de sodio ó sal marina.	.4'3
Sulfato de sosa.	.3'4
Bicarbonato de cal.	.48'0
Carbonato de sosa.	.14'0
Carbonato de magnesia.	.6'0

De esta manera y la esperiencia lo ha confirmado se puede, haciendo uso de cualquiera de los aparatos que hemos descrito, navegar sin riesgo con poco peso de agua y disponiendo de mas espacio que antiguamente.

323. CONSERVACION DEL AGUA; VASIJERIA DE MADERA; ALGIBES.—Para conservar el agua á bordo de un buque cualquiera que sean los medios de obtenerla es preciso disponer de recipientes destinados á contenerla. Los antiguos se servian de pipas de madera de varias dimensiones que recibian las denominaciones de *toneles, toneletes, pipas, tercerolas* y *cuarterolas* segun las dimensiones que eran las siguientes.

	Largo.	Diámetro mayor.	Diámetro menor.	Capacidad.
	metros	metros.	metros	litros.
Tonel. . . .	1,60	1,12	0,97	963
Tonelete. . .	1,49	0,93	0,88	723
Pipa.	1,34	0,84	0,67	514
Media pipa.	1,20	0,63	0,49	260
Tercerola. .	0,90	0,65	0,49	160
Cuarterola. .	0,79	0,56	0,42	129

Toda esta vasigeria que se hacia de madera de roble zunchándola con flejes de flejes de hierro era impropia para la conservacion del agua pues al cabo de cierto tiempo se apoderaba esta de las sustancias orgánicas que la hacian entrar en putrefaccion. De aqui la necesidad de tomar algunas precauciones al emplear vasijas nuevas. Los procedimientos que para conservar el agua han producido mejores resultados son cuatro principales; carbonizar las pipas interiormeute, darles una pintura compuesta de una parte de brea grasa y cuatro de brea seca, esponerlas á recibir vapores sulfurosos quemando en su interior pedazos de azufre y por último lavarlas con una lechada de cal.

El agua se colocaba siempre en la bodega estivando las vasigas por andanas que iban de mayor á menor por órden de dimensiones, alquitranando la primera con el objeto de que la humedad de los fondos del buque no alterase dichas vasijas. Para llenarlas, ó bien se desembarcaban ó bien se atracaba al costado del buque una lancha forrada de plomo y llena de agua llamada *algibe* desde el cual se trasvasaba por medio de un bombillo con una manguera de cuero ó de lona á los diferentes recipientes.

En 1805 el general inglés Bentham propuso reemplazar la piperia por cajas de madera forradas de hierro, pero como á los pocos años construyese Dickenson otras formadas solamente de planchas de hierro y produjesen resultados satisfactorios, todas las marinas empezaron á usarlas y son hoy dia el único medio admitido de conservar el agua dulce.

Las formas que nosotros damos á esas cajas ó *algibes* (Fig. 455) son muy variadas dependiendo del espacio disponible y de las formas de la parte de la bodega en que deben colocarse; asi unos algibes tienen la forma de un buque y paralelecipado llamándose entonces *cubos* otros son prismas de base trapezoidal y se llaman *trapecios* y algunos tienen caras curvas para adaptarse á la superficie interior del buque. En la cara alta de los algibes se practica una abertura capaz de dar paso á un hombre que pueda limpiarlos interiormente siendo susceptible de cerrarse por una tapa de hierro que ajusta hermeticamente y ademas tiene otro orificio donde se adapta la manguera de una bomba de estraccion.

El inconveniente que se achacaba en un principio al empleo de los algibes era el de oxidarse con facilidad y de costar mucho mas que las vasijas de madera, pero la ventaja de conservar mejor el agua y de acomodarse ó estivarse mejor han hecho que se les diese la preferencia. Para preservarlos de la oxidacion se ha empleade el alquitran mineral dado en caliente ó una disolucion de ladrillo en aceite de oliva; nosotros sin embargo no hacemos mas que pintarlos esteriormente con pintura de aceite de linaza y minio. En cuanto á las objeciones que se han presentado con respecto á la poca salubridad del agua cargada de óxido de hierro varios médicos acreditados entre ellos el Dr. Fonsagrives opinan que conocidas las propiedades reparadoras del hierro y sus sales, no solo no es perjudicial el agua de los modernos algibes sino que al contrario es provechoso sobre todo para las navegaciones en climas calidos donde las pér-

didas vitales son considerables. A pesar de es'o, ya sea por la economía que resulta en impedir la oxidacion interior de las cajas ó ya para quitar el mal gusto al agua ferruginosa, en nuestra marina se da à los algibes una pintura interior de cal,

El número de capacidad y los algibes que debe llevar un buque dependen de la dotacion de este; asi es que llamando n el número de plazas, como á cada hombre le corresponde segun ordenanza 4 cuartillos diarios y 6 para oficiales ycomo se calculaba que las navegaciones mas largas no podian pasar de seis meses es evidente que la cantidad de agua necesaria seria $4a + 6b$ llamando a y b al número de marineros y oficiales la cual conocida no habia mas que repartirla en algibes de dimensiones adecuadas al espacio disponible.

Con los destiladores no es necesario hoy hacer tanta aguada asi es que no suele llevarse aguada para mas de 40 dias ni se escasea el agua á la gente.

Los franceses tienen establecidos tres modelos reglamentarios para los algibes de la manera siguiente:

	Cabida.	Altura.	Base.	Peso.
	litros.	*metros.*	*metros.*	*kilógram.*
Modelo núm 1	3000	1,93	1,29²	489
id. núm. 2	2000	1,29	1,29²	365
id. núm. 3	1000	1,04	1,04²	255

324. Condiciones higienicas de los buques. Ventilacion natural y artificial; Ventiladores.—Las emanaciones continuas de tanta gente encerrada en un espacio relativamente pequeño como el de que se dispone en un buque, las fermentaciones naturales de las maderas de los fondos espuestas á una humedad constante y las que esperimentan los diferentes víveres estivados ordinariamente en sitios donde el aire se renueva con dificultad han sido y siguen siendo la causa de la mayor parte de las enfermedades que ó tienen por resultado la muerte prematura de la gente de mar ó les proporciona una vida triste y mas corta que la que tendrian colocada en mejores condiciones.

La ventilacion de los buques es pues uno de los problemas á cuya resolucion deben dirigirse todos los esfuerzos del ingeniero por la gran importancia que tiene bajo todos los puntos de vista que se considere.

En los buques antiguos, cuando se navegaba con buen tiempo, la ventilacion era casi suficiente teniendo abiertas las portas de la batería y las portillas de luz del sollado, pero para las cubiertas inmediatamente inferiores sumergidas ya en el agua y en comunicacion con el aire esterior únicamente por las escotillas, se establecian las *mangueras de ventilacion* reduci-

das à una especie de tubos ó chimeneas de lona (Fig. 456) que partiendo de dichas cubiertas salian por encima de la de alcázar. Mas en el caso de tener que cerrar la porteria, era preciso colocar nuevas mangueras que partiesen del sollado y de la bateria lo cual no era del todo suficiente y lo mismo sucede en los actuales buques blindados que careciendo de portillas de luz y teniendo menos portas, puesto que con el mayor calibre de las piezas se ha disminuido su número, se encuentran en tan malas condiciones de salubridad que en algunos como la fragata francesa *Normandie* pereció casi toda la tripulacion al llegar á Méjico.

Para evitar tan lamentables siniestros se han colocado despues á bordo de los buques, *ventiladores mecánicos* dispuestos de manera que estableciesen una corriente continua de aire dentro de varios tubos que circulando por todas las partes de dicho buque lo renovasen entrando por unos registros ó aberturas practicadas en ellos.

Como ejemplo de ventiladores citarémos el de nuestra fragata *Numancia* por los buenos resultados que ha producido.

Se reduce (Fig. 457) á una caja cilindrica de hierro de poca altura y de eje horizontal dentro de la cual gira una rueda de paletas que aspirando el aire por un tubo lo espulsa por una abertura á la chimenea de la máquina. El tubo aspirador se ramifica por todo el buque teniendo en su trayecto varios registros formados (Fig. 458) por unos discos de metal que tienen unas aberturas de forma de sector circular las cuales pueden cerrarse mas ó ménos con otro disco concéntrico é igual al anterior movido por un boton fijo en su centro.

El ventilador que acabamos de describir esta puesto en movimiento por una máquina de vapor auxiliar ó por el caballo alimenticio de la máquina del buque.

Los norte-americanos han empleado tambien los ventiladores de bomba en algunos buques y en otros han aprovechado el tiro forzado de la chimenea de las calderas por medio de un chorro de vapor para establecer la aspiracion en los tubos de ventilacion.

En la cámara de las máquinas donde se necesita una gran cantidad de aire no solo para la combustion sino para la respiracion de los fogoneros se establecen mangueras de ventilacion (Fig. 459) formadas con planchas de hierro forjado con lo cual se consigue tener una corriente continua de aire frio que viene á hacer mas llevadero el penoso trabajo de la gente de maquina.

325. Bombas de los buques y su instalacion.—Como por perfecto que sea el calafateo nunca el buque queda completamente estanco y como aun cuando sucediera asi al salir de puerto por efecto del desligamiento del maderamen, producido por los diferentes y constantes esfuerzos á que está sujeto, se podria presentar una vía de agua, es necesario tener un sistema de bombas que llegando á la *sentina* ó canal donde se reunen las aguas, esté en disposicion de absorverlas arrojándolas á la mar.

Además de lo espuesto, con el objeto de estar prevenidos para el caso del

abrirse una via de agua de consideracion por efecto de una varada ó golpe de mar fuerte ó ya de un balazo recibido en un combate, llevaban los antiguos dos bombas aspirantes llamadas *bombas reales* las cuales eran de grandes dimensiones é iban arrimadas al palo mayor de manera que sus tubos aspiradores terminaban en una caja llamada *caja de bombas* que rodeaba á dicho palo y á la cual concurrian todas las aguas de la sentina.

En los modernos buques de vapor se hace la estraccion del agua de la sentina por medio de dos bombas movidas por la máquina misma pero no por eso se han suprimido las bombas reales que se mueven aplicando la fuerza del hombre á una rueda ó cigueñal.

Pocas son las reformas que en muchos años se han introducido en las bombas de achique de la sentina siendo asi que no solo su importancia lo reclamaba sino que eran necesarias puesto que tenian el grave defecto de dejar de funcionar muchas veces, sobre todo cuando á pesar de terminar los tubos de aspiracion en una rejilla se entorpecian las válvulas con el barro y cuerpos estraños que en ella se acumulaban.

Las bombas de Letestu (Fig. 460) han venido á corregir este defecto disminuyendo al propio tiempo las resistencias pasivas puesto que sus embolos no tienen un rozamiento tan grande como los de las antiguas.

Difieren estas bombas de las antiguas principalmente en el embolo que es de figura cónica y lleno de agujeros, análogamente á una rejilla, cubiertos interiormente con un forro de cuero el cual al penetrar el agua con la arena se adapta perfectamente al vàstago del embolo, acumulándose en el fondo de este la basura la cual no puede impedir el perfecto ajuste del cuero sobre la rejilla y el cuerpo de bomba.

Los principales inconvenientes que presentan estas bombas es la necesidad de *cebarlas*, es decir, de llenarlas de agua antes de funcionar á fin de que su peso haga adaptar el cuero que por la falta de uso se haya resecado ó endurecido; por esta razon conviene tener las válvulas siempre engrasadas para que no pierdan su flexibilidad.

La marina francesa no usa actualmente otras bombas que las del sistema que acabamos de describir puesto que son reglamentarias y nosotros empezamos á usarlas en algunos buques aunque hasta ahora hemos usado las inglesas de Danton las cuales son de embolo macizo.

Las modernas bombas centrifugas de Appold han venido á sustituir con ventaja las antiguas aspirantes puesto que no solo pueden espulsar mas agua en un tiempo dado sino que estan exentas del inconveniente gravisimo de entorpecerse con el barro como sucedia con las bombas antiguas.

Las bombas centrifugas reducidas à una especie de ventilador de agua, si asi podemos espresarnos, no estan todavia en uso en nuestra marina acaso porque su funcionamiento exige una máquina auxiliar ó consumir parte del esfuerzo propulsor del buque.

Ademàs de las bombas reales se llevan en los buques las bombas de

incendio, que sirven no solo para apagar el fuego sino que se destinan á rociar la arboladura cuando se reseca mucho en los fuertes calores.

Finalmente se llevan á bordo algunos bombillos de mano y portátiles para los baldeos y se instala á proa de la bateria otra para los lavados de la cocina ó para llenar los depósitos de los jardines.

REPARTIMIENTOS INTERIORES.

LECCION 36.

326. DE LOS OBJETOS QUE NECESITA LLEVAR UN BUQUE DE GUERRA; ESPONENTE DE CARGA.—Considerado un buque de guerra como una fortaleza flotante exige llevar consigo todos los objetos necesarios para cumplir con las condiciones á que se destina y si se tiene en cuenta que ademas es necesario que cambie de posicion en el líquido en que flota, necesita algun aparato locomotor dispuesto de tal manera que al proporcionarle la suficiente velocidad en la marcha para alcanzar al enemigo, presente la mayor seguridad posible no solo bajo el punto de vista de su invulnerabilidad con respecto á los proyectiles sino para luchar con el terrible elemento en el cual está destinado á vivir.

De ahí se deduce que los objetos que debe llevar todo buque de guerra y que constituyen su *armamento* se pueden dividir en tres grupos principales:

1.° Artillería y municiones.

2.° Víveres y utensilios necesarios para la vida de la tripulacion.

3.° Arboladura, velamen y jarcia para los buques de vela y máquina, si el buque es de vapor, con las piezas de *respeto* necesarias para sustituir las que se destruyan en una navegacion, ya correspondan al propulsor movido por el viento, ya al de vapor.

Conocido el número de piezas que debe montar un buque y su calibre igualmente que su aparejo y la fuerza de la máquina si es de vapor, tendremos ya determinado los diferentes pesos de los objetos ya indicados que

constituyen el armamento y que en conjunto forman lo que se llama el *esponente de carga* el cual sumado con el peso del buque debe ser igual la desplazamiento.

En efecto los reglamentos de dotacion establecen con arreglo á la importancia del buque el número de individuos de que se compone la plana mayor ó sean los jefes y oficiales, los maquinistas y contramaestres, maestranza, dependientes de máquinas, prácticantes de cirugia, dependientes de víveres, condestables, cabos de cañon, infantería de marina y marinería y por lo tanto se puede conocer el peso por cada hombre incluyendo los víveres necesarios para tres meses que es lo que mas se suele llevar, su ropa y demas utensilios.

Determinado tambien el número de tiros que cada pieza de artillería debe llevar el cual suele ser ordinariamente de 200, es evidente que podremos conocer su peso y finalmente conocido el aparejo tambien será fácil calcular el peso completo, lo mismo que el de la maquina con sus calderas llenas de agua y el del carbon necesario.

327. De la estiva y condiciones á que debe satisfacer.—La colocacion y distribucion à bordo de los diferentes pesos designada con el nombre de *estiva* no puede hacerse de una manera arbitraria sino que debe satisfacer á varias condiciones á cual mas importantes como son: las militares, higienicas y marineras.

Las primeras quedarán satisfechas bajo el punto de vista de la reparticion interior colocando la artillería de manera que pueda maniobrar con desahogo en todos tiempos y haciendo que el servicio de las municiones sea el mas rápido posible y que, al estar completamente al abrigo, permanezcan siempre en buen estado de conservacion.

En cuanto á las segundas deberemos tener cuidado de que los víveres no sufran alteraciones perjudiciales à la salud, que los enfermos ó heridos esten en sitio resguardado al mismo tiempo que ventilado procurando dar esta misma ventilacion en todos los sitios del buque que por sus condiciones especiales lo necesiten.

De nada serviria finalmente que el buque pudiese batirse y que su tripulacion estuviese en el mejor estado de salud y de vida si no pudiese navegar con toda seguridad ni sus condiciones de marcha fuesen las necesarias por lo cual es indudable que lo primero á que debemos atender es á satisfacer y mejorar las condiciones de estabilidad y velocidad.

328. De la estiva del buque bajo el punto de vista de la estabilidad y del maximo andar.—Si suponemos un buque de vela navegando en mar tranquila ya sabemos (69) que la inclinacion depende de la relacion entre los momentos de velamen y de estabilidad de manera que si queremos conservar una inclinacion que no sea muy grande á fin de poder poner en juego la artillería y de no zozobrar, no tendremos mas que disponer de dichos momentos de una manera conveniente. En el caso que el viento au-

mente será necesario disminuir la superficie de velamen y si de esta disminucion resultase un perjuicio á la marcha del buque entonces podremos disponer del momento de estabilidad; pero como este tiene por valor $P\ (r-a)$, y como r es constante puesto que depende de las formas del buque, es evidente que solo podrà modificarse variando a, es decir, elevando ó bajando el centro de gravedad segun convenga.

Vemos pues que las cualidades náuticas ó marineras del buque dependen principalmente de la posicion del centro de gravedad la cual siendo consecuencia de la estiva asigna á esta una importancia mas notable de lo que à primera vista aparece.

La altura del centro de gravedad sobre la quilla podria determinarse tomando los momentos con relacion à la quilla de todos los pesos que constituyen el armamento y del casco despues de conocidos los centros de gravedad de todos ellos; pero esto que es un problema de facilisima resolucion en teoría puede dar lugar á grandes errores en la práctica: además es preciso taner en cuenta que llevándose en el buque pesos variables como son los víveres, aguada, carbon, etc, dicho centro de gravedad no conservará siempre la misma posicion produciendo por consiguiente en el buque propiedades diversas que podrán muchas veces ser perjudiciales á la navegacion. Para corregir la elevacion del centro de gravedad durante el consumo de los víveres se puede hacer uso del lastre variándolo de posicion, lo que se llama *romanear los pesos* hasta obtener los resultados apetecidos aunque entre limites muy pequeños. En resumen no puede darse ninguna regla fija para determinar con exactitud la determinacion de los elementos principales de la estabilidad y únicamente deberemos atenernos à los que la práctica ha dado como buenos y arreglar la estiva de manera que nos dé con aproxlmacion estos resultados. Asi se ha fijado ya que para obtener buques de vela de buenas condiciones es preciso que $r-a$ difiera poco de 1,^{m}30 y que la relacion entre los momentos de velamen y estabilidad esté comprendida entre 0,065 y 0,075.

En los buques de vapor de ruedas las condiciones son diferentes puesto que estando destinados á marchar al vapor tienen únicamente una arboladura auxiliar, que solo emplean en los casos de faltar el carbon ó de avería en la máquina. Por esta razon la estabilidad debe ser solo la suficiente para que los balances no sean demasiado grandes, condicion que estudiaremos mas adelante, ya que el momento de velámen tiene poca influencia, de manera que en este caso el valor de $r-a$ puede aproximarse à 0.^{m}80.

Para los buques de hélice que deben marchar à vela y á màquina el problema es mas difícil puesto que despues de agotado el carbon es preciso que el buque tenga la estabilidad suficiente para aguantar un velámen tan poderoso como el de los buques de vela. Esto se consigue por medio del lastre ó bien haciendo estancas las carboneras y llenándolas de agua co-

mo hicieron los franceses con el Napoleon lo cual no se ha repetido en ningun buque por los inconvenientes que son fáciles de concebir á primera vista. En esta clase de buques será necesario calcular la estabilidad en el caso de tener un armamento completo y en el de tener consumidos los víveres y carbon procurando que el valor de $r—a$ se apróxime á 1,60 y á 1,^{m}20 respectivamente. En cuanto al velámen, haremos que su momento guarde con el de estabilidad un valor comprendido entre 0,07 y 0,08.

No basta estudiar la posicion del centro de gravedad en sentido de la altura sino que es preciso colocarlo á proa ó á popa de la perpendicular del medio la cantidad conveniente para obtener una diferencia de calados susceptible de colocar al buque en condiciones favorables de marcha.

Los buques deben siempre navegar con mas calado en popa que en proa pues si sucediera lo contrario (Fig. 461) los filetes líquidos que se escapasen segun la horizontal AB producirian remolinos debajo de los fondos que aumentarian la resistencia á la marcha y si bien, haciendo la quilla paralela á la flotacion, parece á primera vista que se evitaria el inconveniente indicado, como hay que contar siempre con que el buque tenga algun quebranto, en este caso tropezariamos con la misma dificultad por cuya razon es necesario siempre dar á popa del buqde un calado mayor que á proa. Esto supuesto, el centro de gravedad y el de obra viva no estarán sobre una perpendicular á la quilla aunque si en una misma vertical en el caso de equilibrio.

Para determinar la distancia del centro de gravedad (Fig. 462) á la perpendicular á la quilla que pasa por el centro de obra viva, observaremos que debe existir para un ángulo ϕ la relacion

$$Pp=P(R-a)\phi$$

y espresando ϕ en funcion de los calados estremos, tendrémos:

$$p=(R-a)\frac{T-t}{E}$$

en cuya fórmula E representa la eslora y R y a, los elementos de estabilidad longitudinal.

Determinada esta distancia, será preciso colocar los pesos de manera que el centro de gravedad esté en la posicion calculada, lo cual podremos hacer por comparacion ó por el método de los momentos, en cuyo caso es preciso fijar la posicion del centro de gravedad del casco ó sea del buque en rosca.

Para esto, conocido el centro de obra viva c para una flotacion FL paral ela á la quilla, podremos calcular la distancia cc' que nos fijará el centro de obra viva c' correspondiente á la nueva flotacion $F'L'$ valiéndonos de la escala de Bonjean. Enseguida observaremos que trazando la recta $c'd$ perpéndicular, $F'L', go=p$ tendrá por valor

$$do-dg=do-a\,\mathrm{sen}\,\phi.$$

Finalmente añadiremos que la posicion del centro de gravedad será variable á causa del consumo de carbon, víveres, etc., pero podriamos disponer del lastre volante y de la artilleria para llegar siempre á una buena marcha y á mejorar la estabilidad.

329. Teoria de los movimientos de balance.—Para determinar las condiciones de estabilidad de un buque hemos supuesto que flotaba en una mar tranquila y hemos visto tambien que estando dichas condiciones satisfechas volvia à tomar su posicion primitiva despues de haberse inclinado de un ángulo dado pero como para que esto suceda es preciso que efectue una serie de osislaciones las cuales pueden ser de diferente amplitud y de distinta duracion segun la inercia del buque, se deduce de ahì que es necesario además examinar estas condiciones de movimiento cuyo estudio constituye lo que se puede llamar la *estabilidad dinàmica* del buque. En efecto, bien pudiera suceder que encontrándose este con una estabilidad suficiente bajo el punto de vista estático, la amplitud y duracion de sus oscilaciones fuese tal que la navegacion resultase peligrosa ó que además de hacerse la vida de á bordo demasiado penosa fuese imposible toda maniobra.

Las oscilaciones del buque efectuándose ordinariamente al rededor de uno de sus ejes, el perpendicular al plano diámetral ó el perpendicular al transversal, resultando como sabemos los llamados movimientos de cabezada y balance, vamos á estudiar las circunstancias de estos movimientos de cabezada y balance empezando por el de balance.

Imaginemos un buque flotando sobre una *mar de leva* cuya inclinacion esté representada por $F''L''$ (Fig. 463) y supongamos para mas sencillez que el eje longitudinal sea paralelo al de la ola, de manera que $F''L''$ represente el plano de flotacion efectiva; sea H el ángulo de la ola con el horizonte FL; R el ángulo que el eje oz del buque forma con la vertical del lugar; $F'L'$ la flotacion perpéndicular al plano diámetral que forma con la FL un ángulo R; G el centro de gravedad del buque y o el centro de obra viva correspondiennte á la flotacion $F'L'$

Ahora bien; puesto que $F''L''$ es la flotacion actual el centro de obra viva pasará à o' y el buque estará solicitado por dos fuerzas P y P' iguales y contrarias dirigidas verticalmente y aplicadas en G y o' las cuales producirán un par que tiende á hacer inclinar al buque en la direccion $F''L'$ y cuyo brazo de palanca será la distancia comprendida entre dichas fuerzas.

Si por el punto o' trazamos una perpendicular á la flotacion $F''L''$ encontrará al eje oz en un punto m que sabemos será el metacentro y si suponemos qne el ángulo R no pase de 20.° podremos establecer que $om = ?$ sea igual á $o'm$.

Tirando ahora desde m una perpendicular à la recta o' P' el par que hemos considerado si representamos por d la distancia Gm, sera:

$$P \times KK' = P(mK' - mK) = P\,[(a+d)\,\overline{\text{sen}}H - d\,\text{sen}R] \quad (1)$$

Supongamos en primer lugar al buque vertical y sometido á la accion

de una ola inclinada sobre el horizonte un ángulo H; entónces $R=o$ y el par que tiende á inclinarlo en el mismo sentido que la ola será:

$$P(a+d)\,\text{sen}H = P\rho\,\text{sen}H \quad (2)$$

valor que depende del ángulo de inclinacion de la ola y del radio metacéntrico, funcion solamente de las formas del buque cualquiera que sea la posicion del centro de gravedad. Este par disminuirá de intensidad à medida que el buque obedezca á la ola y su valor vendrá dado por la fórmula (1)

Cuando el eje oz sea normal á la ola se tendrá $R = H$ y la espresion del par de inclinacion se reducirá á

$$P a \,\text{sen}H \quad (3)$$

El buque continuará inclinándose del lado de la ola y la flotacion $F''L''$ normal al eje pasará por debajo del plano $F''L''$ (Fig. 464).

En este nuevo período de la oscilacion los valores del par de inclinacion están siempre dados por la fórmula (1) y el buque se detendrá cuando este valor sea nulo en cuyo caso

$$(a+d)\,\text{sen}H = d\,\text{sen}R$$

ó bien:

$$\text{sen}R = \left(\frac{a}{d}+1\right)\text{sen}H \quad (4)$$

lo que demuestra que el seno del ángulo de inclinacion en el balance sobre un costado es igual al seno del ángulo de inclinacion de la ola multiplicado por la relacion $\left(\frac{a}{d}+1\right)$

En fin si se supone que teniendo todavía el eje del buque la direccion oz, la ola tome una direccion simetrica, el valor del par de inclinacion será:

$$P(a+d)\text{sen}H + \text{sen}R \quad (5)$$

y entonces el buque tomará un balance hacia el costado opuesto.

Las fórmulas 2, 3, 4, y 5, nos dicen que para un mismo valor de d las fuerzas aceleratrices del balance y las amplitudes de este aumentan con a: por consiguiente si se aumenta a permaneciendo d constante los balances adquirirán mayor amplitud y rápidez.

Lo propio sucederá si a y d aumentan en una misma relacion pero si suponiendo a constante aumentasemos á d entónces disminuiria la amplitud haciéndose mas rápidos los balances.

Si se quiere que el buque reuna las dos condiciones de poca amplitud en los balances y suavidad en los movimientos, es evidente que será necesario reducir al mìnimo la cantidad $\left(\frac{a}{d}+1\right)$

En resúmen dependiendo la rápidez del balance del valor de ρ y la amplitud de la relacion $\frac{\rho}{\rho - a}$, nos valdrémos de esta relacion para prevenir las cualidades del buque despues de dejar satisfechas favorablemente las condiciones estáticas lo cual se tendrá asegurado dando á $P(\rho - a)$ un valor conveniente para contrabalancear el momento de velamen.

330. Duracion de las oscilaciones en los balances.—Hasta aqui hemos estudiado los movimientos de balance como producidos únicamente por la inclinacion de las olas y por la accion de los pares de estabilidad; ahora es necesario que tengamos en cuenta la influencia que pueden ejercer la inercia de las masas sobre la duracion del movimiento, para lo cual si consideramos al buque separado de su posicion de equilibrio de un ángulo θ y en un agua tranquila, es evidente que oscilará al rededor de un eje horizontal que pasará por el centro de gravedad, tendiendo á conservar su eje vertical en virtud del par de estabilidad $Pd\theta$.

Pero como durante la oscilacion, el buque está sujeto à las fuerzas de inercia correspondientes á su masa cuyas componentes tangencial y centrífuga tendrán por valores $\Sigma r \delta m \frac{\delta\omega}{\delta t}$ y $\Sigma r \delta m \frac{\delta\omega}{\delta t}$ respectivamente y en los cuales r representa la distancia del punto en que actua la masa δm al centro de gravedad y ω la velocidad angular, no tendremos mas que tomar los momentos con relacion al centro de gravedad lo que nos darà la espresion:

$$Pd\theta + \Sigma \delta m r^2 \frac{\delta\omega}{\delta t} = 0$$

la cual despues de poner en lugar de ω su valor $\frac{\delta\theta}{\delta t}$ representa la ecuacion del péndulo simple cuya longitud seria $g \times \frac{\Sigma r^2 \delta m}{Pd}$ y como sabemos que la duracion de las oscilaciones del péndulo siempre es $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, tendrémos en el caso que consideramos,

$$t = \pi \sqrt{\frac{\Sigma r^2 \delta m}{Pd}} \qquad (6)$$

Esta fórmula nos dice que para una misma amplitud, los balances tienen una duracion tanto mayor cuanto mayor es el momento de inercia de la masa del buque ó tambien que aumenta dicha duracion à medida que disminuye el par de estabilidad.

En el caso de necesitar mucha duracion en las oscilaciones, vemos que podrá conseguirse separando las grandes masas del plano diámetral y disminuir la estabilidad; pero como quiera que esto no sea conveniente en mu-

chas ocasiones, se deduce de ahi que armonizando las dos variables po-dremos llegar à buenos resultados.

Lo que hemos dicho del movimiento de balance podriamos aplicarlo al de cabezada pero atendiendo á que en este caso el eje de giro es perpendicular á la inclinacion de la ola, de lo cual resulta que la proa esta espuesta al choque de las olas con tanta mayor intensidad cuanto mayor es la inmersion, se deduce de ahi que lo conveniente serà disminuir la oscilacion en este movimiento acumulando las masas en el centro del buque en el sentido de proa á popa lo cual esta de acuerdo con los resultados obtenidos por la esperiencia.

331. Teoria moderna del balance de Mr. Krantz.—La teoría del balance que acabamos de exponer debida al distinguido ingeniero de la marina francesa Mr. Dupuy de Lome ha caido en defecto al aplicarla á los buques blindados por no haber tenido en cuenta algunas circunstancias que eran de poco interés cuando se trataba de un buque de madera puesto que en este caso dicha teoria se apróximaba á la verdad. En efecto; el factor $\left(\frac{a}{d} + 1\right)$ del cual depende la amplitud del balance nos dice que este disminuye bajando el centro de gravedad y la fórmula (6) nos indica tambien que la duracion de las oscilaciones disminuye con el momento de estabilidad: pero como al hacer las esperiencias con la fragata blindada francesa *Gloire* se observase que los balances eran muy rápidos y de gran amplitud, se bajaron los pesos para obtener mejores resultados de acuerdo con la que indicaba la teoría y apesar de esto la amplitud del balance fué aumentando que es lo contrario de lo que debia suceder. Entonces el gobierno dispuso en 1863 que se hicieran esperiencias con una escuadra compuesta de buques blindados y de madera de las cuales resultó que á medida qne en los primeros buques, es decir, en los blindados se aumentaba la distancia del metácentro al centro de gravedad los balances eran mas vivos y de mayor amplitud y que al elevar los pesos en la fragata blindada *Normandie* se habia aumentado la duracion de los balances pero disminuido su amplitud.

Despues de esto, habiendo hecho la escuadra inglesa idénticas observaciones se ha venido á deducir, y se concibe facilmente, que la diferencia notable de las fuerzas de inercia de los buques modernos relativamente á las de los antiguos debia influir poderosamente en el resultado y que estando en cierta manera fija para cada buque la posicion de las grandes masas como el blindage y artillería era necesario variar el centro de gravedad de un modo distinto á lo practicado en los buques antiguos para llegar á obtenerlos de las mismas condiciones de estabilidad dinámica que estos.

Vemos pues que de hoy mas la importancia de la estiva ha aumentado en tal alto grado que Mr. Krantz capitan de navio de la armada francesa propone ya fijar la posicion mas conveniente del centro de gravedad para

obtener mejores condiciones de balance pues los de primeros buques blindados eran, ó muy bruscos, en cuyo caso estaban espuestos á *desarbolar*, ó tenian mucha amplitud con peligro de la tripulacion, sobre todo si al elevar el centro de gravedad se habia disminuido la estabilidad.

Para ver como Mr. Krantz resuelve el problema supongamos qne en un momento dado actue sobre el costado de un buque una fuerza instantànea F que puede ser el choque de una ola y que sea D la distancia de esta fuerza al centro de gravedad G al rededor del cual se verifica el movimiento que se origina.

Para determinar la amplitud del movimiento verificado durante un tiompo t no tenemos mas que asimilarlo á un movimiento pendular cuya velocidad V serà igual á vl siendo l la longitud del péndulo simple y $v=\frac{FD}{\Sigma r^2 dm}$ la velocidad de la fuerza F. Pero la fuerza del movimiento pendular del buque siendo

$$t=\pi\sqrt{\frac{\Sigma r^2 \delta m}{Pd}}$$

y la del péndulo simple síncrono con él

$$t=\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

se deduce

$$l=\frac{r^2}{d}$$

de manera que se tendrà

$$V=\frac{FD}{Md} \quad (1)$$

en cuya espresion M representa la masa total.

Si en la fórmula (1) sustituimos en lugar dè V su valor en funcion de la altura H debida à esa velocidad y al mismo tiempo determinamos la altura en funcion de la amplitud del balance lo que nos dará

$$V^2=2gH=2gl\,(1-\cos\theta)=4gl\,\mathrm{sen}^2\,\frac{1}{2}\,\theta$$

obtendremos esta amplitud que serà:

$$\mathrm{sen}^2\,\frac{1}{2}\,\theta=\frac{F^2D^2}{4M^2d^2gl} \quad (2)$$

Supongamos ahora que varie la estiva sin modificar el desplazamiento del buque, ni por consiguiente la masa M; el centro de gravedad pasará de la posicion G á la G' y ta distancia D será:

$$D' = D \pm i$$

y el valor de d se convertirá:

$$d' = d \pm i$$

Llamando l' la nueva longitud del péndulo simple y Mr'^2 el momento de inercia con relacion al nuevo centro G' el balance será diferente y tendremos:

$$\operatorname{sen}^2 \frac{1}{2}\theta' = \frac{F^2 D'^2}{4 M^2 d^2 g l'}$$

de manera que para hacer que el nnevo balance tenga menor amplitud será preciso que:

$$\operatorname{sen}^2 \frac{1}{2}\theta' < \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2}\theta$$

ó bien sustituyendo sus valores y simplificando:

$$\frac{D'^2}{d'^2 l'} < \frac{D^2}{d^2 l} \quad (3)$$

Vamos á discutir estos valores suponiendo siempre que el centro de gravedad haya subido.

En este caso es evidente que $D' = D - i$, $d' = l - i$ y si suponemos que la duracion del movimiento se ha conservado lo mismo, tendremos que l' será igual à l y por consiguiente la formula (3) se convierte despues de efectuar los càlculos en la

$$D^2 - \frac{2d^2 D}{2d - i} + \frac{id^2}{2d - i} < 0 \quad (4)$$

desigualdad que no puede subsistir si D es menor que d y mayor que $\frac{id}{2d-i}$, lo que nos dice que conservado la misma duracion en el balance no se puede disminuir la amplitud de este sin hacer que la direccion de la fuerza F esté mas cerca del centro de gravedad que la distancia d ó mas lejos que la cantidad $\frac{id}{2d-i}$

Si en lugar de suponer $l = l'$ se admitiese que $r' = r$ lo que equivaldria á suponer que los momentos de inercia con relacion á G y G' fuesen iguales, entónces se tendria sustituyendo en la fórmula (3) en lugar de l y l' sus valores $\frac{r'^2}{d'}$ y $\frac{r^2}{d}$ y despues de hacer $r' = r$

$$\frac{(D-i)^2}{d-i} < \frac{D^2}{d} \quad \text{ó bien} \quad D^2 - 2Dd + id < 0$$

lo que da los dos valores para D

$$D_1 < d + \sqrt{d^2 - id} \quad (5)$$

$$D_2 > d - \sqrt{d^2 - id} \quad (6)$$

los cuales nos indican que en esta hipotesis para obtener un balance de menor amplitud es necesario que D esté comprendido entre en D_1 y D_2

Hasta aquí hemos supuesto que el tiempo de duracion de los balances era siempre el mismo; pero como esto no es lo general entrarémos de nuevo en el estudio del problema suponiendo que no concurra esta circunstancia.

Entonces tendremos que siendo $t = t' \frac{t^2}{t'^2}$ la desigualdad (3) se convertirá en la

$$\frac{(D-i)^2}{(d-i)^2} < \frac{D^2 t'^2}{d^2 t}$$

ó bien:

$$D^2 - \frac{2id^2t^2}{d^2t^2 - d^2t'^2 - i^2t'^2 + 2dit'^2} D + \frac{i^2d^2t^2}{d^2t^2 - d^2t'^2 - i^2t'^2 + 2dit'^2} < 0 \quad (7)$$

cuyas raices son:

$$D_1 < \frac{it^2\ d^2 + idtt'\ (d-i)}{d^2t^2 - d^2t'^2 - i^2t'^2 + 2dit'^2} \quad (8)$$

$$D_2 > \frac{id^2t^2 - idtt'\ (d-i)}{d^2t^2 - d^2t'^2 - i^2t'^2 + 2dit'^2} \quad (9)$$

El denominador de estas espresiones debe suponerse positivo pues si no fuera asi deberia cambiarse el signo de las desigualdades y el valor de D no podria estar comprendido entre D_1 y D_2

De todas las cantidades que entran en las fórmulas precedentes solo nos es desconocida la distancia D que podremos determinar aproximadamente del modo siguiente: trazando (Fig. 465) desde los puntos de interseccion de las cuadernas con la flotacion normales à dichas cuadernas y bajando á estas normales perpendiculares desde el centro de gravedad tendremos las distancias correspondientes á cada cuaderna. Tomando luego una distancia que sea la media aritmetica entre todas ellas obtendremos el valor de D.

En el caso de estar el buque sujeto á golpes de mar de través, este valor será bastante aproximado al verdadero pero no sucederá asi cuando la mar sea de proa ó de popa; de manera que lo mas conveniente será calcular otros dos valores de D uno correspondiente al cuerpo de proa y otro al de popa y escoger el mas conveniente segun el estado de la mar,

Si examinamos atentamente lo que hasta aquí llevamos dicho observaremos que todas las fórmulas no sirven mas que para establecer comparaciones con buques ya esperimentados ó con un mismo buque en sus diver-

sas estivas puesto que desconocemos el valor de la fuerza perturbatriz *F* de la cual son funciones la amplitud y la duracion del balance.

Las formas de la obra muerta influyen tambien en el valor de *D* y por lo tanto en el movimiento de balance: en efecto; ni suponemos que los costados del buque son verticales y que el centro de gravedad de dicho buque esta en la flotacion, entonces *D* distará mucho de ser igual à cero, de manera que en el caso de no poder elevar ei centro de gravedad por la disposicion de los pesos tendremos que *cerrar el barco de bocas*, es decir, hacer que las cuadernas se vayan aproximando al plano diámetral á partir de la flotacion.

Al contrario, siempre que estando el barco ya construido esté abierto de bocas, entonces podremos considerar dos casos:

1.° Si ***D*** es mayor que *d* será preciso bajar el centro de gravedad aunque aumente *D*

2.° Si ***D*** es menor que *d* será necesario elevar dicho centro haciendo que *d* tenga el valor necesario para una buena estabilidad.

Entre las muchas y variadas formas de obras muertas que se han imaginado para que los buques blindados no sufriesen los molestos y peligrosos balances observados en la mayor parte de esta clase de observaciones, una de las mas importantes es la de los monitores americanos ***Monadnock*** y ***Miantonomoh*** imitada en parte por el célebre capitan Coles en su infortunado «*Captain.*» No nos detendremos aquì en examinar las causas que hayan podido producir la pérdida de este magnifico buque de la Armada Británica no solo porque esta siendo actualmente asunto de grandes discusiones en el Almirantazgo de aquella nacion, sino porque mas adelante al ocuparnos en especial de los buques blindados entraremos de lleno en la cuestion. Lo único que debemos aqui consignar es que los tres buques que hemos indicado permitiendo que las olas de menor altura cruzan su cubierta de una á otra banda, en virtud de la poca altura de obra muerta que tienen, hacen que no solo ***D*** sea menor sino que á causa de la menor superficie que presentan al choque de las olas sea *F* menor que en los buques de otros sistemas por cuya razon es evidente que los balances han de ser tambien mucho menores.

332. Indicador de balance.—Para determinar el ángulo de balance se lleva á bordo un péndulo ordinario cuyo punto de suspension està en el plano diámetral y en una escotilla; la estremidad de la varilla recorre un arco graduado al cual hay queestar mirando con atencion en el momento del balance. A fin de corregir los errores de apreciacion á que puede dar lugar este aparato el ex-maquinista de nuestra armada D. Vicente Tellado ha inventado un aparato que á la par que es sencillo no dejar de ser ingenioso.

El *indicador de balance y cabezada* de Tellado marca por si mismo el màximo balance verificado en un intérvalo de tiempo cualquiera por medio de un dado que se mueve en una ranura circular empujado por la aguja indicatriz fija al eje de suspension del péndulo. Para la cabezada tiene otra agu-

ja dispuesta análogamente y movida por un segundo péndulo unido al primero por medio de un sistema de engranages muy sencillo.

A pesar de todo, este indicador está sujeto á alguno, al mas capital de los errores de los primitivos indicadores pues el áugulo que marcan no es el verdadero porque al pasar de una posicion á otra, en virtud de la velocidad adquirida, esperimenta oscilaciones de mayor amplitud que las correspondientes a la inclinacion del buque. Por esta razon los ingleses en su campaña de esperiencias con la escuadra blindada se han valido del precedimiento siguiente: de un punto situado en el plano diámetral del buque se mira cual es el flechaste que se confunde con el horizonte al terminar el balance y entonces no tendrémos mas que determinar el ángulo de inclinacion que es uno de los elementos de un triángulo rectilíneo en el cual se conoce un lado y la direccion de otro ó sea un ángulo.

LECCION 37.

333. METODO EMPLEADO PARA LA DESCRIPCION DE LOS REPARTIMIENTOS INTERIORES DE UN BUQUE DE HELICE.—Despues de una serie de esperiencias hechas con el objeto de armonizar condiciones tan heterogeneas como son aquellas á que debe satisfacer un buque de guerra bajo el punto de vista de sus repartimientos interiores y de su estiva, por fin ya se habian llegado á obtener resultados satisfactorios y se establecieron reglamentos de armamento que fijaban la posicion de cada pertrecho de una manera invariable, pero la importante reforma introducida en los buques con la propulsion del vapor hizo necesario un nuevo estudio del problema puesto que se trataba ya no solo de introducir nuevas pesos sino de sustituir la posicion de algunos efectos como la de la máquina y calderas que en cierto modo no es susceptible de grandes variaciones.

Aqui podriamos entrar nosotros en el estudio de la reparticion de los buques de vela y al ver gradualmente las reformas que en ella se fueron estableciendo llegar á la descripcion de las disposiciones interiores de un buque moderno de vapor de hélice; pero en atencion á no construirse ya mas que buques de combate de esta última clase nos vemos obligados á no ocuparnos mas que de ellos esclusivamente fijándonos como tipo en una fragata de hélice y dejando como propio de un curso histórico de la construccion naval la reparticion de los antiguos navios de vela.

Para seguir un método ordenado y poder ver con mas claridad la disposicion de tantos y tan variados objetos como se colocan en un buque, empezaremos á describir sucesivamente los repartimientos de las diversas cubiertas empezando por la bodega y concluyendo por la cubierta alta.

334. Repartimientos de la bodega.—La bodega (Fig. 466 y 467) se puede considerar desde luego dividida lo mismo que el falso sollado en tres partes principales por medio de *mamparos* ó divisiones formados por grandes puntales de roble y forrados con tablazon de pino. La par e central constituye la cámara de la máquina y de las calderas: tanto una como las otras descansan sobre una plataforma (208) formada por los polines cuya cara superior debe procurarse constituya un plano horizontal con toda la rigidez necesaria para que con los grandes pesos que ha de soportar no se produzcan desnivelaciones en la máquina capaces de dar lugar á graves consecuencias.

Repartidas las calderas simetricamente á babor y á estribor debe procurarse quede entre el as el espacio necesario para que los fogoneros y paleros puedan trabajar con la mayor comodidad posible, condicion que quedará satisfecha con un *callejon de entre calderas* de unos 3 á 4 metros.

Las calderas descansan como hemos dicho sobre polines estando unidas entre si y á los costados del buque por medio de unos tirantes de hierro llamados *estais*; para evitar la radiacion ó pérdidas de calor se cubren por los costados y parte interior con tela de lona la cual se sujeta con un forro de madera de pino de dos ó tres centimetros de grueso. El espacio que queda entre las calderas y el costado del buque se destina á depósitos de carbon ó *carboneras*, las cuales están limitadas en sentido del puntal por la cubierta del sollado ó por la bateria y transversalmente por un mamparo formado por planchas de hierro remachadas entre si y unidas á la plataforma de la bodega y á la cubierta del sollado por hierros de ángulo. Los mamparos que forman las carboneras distan ordinariamente unos 50 ó 60 de la cara esterior de las calderas con objeto no solo de poder ser estas visitadas sino para evitar incendios, razon por la cual tambien se suele formar un piso de planchas levadizas de hierro fundido en el callejon de entre calderas.

Las carboneras se estienden desde el mamparo de proa que limita la cámara de las calderas hasta el mamparo de popa de la máquina aprovechando el espacio que queda á babor y estribor de esta última; para llenarlas se practican tanto en la cubierta del sollado como en la de la bateria unas gateras ó agugeros circulares llamados *boca carboneras* por dentro de las que se hace pasar una manguera de lona para el paso del carbon que se echa desde la bateria despues de haberlo introducido con cestas, sacos ó espuertas por una porta. Despues de tener las carboneras llenas se tapa la boca de las carboneras con un disco de fundicion que ajusta en una arandela del mismo metal fija en las cubiertas citadas. Para sacar el carbon de consumo se practica unas aberturas en los estremos de las carboneras y en la parte baja de los mamparos las cuales se cierran con una puerta de corredera tambien de hierro forjado.

Como al cabo de algun tiempo de funcionar las calderas se van reuniendo las cenizas en el callejon, se establece un ferro carril á lo largo de dicho callejon y á la altura conveniente para transportarla por medio de bal-

des de hierro hasta la base de un tubo ó manguera de ventilacion por donde suben à la cubierta aita valiéndose de un aparejo ó de un torno de vapor. Escusado es decir que asi como los baos del sollado son de hierro en la parte del buque de que nos ocupamos tambien se ponen de hierro forjado los puntales.

El mamparo de proa de las calderas suele aprovecharse la mayor parte de las veces para formar una de las paredes de las *cajas de cadenas* separando estas entre si por otro mamparo que coincide con el plano diámetral. Estas cajas que llegan hasta la cubierta del sollado estan construidas con cuatro puntales de roble de unos 13 centimetros de escuadria los cuales tienen practicados unos batientes en los que encajan los tablones que constituyen los costados.

El espacio comprendido entre la roda y la cámara de las calderas se destina á tres objetos principales que son: *aguada, pañol de pólvora* y *pañol del contramaesire* debiendo entenderse por la palabra pañol, que usarémos à menudo puesto que es término de marina, todo almacen ó depósito de algun pertrecho.

El pañol de pólvora que es uno de las que mas importancia tienen en un buque se dispone en la parte central con el objeto de quedar lo mas aislado posible no solo para prevenir un incendio sino tambien á fin de evitar la humedad que podria ser muy perjudicial para la pólvora si estuviese cerca de los costados en los cuales muchas veces puede presentarse una via de agua.

El pañol de pólvora esta formado por puntales de roble que llegan hasta la cubierta del sollado las cuales estan unidos entre si por un doble foro de madera colocado diagonalmente y en sentido contrario uno de otro. Se compone de dos partes ó mejor dicho esta dividido en dos compartimientos: el primero, llamado *ante-pañol*, se destina á la colocacion de la escala ó bajada de los que sirven los cartuchos por el escotillon el cual se cierra en tiempos normales con un cuartel de madera macizo y el segundo que es el pañol propiamente dicho.

Para pasar del ante-pañol al pañol hay una doble puerta de unos 70 centimetros de ancho cada una de las cuales lo mismo que el pañol están forradas interiormente con fieltro revestido con planchas de zinc ó plomo.

De esta manera puede el pañol llenarse de agua cuando se presente un incendio en sus inmediaciones y se corra peligro de explosion para lo cual se tiene establecido un tubo que comunica con el mar por medio de un tubo provisto de un grifo llamado *grifo de anegar* el pañol.

Como la luz natural no puede penetrar en el pañol se practica en el mamparo opuesto à la puerta de entrada una abertura la cual se cierra herméticamente con una lente convexa destinada á dar paso à los rayos luminosos proyectados por la *lantia*. La lantia es un farol ordiario provisto de su reflector correspondiente y colocado por fuera en una caja con su tubo ó chimenea que va á desembocar en la cubierta del sollado ó del falso sollado. En el interior del pañol de pólvora que se pinta de blanco para que haya mas

claridad se establecen estanterias con compartimientos iguales á las dimensiones de las cajas en que se lleva la pólvora teniendo cuidado de dejar unas gualderas á fin de que las cajas no puedan caerse en los balances. Las cajas ó *jarras* donde se lleva la pólvora sehacen de cobre cerrándolas con un disco de bronce ajustado hermeticamente en una arandela por medio de una barra giratoria del mismo meta la cual se hace firme con un tornillo de presion (Fig. 472)

Para sacar la pólvora del pañol se practica en la puerta del pañol ó en una de sus paredes una abertura circular á través de la cual se pasan los cartuchos los cuales se reciben desde el ante-pañol pasándolos á la cubierta, ya por el escotillon ó ya por unas gateras forradas con una bocina de laton y cerradas herme'icamente con un disco del mismo metal enroscado á dicha bocina. Los agujeros por donde se sacan los cartuchos del pañol están tapados con unas puertecillas que ajustan perfectamente formando unas verdaderas válvulas.

Muchas veces el pañol de pólvora va forrado esteriormente de plancha de hierro y su cubierta superior no llega hasta la del sollado dejando entre las dos una altura de 40 centimetros. Este espacio se suele aprovechar para colocar algunos efectos del contramaestre ó bien como hacen los franceses para practicar los *saca cartuchos* que van provistas de sus vàlvulas correspondientes para sacar por uno los cartuchos llenos y devolver por otro los vacios.

La parte de la bodega que queda á proa del pañol de pólvora se dedica á pañol de efectos del contramaestre para lo cual se establecen cajonadas ó estanterias que se cierran con puertas de celosia ó con rejilla de hierro.

Desde la cara de popa del pañol de pólvora hasta el mamparo de las calderas y el espacio que queda en los costados se destina á la aguada ó lo que es lo mismo á depositar los algibes. Debajo de estos algunas veces es necesario llevar lingotes para lastre con objeto de ser trasladados de un punto á otro lo que constituye el *lastre volante*. Estos lingotes no se apoyan inmediatamente sobre el forro de bodega sino que van sentados sobre unos barrotes de madera à fin de evitar aquel efecto galvánico que resultaria de su contacto con la perneria de cobre, se disponen en tongadas unas paralelas al plano diámetral y otras perpendicularmente hasta formar un plano sobre el que se colocan los algibes dejando un espacio á lo menos de 0,^{m}11 en el plano diámetral para formar el canal del agua. Los algibes no se colocan de manera que se toquen unos con otros sino que se se deja entre si unos 12 centímetros espacio que se rellena con madera algunas veces utilizable. Encima de ellos se forma la cubierta volante del falso sollados cuyos baos debe procurarse no caigan sobre las bocas de los algibes dejando entre ella y estos un espacio de 0^{m},40 ó 0^{m}50 á fin de poder bajar á limpiarlos. El espacio comprendido entre los baos de esta cubiertase va cerrando con esloras que forman los escotillones correspondientes à cada algibe los cuales se cubren con cuarteles que pueden levantarse por medio de unos cáncamos ó argollas.

El mamparo que determina el compartimiento de popa de la bodega no es continuo en el sentido transversal sino que queda cortado en el centro por otros dos colocados simetricamente al plano diámetral formando un callejon destinado á dar paso al eje de la hélice, reservando al mismo tiempo el espacio necesario para que los maquinistas puedan vigilarlo en toda su estension cuando sea preciso. El espacio comprendido entre el callejon, llamado *tunel* del eje, y los costados se reparte del modo siguiente: á proa y en la interseccion de los mamparos longitudinales y transversal, las cajas de cadenas de popa una á babor y otra à estribor, siguiendo despues los *pañoles de vino, los de granadas, el de arena y los de balas.*

En el pañol de vino se estivan las pipas en tongadas haciendo que la primera descanse encima de barrotes apoyados sobre el lastre y se baja á ella por cuarteles análogamente al pañol de aguada.

Las granadas que se llevan á bordo pueden estar cargadas ó descargadas; en el primer caso deberemos construir los pañoles del mismo y con iguales precauciones á las que hemos indicado para el de pólvora dándoles la capacidad correspondiente al calibre de las piezas y al número de tiros establecido. Para calcular las dimensiones del pañol de arena observaremos que necesitàndose 60 kilógramos por cubierta y por dia, tendremos el peso que haga falta en tres meses y por lo tanto deduciremos el volúmen sabiendo que en un metro cubico caben 1400 kilógramos.

335. Reparticiones del falsosollado.—En esta cubierta (Fig. 468) que como sabemos es discontínua por quedar interrumpida por la cámara de las màquinas y calderas se divide en dos partes; *falso sollado de proa y falso sollado de popa*. En la primera y á proa del pañol de pólvora, que como sabemos termina á 60 centimetros del sollado, se establece el pañol del contramaestre ò *pañol de velas* disponiendo estas en aparadores ó cajonadas bien ventiladas y colocando carreteles (Fig, 473) para que la jarcia se conserve bien. En este pañol y en las inmediaciones de la roda se construye por medio de un mamparo transversal un pequeño pañol destinado á guardar las pinturas y todo lo necesario à este objeto. A los costados del pañol de pólvora se forma un callejon para dar acceso no solo al pañol del contramaestre sino al de los operarios de maestranza embarcada como carpinteros, herreros, y al del condestable donde todos ellos tienen guardadas sus herramientas ó pertrechos. En uno de est s pañoles tanto á babor como á estribor se suelen tambien colocar los destiladores.

En la parte de popa del sollado se construye un pañol de pólvora con el objeto no solo de que los pesos estén mejor repartidos sino á fin de que el servicio de la artillería se encuentre en mejores condiciones que en los buques antiguos que no llevaban mas que el de proa.

Este pañol que es mas pequeño que el de proa esta comprendido entre las dos cubiertas del falso sollado y del sollado y se construye análogamente á aquel. El espacio que queda entre la cara de proa de este pañol y el

mamparo de la máquina se destina á la *despensa* la cual esta encima del pañol de viao En la despensa que es donde el maestro de víveres reparte diariamente las raciones debe haber varios juegos de baldes de varias formas llamados *gabetas, jarras, paneras y platos* (Fig. 474; 1, 2, 3 y 4) un juego de pesas con sus balanzas y las estanterias ó aparadores necesarios para la colocacion de los útiles destinados al objeto. En algunos buques se establece en la misma despensa un camarote para que el maestro de víveres pueda siempre estar al cuidado de lo que tiene á su cargo. Rodeando al pañol de pólvora vá tambien su callejon correspondiente por el cual se entra à los pañoles de pan y demas objetos que constituyen los víveres dejando uno ó dos para pañoles de granadas y formando un pequeño pañol á popa llamado de *mistos* que es donde se guardan los fulminantes para la artillería.

Con el objeto de poder calcular el espacio necesario para los pañoles de víveres y estudiar las condiciones de construccion, darémos á conocer la cantidad y calidad de lo que se necesita à bordo.

La *racion de armada* que no es otra cosa que el alimento necesario para cada uno de los tripulantes de un buque de guerra se puede subdividir en tres clases. La primera la forman la galleta, pan y todos los salados, la segunda las semillas secas ó menestras y la tercera los condimentos, el agua y el vino. La racion se divide en *ordinaria* y de *dieta*. La racion ordinaria y la de dieta, que son la de los tripulantes sanos y de los enfermos, segun esta mandado por Real órden de 26 de Setiembre de 1867, se compone de lo siguiente:

RACION ORDINARIA.

Pan fresco	690	gramos.
Galleta	460	«
Tocino	115	«
Menestra fina (*)	129	«
Idem ordinaria	86	«
Azúcar	43	«
Carbon mineral	460	«
Café	18	«
Pimiento molido	4	«
Pimienta negra	0 3	«
Clavos de especie	0,003	«
Canela	0,003	«
Sal	4	«
Vino	0,428	litros.
Vinagre	0,005	«

RACION DE DIETA.

Gallina	la cuarta parte de una.	
Bizcocho blanco	230	gramos.
Jamon	43	«
Arroz	58	«
Fideos	58	«
Azúcar	29	«
Chocolate	29	«
Sal	4	«
Carbon	230	«
Vino generoso	0,063	litros.

El número de raciones de dieta debe ser el 5 por °/₀ del total de las ordinarias segun el reglamento de 1807.

El pan fresco solo se dá dos dias á la semana en lugar de galleta y el carbon mineral se entiende que lo deben llevar para la cocina solo los buques de vela pues los de vapor consumen del de la máquina.

Los pañoles de pan, galleta y menestras que, como hemos dicho, van à popa del falso sollado rodeando al pañol de pólvora, deben construirse de manera que no sean accesibles á la humedad porque entonces la galleta y

(*) Se entiende por menestra fina el arroz y garbanzos y por ordinaria, las habas, judias y lentejas.

el pan entrarian en fermentacion y se perderian. Para evitar esto será conveniente dividir el espacio destinado al objeto en varios pañoles pequeños á fin de que si hay averia en uno de ellos no se propague à los otros; además se calafatea n todas las costuras perfectamente y despues de dar á todo el pañol una mano de brea y alquitran se forra de hoja de lata ó de plancha de hierro galvanizado. Cuando no se quiera hacer tanto gasto entonces basta con forrar de hojalata las aristas del pañol y alquitranar todas sus caras. Las puertas de estos pañoles se hacen de corredera y de unos 65 centimetros de ancho dejando los entrepaños superiores de celosia ó persiana para que haya vent ilacion. Necesitando los maquinistas un espacio para sus herramientas y para dedicarse á la composicion de las piezas que lo exijan, se toma la parte de proa del falso sollado de popa que està encima del unel para este objeto constituyendo asi el pañol y *trabajadero* del maquinista en los cuales se entra por la cámara de la máquina.

336. Reparticion del sollado. — La parte de proa del sollado (Fig. 469) se destina á la enfermeria en la cual se colocan varias camas colgadas en los baos (Fig. 475) para los enfermos y en la roda unas alacenas para guardar los instrumentos de cirugia, vendages etc. La enfermeria que esta separada del buque por un mamparo trasversal para dar acceso á ella tiene que tener el espacio suficiente para contener el número de enfermos que existan en tiempos normales que pueden calcularse en un 2 por % de la tripulacion fijándose en que las camas tienen 2 metros de largo por 90 centímetros de ancho y que debe dejarse entre ellas un espacio lo menos de 80 centímetros para la circulacion de los practicantes y para que el servicio sea cómodo. Además se suele tambien construir dentro de la enfermeria un baño de madera forrado con plancha de zinc ó plomo.

Saliendo de la enfermeria, se disponen simetricamente á babor y estribor la botica, el pañol del practicante, el camarote de este y los de los contramaestres, sargentos de infanteria de marina y condestables asi como la *reposteria* de todos ellos que no es mas que el depósito de sus víveres y vagilla. En la botica se establ ece una mesa con aparador al rededor de los mamparos que la limitan con cajones para las yerbas y productos de mas consumo colocando encima de estos aparadores unas alacenas con puertas de cristales dentro de las cuales se fijan estantes dobles con agujeros para que los tarros de medicinas no se caigan en los balances. Los camarotes de las *clases* deben tener su *litera* para dormir la cual se reduce á una gualdera de madera fija á los mamparos de proa y popa formando asi un cajon cuyo fondo lo constituye una lona rectàngular clavada por sus cuatro lados. Las dimensiones de las literas suelen ser de 2 metros de eslora quedando asi fija la del camarote por 0m,80 de manga á lo que se agrega 1m,60 para colocar una cómoda y otros efectos de los que los ocupan. Sin embargo estos camarotes no son todas iguales pues se hace de manera que las caras anteriores de todos ellos estan en un plano asi es que los de proa serán los mas estrechos. Las

puertas se hacen todas de corredera y con pasianas fijas en el entrepaño superior para que sean ventilados.

La reposteria se hace análogamente á la botica con la diferencia que las alacenas para las vagillas suelen no tener puertas.

A partir de los camarotes que acabamos de describir hasta la escotilla de la máquina se dispone en los costados tanto de babor como de estribor una estanteria llamada *cajonada* para los sacos donde la marinería guarda su ropa. La cajonada suele estar dividida en compartimientos cada uno de los cuales, puede contener los sacos de 10 hombres que componen un *rancho*. Para fijar el espacio necesario se calcula que cada hombre necesita una superficie vertical de 50 centimetros cuadrados y una profundidad de 80 centimetros. En algunes buques se cierra el compartimiento de cada rancho con una puerta por la parte superior á manera de arca y otros tienen una balaustrada de madera ó de hierro en la cara anterior. Debe procurarse además que à popa de la cajonada quede un espacio para otra pequeña cajonada destinada à colocar las mochilas de la infanteria de marina.

A popa de la escotilla de la máquina y á los costados de babor y estribor van los camarotes de maquinistas que en nada difieren de los de contramaestres y la reposteria de los mismos.

Finalmente la parte comprendida entre la cara de popa de la escotilla de la dispensa hasta el rabo de gallo se destina á cámara de oficiales separada de la de los máquinistas por nn mamparo transversal con sus puertas de entrada á dicha cámara. En esta se disponen á ambos costados los camarotes de los oficiales cada uno de los cuales lleva un rótulo de bronce con la designacion de la categoria del oficial que debe ocuparlo segun está dispuesto por el Almirantazgo.

Los camarotes de los oficiales son análogos á la de los máquinistas y clases y solo se distinguen por el moviliario y las pinturas de las maderas que los forman. El moviliario se compone ordinariamente de una cómoda con estanteria de caoba con puertas de cristales para los libros, de un aguamanil fijo en una esquina el cual lleva su palangana tambien fija con un caño en su fondo que va á salir por un costado, de una bombilla con suspension *Cordan* para alumbrarse y de una cortina para la puerta.

En el centro de la càmara se dispone una mesa para comer de las que se alargan llamadas *elàsticas* y un sofá y las sillas necesarias para los oficiales alojados en ella. Cuando la popa del buque por ser muy cerrada hace imposible establecer camarotes en el estremo se coloca un mamparo transversal formándose un pañol que puede servir para reposteria ó para los baules de los oficiales.

La reposteria de los oficiales suele ir muchas en la camara de maquinistas y al lado de la de guardia marinas. Estos alojan en la misma cámara de maquinistas pero á popa, es decir, tocando al mamparo de la cámara de oficiales.

La *camareta* de guardias marinas, que asi se llama su dormitorio, no de

be tener literas pues está mandado duerman en cois para acostumbrarse mejor á la vida del mar, pero ordinariamente se infringen estas órdenes en nuestro país y se colocan literas como las de los oficiales con la diferencia que todas están en un mismo espacio y aun unas encima de otras. El comedor de los guardias marinas y maquinistas lo forma el espacio comprendido entre la cámara de oficiales y la cara de popa de la escotilla de la màquina, así como se destina el espacio comprendido entre esta escotilla y la enfermería á colocar algunas piezas de respeto de la máquina. Para dar lùz y ventilacion á los camarotes y en general á toda la cubierta del solfado se abren en los costados varios agujeros de forma cónica y de seccion circular llamados portillas de luz los cuales se forran de plancha de plomo ó de zine cerrándolos con unas puertecillas circulares de 16 á 20 centimetros formadas (Fig. 476) con una arandela de bronce y un disco de cristal grueso á fin de poder resistir á los go pes de mar. Las portillas se cierran hermeticamente con una *frisa* de goma que va empotrada en una ranura del bastidor fijo contra la cual ajusta una lengueta saliente del de la puerta pudiendo sujetar esta á voluntad con un tornillo de presion. Debe procurarse que la portilla se abra esteriormente entre dos tracas de tablones y hacer que no muerda interiormente al durmiente. Muchas veces se emplean en lugar de portillas circulares las rectangulares aunque las primeras son mas ventajosas porque son mas fáciles de calafatear. Los franceses tienen debajo de las portillas de algunos buques un vasito de plomo para recoger el agua que se escurra sino ajustase bien, agua que sale por un cañito que atraviesa el costado á manera de imbornal.

En muchos buques, ni los camarotes, ni la cajonada van atracados al costado sino que dejan un espacio llamado *callejon de combate* á fin de que los calafates vigilen en un combate y puedan con los tapabalazos cerrar los boquetes que un proyectil pueda producir. Finalmente al rededor de las escotillas y por debajo de la cajonada de la marineria se disponen (Fig. 477) unas barras de hierro llamadas *chilleras* dentro de las cuales se colocan balas.

337. Cubierta de la bateria. — La cubierta de la bateria (Fig. 470) es la destinada, como lo indica su nombre á llevar la artilleria pero además constituye la vivienda ordinaria de la marineria pues en ella duerme y en ella toma el alimento.

El marinero no duerme en litera como los oficiales ni en cama como el primer comandante y el 2.° sino en una hamaca de lona llamada *coi* colgado por cada una de sus estremos en un gancho fijo á un bao.

Para establecer los ganchos de los cois no habrá mas que tener en cuenta que sus dimensiones ordinarias son $2^m,20$ de largo y 0^m50 de ancho á lo que hay agregar $0^m,90$ de distancia de uno á otro en el sentido de babor á estribor á fin de poder circular por la bateria y de evitar la incomodidad que los choques producirian en los balances. Para comer tienen los marineros sus me-

mesas con un banco por cada banda las cuales se colocan atracadas al costado en las entrechazas y de manera que su lado mayor vaya de babor á estribor. Las mesas lo mismo que los bancos van suspendidos á los baos por unos cabos ó varillas de hierro con visagras de modo que durante el combate ó por la noche se doblan y colocan entre los baos de la cubierta alta sujetándolas con unos pasadores de hierro (Fig. 478.) Los escobillones atacadores y demás pertrechos necesarios para la carga y descarga de las piezas se cuelgan en las entrechazas lo mismo que las armas portátiles del marinero como rewolver, carabina con su bayoneta, hacha, puñal y sable de abordage teniendo la precaucion de cubrir estos últimos, despues de engrasarlos, con un estuche ó funda de cuero para evitar la oxidacion. Al pié de las entrechazas lo mismo que en los brazos de la escotilla de la cubierta análogamente á lo que hemos dicho en el sollado y como se hace tambien en la cubierta alta se forman chilleras para las balas y sacos de metralla. La pólvora se conduce á mano en unas cajas de baqueta dentro de la cual van las cartuchos y las granadas en una caja de madera. Hoy que los proyectiles tienen mas peso se han empleado en algunos barcos unos ferro-carriles fijos á los baos de la cubierta superior por los cuales se mueven dos ruedas que suspenden un porta balas á manera de cubo de los de sacar agua de los pozos.

Para facilitar la subida de las balas que estan en el sollado ó en los pañoles se disponen en las escotillas de la despensa y del pañol de velas unos pescantes giratorios de hierro de madera los cuales llevan nn aparejo para el objeto.

Las portas de la bateria se cierran durante la navegacion sobre todo si el tiempo no esta bueno con unas puertecillas llamadas *portas* que se alojan en un batiente ó rebajo practicado en la parte esterior del buque. Las portas pueden ser de una ó de hojas estando formadas en ambos casos de dos forros el interior que es vertical y el esterior horizontal ó sea en sentido del forro del buque. En la bateria baja de los navios y en algunas fragatas se hacen las portas de una hoja con una portilla circular (Fig. 479) abierta en su centro con un grueso cristal à fin de no dejar á oscuras la bateria. Para abrir ó cerrar las portas se fijan á ellas dos cadenas cuyos estremos se unen á un cabo llamado *trinca porta* que pasando por una groera abierta en el costado constituye el arraigado de un aparejito alojado entre dos baos y destinado á esta maniobra. Con el objeto de evitar que el agua entre en la bateria en los grandes balances se hacen ajustar las portas hermeticamente frisando los batientes con goma ó paño de somonte embreado.

En las otras baterias se hacen las portas de dos hojas con una portilla hecha por mitad en cada una de ellas pero sin vidrio y de manera que pueda hacerse asomar la boca del cañon. La hoja superior de la porta se arria ó iza

con una trincaporta y la inferior con dos cadenitas terminadas en un gancho para fijarlo en los batientes de la porta verdadera. (Fig. 480)

En algunas fragatas de hélice se dispone la cámara del comandante á popa de la bateria y en otras en la cubierta alta debajo de la toldilla dejando entonces la bateria corrida ó formando en dicho espacio la sala de armas ó el comedor de oficiales por haber mas luz que en el sollado. En los navíos se destina siempre á sala de armas y comedor cuando hay dos puentes ó se hace corrida dejando para comedor la 2.ª bateria en los de tres puentes.

Donde quiera que se coloque la cámara del comandante debe componerse de un comedor, sala de recibo y camarote para dormir en el cual lleva su cama de hierro, lavabo, ropero etc. de un cuarto de baño y del jardin. En algunos buques hay, como ya sabemos, una balconada á popa desde donde el comandante puede presenciar la maniobra. El 2.º comandante aloja en la càmara del comandante pero tiene su camarote, baño y jardin á babor mientras que el del 1.º está á estribor como costado de preferencia.

En el mamparo de separacion de la cámara del comandante se dispone un armero y à veces en la parte central se coloca la *capilla* que queda cerrada con dos puertas y cuya mesa tiene cajones para los ornamentos del cura. Muchas veces hay alguua *coliza* ó cañon giratorio en la misma cámara del comandante; entonces es necesario que algun mamparo sea levadizo, es decir, que esté solo sujeto con pasadores fáciles de zafar para levantar los mamparos y poder maniobrar las piezas. Finalmente en la cubierta de la baterias van las bombas, como ya hemos dicho, en la parte central y á proa el fogon instalado sobre una plancha de cobre forrada con ladrillos refractarios que forman su plataforma de asiento.

Los imbornales de que ya hemos hablado (242) van abiertos en los costados por el canto bajo del trancanil donde se coloca una rejilla de hierro y en la parte esterior una válvula de hierro ó puertecilla de charnela. En el tubo de los imbornales que estan perfectamente calafateados y forrados de plomo concurre la cañeria de de desagüe los imbornales de la cubierta superior (Fig. 481.) Tambien se abre en una amurada de la bateria una portilla destinada á dar paso à las cenizas de las calderas y en las inmediaciones de la escotilla de la chimenea: esta portilla se cierra con una porta de hierro que ajuste perfectamente y á veces se forma esteriormente una canal del mismo metal para que las cenizas no formen polvo y baje por dentro de ella hasta llegar al agua. En la popa de la bateria se abren tambien escobenes con sus bocinas correspondientes destinadas á pasar las cadenas ó cables de remolque llamados tambien *coderas* cuando sirven para *acodear* ó atravesar el buque y fijarlo por la popa amarrando la cadena á un muelle por un estremo y á los *guindastes de remolque* ó especie de bitas implantadas cerca del palo mayor.

Finalmente cerca del palo mayor y en el plano diámetral se colocan

uno ó dos algibes para el agua de consumo ordinario en los cuales pueden beber os marineros haciendo la succion por medio de unas *mamaderas* de platinar plata ó platino fijas á dicho algibe.

338. Cubierta alta ó de alcazar.—Cuando en esta cubierta (Fig. 471) aloja el comandante, se hace la distribucion á popa como hemos dicho al tratar de la bateria dejando en la cara de popa de dicha cámara, á babor y estribor, un camarote para el oficial de derrota, el pañol ó cuarto del escribiente, otro para las *taquillas* de banderas é instrumentos de navegacion como brujalas correderas etc. que no es mas que un camarote con estanterias ó un encasillado para guardar dichos objetos, y además el jardin de oficiales. En el caso de que el comandante tenga su cámara en la bateria entonces solamente se dispone à popa del espacio necesario para las taquillas jardines etc. de que acabamos de hablar. A proa y debajo del castillo, en los buques que lo tienen, van los jardines de guardias marinas y oficiales de mar y la barberia.

Los buques antiguos llevaban los botes grandes destinados al desembarco en la parte de la bateria comprendida entre los palos mayor y trinquete á la cual llamaban *combès* en cuya parte se interrumpia la cubierta alta para dar mas ventilacion al buque dejande solo á una y otra banda un callejon llamado *pasamanos*. Hoy se ha suprimido el combés aunque se conserva esta denominacion à la parte de cubierta alta comprendida entre los palos citados y en ella á babor y estribor se colocan los botes y lanchas sobre calzos de hierro (Fig. 482) que empotrados en la cubierta pueden zafarse à voluntad.

Con el objeto de evitar todo foco de infeccion en un buque y que pudiera acarrear consecuencias graves, los marineros al toque de diana llevan sus cois à la batayola (Fig. 483) situada encima del coronamiento de la regala, para lo cual se colocan unos candeleros de hierro que sobresalen un poco del costado á fin de que puedan colocarse terminando por la parte alta en un semicirculo ó semielipse que se cubre con una teja de madera ó con una lona para evitar el que se mojen los cois. Estos se colocan doblados é inclinados de popa à proa unos 45° y sirven de parapetos para hacer entre ellos á la manera de aspilleras el fuego de fusileria. Las dimensiones de las batayolas deben ser proporcionadas al número de cois que haya qbe colocar ó lo que es lo mismo al número de marineros de dotacion; en los buques de mucha tripulacion se disponen en dos ó tres filas de manera que las dimensiones se aproximan á 66 centimetros disminuyendo para buques menores hasta 16 que es el minimo ancho conveniente.

La batayola que vá desde el arranque del castillo hasta la toldilla queda interrumpida por los portalones quedando solamente figurada por medio de un macizo en la parte que comprenden los aparatos necesarios á la maniobra de las anclas como son las serviolas.

Nada diremos del puente, de las escalas reales, ni de la rueda del timon puesto que ya hemos hablado de estos anteriormente (226, 227, 228 y 308

solo nos falta para estudiar todo lo de esta cubierta hablar de los pescantes de los botes y de los aparatos necesarios para las maniobras de arboladura de que nos ocuparémos en las lecciones sucesivas.

339. Cubierta de la toldilla y castillo. —Estas dos cubiertas (Fig. 471, *bis*) que realmente no forman mas que una sola, no tienen otro objeto que servir de cubiertas á la cámara del comandante la primera y de abrigo de los marineros de guardia la segunda, al mismo tiempo que por su elevacion constituyen una especie de puente de observacion para el comandante y oficiales à popa y para los contramaestres á proa. Nada hay que estudiar en estas cubiertas que merezca llamar la atencion; unicamente diremos que para resguardar à los que esten enel las de caer al agua en los balances se disponen unas batayolas ó barandillas formadas por candeleros de hierro unidos con un pasamanos por medio de un enjaretado de alambre.

En la batayola de la toldilla se colocan muchas veces las *quindolas* ó *salvavidas* que pueden ser de corcho cubierto con lona pintada (Fig. 484) ó de metal (Fig. 485)

340. Distribucion de las escotillas.—Ya sabemos que las escotillas de un buque (170) tienen dos objetos diferentes, para dar luz ó ventilacion ó bien para servir de bajadas. De las de la primera especie se abre una ó dos en la la toldilla para la cámara del comandante llegando á veces si esta está muy á proa hasta el tunel de la hélice para establecer la ventilacion. Encima de la cámara de oficiales tambien se abren lumbreras y lo mismo en la enfermeria y en el pañol del contramaestre. En la cubierta alta se necesitan además para dar luz á la cámara de la máquina y á la de calderas é impedir que entre el agua cerrar sus escotillas con *tambuchos* de cristales (Fig. 228) protegidos por un enjaretado de cabilla de hierro pintado ó de bronce pero que puedan quedar abiertas en los buenos tiempos para ventilacion.

Las escotillas de bajada suelen ser dos, una á proa entre los palos mayor y trinquete para la marineria y otra à popa entre el mayor y mesana para oficiales. En ambas se disponen en sentido de la manga del buque una ó dos escalas de madera formadas por dos gualderas ó zancas ensambladas con los peldaños à caja y espiga. Los peldaños no son generalmente macizos sino que forman un marco dentro del cual ajusta un enjaretado á fin de no quitar mucha luz á las cubiertas inferiores y en sus aristas se fijan unas planchas de bronce con dientes á manera de limas para aumentar el rozamiento ó impedir las caidas de la gente. Cuando se colocan dos escalas en cada bajada se disponen de manera que una arranque de babor á estribor y la otra en sentido contrario colocando además pasamanos de laton para los oficiales y de cáñamo para la marineria. Tambien se suele fijar en la brazola opuesta á la escala un asidero de metal para agarrarse á él si al bajar hubiese un balance en el mismo sentido en que se verifica la bajada.

En la cubierta de la bateria y del sollado se abren las mismas escotillas que hemos indicado para bajar á esta última cubierta y pasar luego á al

despensa en popa y á los pañoles del contramaestre y maestranza en proa. Además en el sollado van las escotilas de la máquina y de las calderas en las cuales se co ocan escalas de hierro forjado (Fig. 486) puesto que las de madera estarian espuestas á quemarse.

La pendiente de las escalas de madera de las bajadas debe ser tal que un hombre cargado con un coi pueda bajar sin tropezar para lo cual debe haber un 1m,80 desde el canto bajo de la brazola hasta el peldaño mas bajo. La huella del peldaño no debe bajaa de 20 centímetros y la altura no es conveniente que sea mayor de 19 centímetros. El ancho mas conveniente para las escalas es de un metro.

Para subir à las cubiertas del castillo y de la toldilla se dispone una escala á babor y otra á estribor en cada cubierta con la diferencia que no tienen mas de 60 centímetros de ancho con una pendiente menor. Todas ellas lo mismo que los del puente que son análogas tienen muy poca huella y llevan sus pasamanos de metal.

VELAMEN. ARBOLADURA Y JARCIA.

LECCION 38.

341. Necesidad de emplear el viento como propulsor dé los buques. — Construido ya el casco de un buque y convenientemente repartido, solo nos falta ocuparnos de la manera de ponerlo en movimiento. Entre las varias fuerzas de que el hombre puede disponer para la propulsion de un buque debemos escoger aquellas que al ser mas fáciles de aprovechar reunan las mejores condiciones económicas; por esta razon la principal, la mas ventajosa que á primera vista se nos presenta, es la del viento. Sin embargo como esta fuerza no solo no es constante en su direccion sino que en intensidad llega á menudo á ser nula, de ahí se deduce que ha sido necesario buscar otro agente que como el vapor estuviese subordinado en un todo á la voluntad del hombre.

Pero como el aprovechamiento de esta nueva fuerza à la par que exige aparatos mas complicados y el auxilio del combustible cuyo consumo y costo crece proporcionalmente al tiempo que dura el movimiento producido por ella, es evidente que no deberá emplearse mas que únicamente en el caso de no ser posible hacer usodel viento ya porque no exista ó ya porque no tenga una direccion conveniente; por lo tanto es evidente que aun cuando se emplee el vapor como propulsor de los buques no solo no debemos abandonar una fuerza natural de tanta utilidad como el viento sino que la economía reclama proveerlos de los aparatos necesarios para aprovechar dicha fuerza.

Antes de ocuparnos de la disposicion de estos aparatos y de la manera de hacer uso de ellos de la manera mas ventajosa, estudiarémos los

efectos que el viento produce sobre una superficie cualquiera plana y vertical fija al buque llamada *vela* y la posicion que deberà tener segun la direccion é intensidad de la fuerza que sobre ella actua para sacar el mejor partido posible de dicha fuerza.

342. De la deriva y resislencias oblicuas.—Si designamos por ox (Fig. 487) la direccion de la quílla de un buque y lo suponemos empujado por una fuerza horizontal F segun oF es evidente que el buque se moverá en sentido de esta fuerza si estuviese en el vacio pero como está destinado á moverse en el agua y en el aire que le ofrecen cierta resistencia tanto en el sentido de la eslora como en el de la manga, se concibe facilmente que el punto o seguirá una direccion oR igual à la de la resultante de la fuerza F y de las resistencias transversal y diámetral que designamos por q y Q.

Si representamos ahora por δ y ψ los ángulos que respectivamente forman las las rectas oR y oF con ox y llamamos V á la velocidad de la fuerza F es evidente que en el caso de que la fuerza oR esté aplicada en el punto o se tendrán las ecuaciones:

$$F\cos\psi = qV^2\cos^2\delta$$

$$F\operatorname{sen}\psi = QV^2\operatorname{sen}^2\delta$$

las cuales se reducirán despues de dividir la una por la otra y hacen $\frac{q}{Q} = \operatorname{tang}\alpha$ á la siguiente:

$$\operatorname{tang}\alpha\operatorname{tang}\psi = \operatorname{tang}^2\delta \quad (1)$$

ó à la ecuacion:

$$F = V^2\sqrt{q^2\cos^4\delta + Q^2\operatorname{sen}^4\delta} \quad (2)$$

si se suman despues de elevarlas al cuadrado.

Las fórmulas (1) y (2) nos demuestran que conociendo el ángulo ψ y la velocidad V se puede calcular el ángulo δ llamado de *deriva* por medio de la primera, é igualmente la fuerza F por medio de la segunda ó mas bien conocidas dos de las cantidades F, ψ, δ, V, permiten calcular las otras dos.

La primera fórmula nos dice además que si se quiere una deriva pequeña es menester al mismo tiempo que la fuerza F forme un ángulo ψ pequeño con la quilla lo que està de acuerdo con la esperiencia.

Interpretemos las ecuaciones (1) y (2) geometricamente.

Para esto tracemos (Fig. 488) dos ejes perpendiculares entre si; sobre uno de ellos OX tomemos una magnitud $OB = Q$ y sobre el otro otra $OA = q$ unamos los puntos A y B y el ángulo ABO será el àngulo α de nuestras fórmulas, cuyo ángulo será aun reproducido por la perpendicular sobre la AB por el punto O. Desde luego podemos afirmar que el ángulo α será siempre

muy pequeño pues si llegase á valer 45° la navegacion á la vela no hubiera existido nunca ó se hubiera limitado á ir siempre viento en popa.

En efecto segun las esperiencias de resistencia nosotros sabemos que la resistencia qV^2 de un buque en sentido de la quilla no es mas que $\frac{1}{10}$ de lo que seria la del prisma circunscrito de modo que considerando á QV^2 como igual á la del prisma circunscrito, llamando M y S á las superficies de las seccion es transversal y diametral del buque, se tendrá:

$$qV^2 = \frac{\varpi}{10} \frac{M}{2g} V^2$$

de donde:

$$q = \frac{M}{20g}$$

$$\text{y} \quad QV^2 = \frac{S\varpi}{2g} V^2 \text{ de donde } Q = \frac{S\varpi}{2g}$$

y de aquí

$$\frac{q}{Q} = \frac{M}{10S}$$

Ahora bien; como por la forma comun de los buques se puede tomar como límite muy superior $\frac{M}{S} = \frac{1}{4}$

se tiene:

$$tg\alpha = \frac{q}{Q} > \frac{1}{40}$$

Tiremos ahora (Fig. 489)la linea OF que haga con OY el ángulo ψ; despues porel punto A levantemos la horizontal AL; la longitud AK representará $tg\alpha$ (tomando por unidad AO) y AL, $tg\,\psi$. Tomando una media proporcional á AK y AL tendremos en AH ó AH' la $tg\,\alpha$ (referida á la misma unidad ó radio AO) de modo que el ángulo AOH' es el ángulo buscado $\bar{\omega}$ ó la deriva.

Tanto por la fórmula (1) como por la figura se deduce que

para los valores de ψ $\begin{cases} \psi = 0 \\ \psi = 90° \\ \psi > \alpha \\ \psi = \alpha \\ \psi < \alpha \end{cases}$ corresponden para $\bar{\omega}$ los valores $\begin{cases} \bar{\omega} = 0 \\ \bar{\omega} = 90° \\ \bar{\omega} < \alpha \; ; \; \bar{\omega} < \psi \\ \bar{\omega} = \alpha = \psi \\ \bar{\omega} > \psi \; ; \; \bar{\omega} < \psi \end{cases}$

En este último caso resultaria una deriva mayor que el ángulo de la

fuerza impulsiva lo que parece absurdo, y nos demuestra que en este sen-
ido la fórmula (1) deja de ser aplicable, pero poco importa esta circuns-
ancia pues en este caso $\dot{\varphi}$ ψ y α son valores mas pequeños que el grado de aproximacion que deseamos obtener en nuestros cálculos.

Interpretemos tambien el valor F y para esto transformaremos las ecuaciones (2) por medio de las relaciones $\cos^2\dot{\varphi}=\frac{1}{1+tg^2\dot{\varphi}}$ y

$$\operatorname{sen}^2\dot{\varphi}=\frac{tg^2\dot{\varphi}}{1+tg^2\dot{\varphi}}$$

de donde se deduce por la fórmula (1)

$$\cos^2\dot{\varphi}=\frac{1}{1+tg\alpha tg\psi}=\frac{\cos\alpha\cos\dot{\varphi}}{\cos(\psi-\alpha)}$$

$$\operatorname{sen}^2\dot{\varphi}=\frac{tg\alpha tg\psi}{1+tg\alpha tg\psi}=\frac{\operatorname{sen}\alpha\operatorname{sen}\dot{\varphi}}{\cos(\psi-\alpha)}$$

y poniendo estos valores en (2) se obtiene

$$F=V^2\,\frac{\sqrt{q^2\cos\alpha\cos^2\psi+Q^2\operatorname{sen}^2\alpha\operatorname{sen}^2\psi}}{\cos(\psi-\alpha)}$$

pero como $\frac{q}{Q}=\frac{\operatorname{sen}\alpha}{\cos\alpha}$

resulta que

$$F=\frac{V^2}{\cos(\psi-\alpha)}\sqrt{q^2\cos^2\alpha(\cos^2\psi+\operatorname{sen}^2\psi)}=\frac{V^2q\cos\alpha}{\cos(\psi-\alpha)}$$

Hagamos abstraccion del término V^2, ó por decir mejor, á cada direccion de la fuerza F busquemos el valor necesario para obtener la unidad de velocidad en la direccion correspondiente del camino recorrido y llamemos F_1 esta nueva fuerza; entonces tendremos

$$F_1=\frac{q\cos\alpha}{\cos(\psi-\alpha)}$$

En este caso F_1 será precisamente la longitud OM (Fig. 488)del radio vector OF hasta su encuentro con la recta AB. En efecto $OI=q\cos\alpha$, y en el triángulo OMI se tiene $OM\times\cos(\psi-\alpha)=OI$ de donde

$$OM=\frac{OI}{\cos(\psi-\alpha)}=\frac{q\cos\alpha}{\cos(\psi-\alpha)}=F_1\ ;$$

Aun suponiendo nuestras fórmulas falsas, podemos representar geométricamente el valor de la fuerza F_1 que corresponde á la unidad de velocidad en cada direccion: para esto conservarémos los mismos eges y tendremos que cuando el ángulo ψ sea nulo la fuerza empujará en sentido de la quilla y se tendrá la marcha directa; entonces la resistencia por unidad de velocidad será q

y F_1 será OA. Cuando $\psi = 90°$ tendremos la marcha perpendicular, la resistencia será Q de donde $F_1 = OB$; entre estos dos límites F_1 debe variar aumentando desde A á B por consecuencia el lugar de las estremidades M de os radios vectores, representando en magnitud y direccion la $F1$, será una cierta curva parecida á una elipse que irá del punto A al punto B. En la pràctica solamente una parte de esta curva servirá, porque el ángulo ψ no puede pasar de cierto valor, y entonces si en lugar del arco AE, límite, se toma su cuerda se tendrá una solucion suficientemente aproximada, de modo que podremos representar por una línea recta el lugar de las estremidades de los radios vectores; pero esta línea recta estarà, como se ve en la figura, mas inclinada sobre la horizontal OB que la recta AB cuerda del arco total, por lo tanto esto nos demuestra que para aplicar las fórmulas de Euler conviene forzar el valor de Q, es decir hacer el valor de de nuestras fórmulas, mayor que el valor de la resistencia lateral del buque.

Si se supone $Q = \infty$ se tiene $tg^x = 0$ de donde $x = 0$ y $\psi = 0$ en todos los valores de ψ lo cual nos hace llegar á los mismos resultados que los obtenidos por Bouguer.

Supongamos ahora que siguiendo en la hipotesis quehemos sentado de que el velámen de un buque pueda ser representado por una sola vela plana y vertical cuyo centro sea (Fig. 487): tirándole la perpendicular OF, puesto que se supone quela fuerza del viento sobre la vela es normal á dicha vela ó mejor dicho que elviento que impele al buque por medio de la vela es normal á la misma, cualquiera que sea la direccion del viento con la vela, nosotros podremos calcular por medio de nuestras fórmulas el valor de la deriva para cada una de las posiciones de esta vela con la condicion de fijar para Q un cierto valor. Esto es lo que hizo Euler el cual ha considerado y especificado diversos buques para los cuales la relacion $\frac{q}{Q}$ era sucesivamente

$$\frac{1}{13,5} \; , \; \frac{1}{21,4} \; , \; \frac{1}{32} \; , \; \frac{1}{45,6} \; , \; \frac{1}{62,5} \; , \; \frac{1}{83,1} \; , \; \frac{1}{10,8}$$

y llamando η el àngulo SOX (Fig. 490) formado por la vela con la quilla el cual es complemento de ψ ha dado el cuadro siguiente:

Valores de Φ segun sus casos.

η	ψ	$\frac{q}{Q}$			
		$\frac{1}{45,6}$	$\frac{1}{62,5}$	$\frac{1}{83,1}$	$\frac{1}{108}$
90°	0°	0	0	0	0
80°	10°	4°	3°	2°—21'	2°—19'
70°	20°	6°	4°	3°—47'	3°—19'
60°	30°	8°	5°	4°—45'	4°—11'
50°	40°	9°	6°	5°—45'	5°—3'
40°	50°	11°	7°	6°—49'	5°—59'
30°	60°	13°	9°	8°—13'	7°—13'
20°	70°	16°	11°	9°—7'	8°—1'
10°	80°	«	«	«	«
0°	90°	«	«	«	«

que dà para cada una de las clases de buques espresados los valores de ψ correspondientes à los de η.

Cuando se trate de buques de guerra, las tres últimos solamente de estas columnas ó á lo mas las cuatro últimas podrán servir. Por lo demás si se atiende á la práctica, los tres últimos solamente dan derivas análogas á las que se observan en realidad, que es de unos 10° á lo menos. Falta ahora buscar el mínimo de $\eta + \dot{\varphi}$: pero

$$\eta = 90 - \psi \quad \text{de donde} \quad cot\,\eta = tg\,\psi$$

luego la ecuacion (1) tomará la forma

$$tg^2\psi = tg\alpha\ cot.\ \eta = \frac{tg\alpha}{tg\eta}$$

por consiguiente η y ψ están ligados por esta relacion y será menester tenerla en cuenta para tomar el mínimo. Pero se puede buscar mas sencillamente observando que como $\eta + \dot{\varphi}$ es el complemento de $\psi - \dot{\varphi}$ la cuestion queda reducida à hallar el máximo de este valor.

La condicion del máximo de $\psi - \dot{\varphi}$ es $d\psi = d\dot{\varphi}$

Diferenciemos pues la expresion del número (1) y se tendrá:

$$2tg\dot{\varphi}\ \frac{d\dot{\varphi}}{\cos^2\dot{\varphi}} = tg\alpha\ \frac{d\psi}{\cos^2\psi}$$

y como $d\psi = d\dot{\varphi}$, dividiendo por $d\dot{\varphi}$ resulta la ecuacion:

$$\frac{2tg\dot{\phi}}{\cos^2\bar{\phi}} = \frac{tg\alpha}{\cos^2\psi} \quad (3)$$

que unida á la (1) nos permitirà calcular los valores particulares de ψ y ϕ. Esta ecuacion puede transformarse de modo que se simplifique; para esto sustituyendo el valor de $tang\alpha$ deducido de la (1) en la (3) se llega facilmente á

$$\text{sen}2\psi = \frac{1}{2}\text{sen}2\bar{\phi} \quad (4)$$

que unida á la de $tg^2\dot{\phi} = tg\alpha\, tg\psi$ permitirá calcular los valores de $\bar{\phi}$ y ψ correspondientes al limite y por lo tanto el mínimo de $\eta + \bar{\phi}$.

Euler ha dispuesto el cuadro de estos valores para siete especies de buques que transcribimos:

$\frac{q}{Q}$	η	ψ	$\bar{\phi}$	$\eta+\bar{\phi}$	$\psi-\bar{\phi}$
$\frac{1}{13,5}$	13°	77	30	43	47
$\frac{1}{21,4}$	11	79	26	37	53
$\frac{1}{32}$	10	80	24	34	56
$\frac{1}{45,6}$	9	81	20	29	61
$\frac{1}{62,5}$	9	81	18	27	63
$\frac{1}{83,1}$	8	82	16	24	66
$\frac{1}{108}$	7	83	15	22	68

Vemos pues que admitiendo para ϑ, ángulo de la vela en el viento, un valor mínimo de 10_o se obtiene para *VOR* un àngulo de 30° á 40° para las últimas especies. En la práctica no se va generalmente tan lejos.

Un buque se reputa bueno cuando se puede obtener para $\psi - \phi = 60°$ pero esta divergencia consiste en que hemos supuesto las velas planas, cuando en realidad son curvas, y entonces suponiendo que el viento forme coro el estremo de la vela el ángulo de 10° el que formarà este mismo viento con la vela plana que llenaría esta vela curva sería mucho mayor.

343. DEL VIENTO RELATIVO Ó DE LA MANERA MEJOR DE ORIENTAR LAS VELAS.—Hemos visto que siendo dada la direccion *VO* del viento, el buque podrá hace

rumbo en todas las direcciones posibles al rededor del punto O exceptuando el ángulo $R'OR$ (Fig. 490) que es poco mas ó menos de 120° en la pràctica y que adems para una direccion dada OR fuera de este ángulo y que haga con OV el ángulo $\delta = \theta + \eta + \varphi$ habrá muchas maneras de orientar la vela porque podemos tomar η arbitrariamente y entonces se deducirà el ángulo φ de la relacion

$$tg^2\varphi\ tg\eta = tg^2\alpha$$

Por consiguiente se puede sacar θ, ó sea el ángulo que forma la vela con el viento, del valor precedente de δ; pero entre todas estas orientaciones diversas para un mismo rumbo debe haber una que será la mejor de todas y esto es lo que nos proponemos buscar; pero antes vamos ádefinir lo que se entiende por viento relativo.

Sea VO (Fig. 491) la direccion del viento y u su velocidad absoluta; sea OR el rumbo del buque y V su velocidad segun esta direccion; para un observador puesto en el buque la direccion y la velocidad del buque serán diferentes de VO y de u: para él el viento parecerá soplar en una direccion VO y con una velocidad u' que serán la direccion y velocidad relativa y que se obtendrán segun la teoría de los movimientos relativos construyendo el paralelogramo $ODCB$ sobre $OC = u$ como diagonal y $OD = V$ como lado.

Se obtendría tambien esta velocidad $u' = OB$ suponiendo como los antiguos que se dá á todo el sistema un movimiento comun igual y contrario al movimiento del buque segun OB lo que conduciria al paralélogramo $ABCO$ construido sobre $AO = V$ y $OC = u$ como lados y en que $OB = u'$ seria la diagonal.

Ahora bien: de la figura se deducen las relaciones siguientes:

$$u'^2 = u^2 + V^2 - 2uV\cos\delta$$

$$\text{y} \quad \frac{\operatorname{sen}\delta'}{\operatorname{sen}\delta} = \frac{u}{u'}$$

lo que nos permite calcular la magnitud y direccion del viento relativo en funcion del viento absoluto. Si por el contrario quisieramos conocer el viento absoluto, nada mas fácil para un observador puesto en el buque que tiene la direccion VO por medio de un *catavientos* (*) y que puede obtener u' si posee un instrumento cualquiera para medir las velocidades del viento u pues entonces se tendrá:

$$u^2 = u'^2 + V^2 - 2u'V\cos\delta'$$

(*) El catavento ó aparato destinado (Fig. 492) á medir la direccion del viento se compone de un palo colocado verticalmente en el puente ó en la borda el cual lleva en su estremo un hilo de velas con unos discos de corcho en los que hay elevadas unas plumas. Tambien se colocan en los topes de los palos unos pedacitos de lanilla que son otros tantos catavientos mas seguros que los anteriores pues no estan influenciados por el efecto de las velas.

$$\text{y}\ \frac{\text{sen}\delta'}{\text{sen}\delta} = \frac{u}{u'}$$

Supongamos ahora como ejemplo de lo que acabamos de espone: que una embarcacion marcha perpendicularmente al viento segun OR; encontraremos su viento relativo OV' (Fig. 493) construyendo el paralelogramo de los antiguos que en este caso será un rectángulo; $V'O$ será la direccion del viento relativo conocida por el cataviento de dicha embarcacion.

Ahora si otra embarcacion cruza en sentido contrario, es decir, marcha en direccion OR_1, para esta otra el viento relativo seria OV_1': y si sucede que las dos velocidades u y V son iguales entonces los dos ángulos $V'OV$ y V'_1OV son iguales entre sí; pero si estos son diferentes y se pueden medir, su conocimiento dará á conocer V y V,

El àngulo $V'OV'$, será algunas veces considerable; por ejemplo, si cada una de las embarcaciones va tan à prisa como el vienlo, lo que segun veremos es muy posible; entonces $V_1 = V = u$ y en este caso cada uno de los ángulos $V'OV$ es de 45° de donde $V'OV''_1 = 90°$ y si las embarcaciones fuesen mas à prisa que el viento este ángulo sería obtuso.

En lugar de suponer dos embarcaciones que se crucen podemos suponer un buque haciendo rumbo, 1.° segun OR y teniendo en esta posicion el viento relativo $V'O$ simétrico y por consiguiente si se puede medir el ángulo $V_1'OV'$ se conocerá asi el ángulo V'_1OV de donde se podrà deducir la relacion de la velocidad del buque á la del viento y verificar asi si esta relacion puede ser mayor que la unidad es decir si un buque puede ir con mas velocidad que el viento. Volveremos á este asunto despues.

344. Accion del viento.—Para resolver las cuestiones de mejor orientacion es evidentemente necesario espresar en funcion de los ángulos de orientacion el valor de la fuerza y accion del viento sobre la vela, accion que depende evidentemente de la incidencia relativa del viento sobre esta vela y que se compondrá de dos fuerzas:

1.° De una accion de desviamiento á lo largo de la vela lo cual despreciarémos aquí puesto que está destruida por la resistencia de la vela.

2.° De una fuerza normal.

Si llamamos u' la velocidad del viento segue $V'O$ (Fig. 494) y descomponemos u', en dos componentes una segun $OS = u'\cos\theta'$ siendo θ' el àngulo $V'OS$ y la otra perpendicular $u'\,\text{sen}\,\theta'$, nos será fàcil encontrar $u'\cos\theta'$ en funcion de u y de V porque haciendo con estas mismas cantidades la misma descomposicion tendremos

$u\cos\theta$ y $u\,\text{sen}\,\theta$ para la una y $V\cos(\gamma_1+\dot{\omega})$ y $V\text{sen}(\gamma_1+\dot{\omega})$ para la otra.

de donde las ecuaciones de equilibrio nos dan

$$u'\cos\theta' = u\cos\theta + V\cos(\gamma_1+\dot{\omega})$$

$$u'\text{sen}\,\theta' = u\,\text{sen}\,\theta - V\text{sen}(\gamma_1+\dot{\omega})$$

cuyas fórmulas hacen reaparecer las otras como es fácil de hacer ver. En efecto; elevemos al cuadrado estas dos ecuaciones y se tendrá sumándolas:

$$u'^2 = u^2 + V^2 + 2uV[\cos\theta\cos(\eta+\tilde{\omega}) - \operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}(\eta+\tilde{\omega}]$$

ó

$$u'^2 = u^2 + V^2 + 2uV\cos(\delta+\eta+\tilde{\omega}) = u^2 + V^2 + 2uV\cos\delta$$

Ahora sea S la superficie de la vela: viniendo el viento sobre esta vela con una velocidad u' y una incidencia θ admitiendo la ley de los antiguos se tendrá para la accion normal del viento,

$$Su'^2\operatorname{sen}^2\delta' \text{ suponiendo } K'=1.$$

Nosotros sabemos que esta ley es falsa, cuando la incidencia θ' es menor que $45°$: en realidad la accion normal es mayor que la que da esta fórmula pero hay que tener en cuenta que despreciamos el rozamiento del viento paralelamente á la vela, lo que es una fuerza retardatriz, y sin pretender probar que hay una exacta compensacion, siempre es bueno tomar un poco menos del valor real para la fuerza normal.

A causa de las fórmulas precedentes deduciremos la relacion:

$$Su'^2\operatorname{sen}\theta'^2 = S[u\operatorname{sen}\delta - V\operatorname{sen}(\eta+\tilde{\omega})]$$

la cual se podrá escribir del modo siguiente:

$$S[u\operatorname{sen}\delta - V\operatorname{sen}(\tilde{\omega}+\eta)]^2 = S\frac{V^2 q\cos\alpha}{\cos(\psi-\alpha)}$$

de donde

$$u\operatorname{sen}\delta - V\operatorname{sen}(\eta+\tilde{\omega}) = V\sqrt{\frac{q}{S}\,\frac{\cos\alpha}{\cos(\psi-\alpha)}}$$

y despejando V se tendrá

$$V = \frac{u\operatorname{sen}\delta}{\operatorname{sen}(\eta+\tilde{\omega})\ \sqrt{\frac{q}{S}\,\frac{\cos\alpha}{\cos(\psi-\alpha)}}}$$

con cuya fórmula el problema de la mejor orientacion de velas se reduce, dados el rumbo OR y la direccion del viento así como su velocidad u, encontrar el ángulo η que dará el mayor valor de la velocidad; ó de otro modo, encontrar el máximo de V en funcion de η considerada como variable independiente y considerando siempre ligadas δ y $\tilde{\omega}$ á esta variable por las relaciones:

$$(a) \qquad \operatorname{tang}\tilde{\omega}^2\operatorname{tang}\eta = \operatorname{tang}\alpha \text{ y } \delta = \theta+\eta+\tilde{\omega}$$

Antes de resolver este problema busquemos el máximo absoluto de V es decir, la mayor velocidad que se podrá obtener con un viento dado dejande libre á la vez la eleccion del rumbo y la orientacion mas favorable. En este caso las cantidades θ η y $\tilde{\omega}$ no están ligadas mas que por la relacion (a): se tendrá pues dos variables independientes de las que una será necesariamente y la otra indiferentemente η ó $\tilde{\omega}$. Tomemos á η.

En este caso V será una funcion de dos variables independientes.

$$V = f(\theta,\eta)$$

y se tendrá un máximo cuando $\frac{dV}{d\theta}$ y $\frac{dV}{d\tau_1}$ sean nulas separadamente; $\frac{dV}{d\theta}$ será aqui igual á $u\cos\theta$ de donde se ve que para que $\frac{dV}{d\theta}$ sea nula es preciso que $\theta = 90°$ lo qu nos demuestra que se deberá poner la vela perpendicular al viento lo cual es evi dente por si mismo pues esta condicion no es mas que la del maximo de velocidad del viento relativo dado por la fórmula

$$\omega' \cos\theta = u\,\mathrm{sen}\,\theta - V\,\mathrm{sen}(\dot{\varphi} - \tau_1)$$

En cuanto à la segunda derivada $\frac{dV}{d\tau_1}$ es mas complicada y no puede ya tomarse mas que en el caso particular en que se suponga á q bastante pequeño y S su ficientemente grande para que la relacion $\frac{q}{S}$ pueda despreciarse; entonces te niendo en cuenta la primera condicion del máximo tendrémos:

$$V = \frac{u}{\mathrm{sen}(\tau_1 + \dot{\varphi})} = \frac{u}{\cos(\dot{\psi} - \dot{\varphi})}$$

y el máximo de V tendrá lugar por el mínimo valor de $\cos(\dot{\psi} - \dot{\varphi})$ y por lo tanto para el máximo de $\dot{\psi} - \dot{\varphi}$ lo que nes dice que la posicion relativa de la vela y del rumbo debe ser la del máximo *ccñir*.

Sea como quiera la fórmula nos hace ver que en este caso límite la velocidad del barco es mayor que la del viento. En efecto; la vela que en este caso, si se supone indefinida, no dejará escapar parte alguna del viento marchará paralelamente á sí misma con la misma velocidad del viento de O á K (Fig. 495.) Supongamos que OR es el camino que recorre el barco; cuando el viento haya llegado á K el barco deberá encontrarse entonces en R; luego la distancia recorrida por este ó sea $OR > OK$; y no se pierda de vista que en este caso $\theta = 90°$ y por esto se supone que el viento hiere perpendicularmente á la vela. En la práctica no se puede considerar S indefinida pero sin embargo se entrevee que habrá casos en que un barco andará con mayor velocidad que el viento.

Vamos ahora á hallar la relacion que existe entre las dos velocidades del viento y del buque. salvo el recurrir á la esperiencia para hallar los resultados que nos faltan.

Las relaciones geométricas son las ya dichas

$$\left.\begin{aligned} u'\cos\theta' &= u\cos\theta + V\cos(\tau_1 + \dot{\varphi}) \\ u'\,\mathrm{sen}\,\theta' &= u\,\mathrm{sen}\,\theta + V\,\mathrm{sen}(\tau_1 + \dot{\varphi}) \end{aligned}\right\} \qquad (b)$$

$$\varepsilon = \dot{\varphi} + \tau_1 + \theta \quad \text{y} \quad \varepsilon' = \theta' + \tau_1 + \dot{\varphi}$$

Eliminando u entre las fórmulas (b) se tendrá

$u'(\operatorname{sen}\theta'\cos\theta' - \cos\theta\operatorname{sen}\theta') = V[(\operatorname{sen}\theta\cos(\eta+\varphi) + \cos\theta\operatorname{sen}(\eta+\varphi)]$ ó bien

$$u'\operatorname{sen}(\theta-\theta') = V\operatorname{sen}\delta$$

Si eliminamos u' entre las mismas fórmulas (b) tendremos despues de hacer las reducciones

$$u\operatorname{sen}(\theta-\theta') = -V\operatorname{sen}\delta'$$

de cuyas dos fórmulas se deduce respectivamente

$$\frac{u'}{V} = \frac{\operatorname{sen}}{\operatorname{sen}(\theta-\theta'} \text{ y } \frac{u}{V} = \frac{\operatorname{sen}\delta'}{\operatorname{sen}(\theta-\theta')}$$

Restando ahora los valores de δ y δ' se obtiene

$$\delta-\delta' = \theta-\theta' = VOV' \text{ y haciendo } VOV' = \Sigma$$

los anteriores se convierten en

$$\frac{u'}{V} = \frac{\operatorname{sen}\delta}{\operatorname{sen}\Sigma}; \quad \frac{u}{V} = \frac{\operatorname{sen}\delta'}{\operatorname{sen}\Sigma}$$

$$\frac{u'}{V} = \frac{\operatorname{sen}(\delta'+\Sigma)}{\Sigma\operatorname{sen}} \text{ y } \frac{u}{V} = \frac{\operatorname{sen}\delta'}{\operatorname{sen}\Sigma}$$

Fáltanos pues medir los ángulos δ' y Σ. El primero es el ángulo que forma la direccion de la marcha con el viento relativo pero como la direccion de la marcha está dada por la estela y es fácil reconocer por un observador que vaya á bordo la direccion del viento relativo por medio del cataviento, tendremos determinado dicho ángulo.

En cuanto el ángulo $\Sigma = VOV'$ se le podrá medir tomando primero el ángulo de $V'O$ con la direccion de la brújula luego virando como antes hemos dicho y disponiendo todo simetricamente en el barco de modo que se obtenga una direccion de marcha OR_1 (Fig. 496) simétrica á la primera con respecto á OV y asi se obtendrá la direccion del catavientos $V_1'O$ con la brújula, quedando determinado el ángulo $V'OV' = 2\Sigma$ y por lo tanto Σ.

Se puede tambien poner el barco á palo seco; el cataviento dará entonces sensiblemente la direccion del viento absoluto que se referirá á la brújula como de antemano se ha hecho con el viento relativo y asi se podrá conocer Σ.

Conocidos δ' y Σ tendremos $\frac{u'}{V}$ y $\frac{u}{V}$ y asi por esperiencia orientando de todos los modos posibles veremos si sucede algunas veces que sea V mayor que u.

La primera de estas fórmulas nos permitirá aun hallar el verdadero valor de V con tal de que podamos determinar por medio de un instrumento cualquiera u' y reciprocamente lo que es mas fácil usando la corredera.

Cuando se trata de la velocidad de un barco se la expresa generalmente en millas por hora que se obtiene, puesto que el movimiento es uniforme, por la longitud en nudos que recorre en medio minuto.

La milla es la longitud de un minulto terrestre ó $\frac{1}{60}$ de grado y como el grado terrestre se considera tiene 20 leguas marinas, cada minuto terrestre tendrá $\frac{20}{60}$ de legua ó $\frac{1}{3}$ de legua marina = 3 millas.

Facilmente se puede calcular el valor de la milla en metros porque como 90° terrestres tienen 10^7 metros, un minuto terrestre tendrá

$$\frac{10^7}{90\times 60} = 1851\ 850 \text{ metros.}$$

Si un barco en una hora anduviera una milla, en un miuuto andaria

$$\frac{60}{1851,850} = 30^{ms},864 \text{ y en un segundo } 0^{ms}\ 5144$$

Luego en 30 andaría $0,5144\times 30 = 15^{ms},4320$ si es que anda una milla por hora luego cuantas veces ande esta longitud $15^m\ 43$ (que es el nudo náutico) en 30", otras tantas millas correr el barco por hora.

Volvamos ahora al problema propiamente dicho de calcular el máximo de V en funcion de η.

Para esto podríamos valernos de la fórmula

$$V = \frac{q\,\mathrm{sen}\theta}{\mathrm{sen}(\eta+\dot{\omega}) + \sqrt{\frac{q}{S}\,\frac{\cos\alpha}{\cos(\psi-\alpha)}}}$$

pero como depende de S y θ que no pueden medir directamente los marinos,

Euler ha eludido la dificultad partiendo de la fórmula $\frac{\cos\alpha}{\cos(\psi-\alpha)} = Su'^2\mathrm{sen}^2\theta'$ en funcion de los ángulos relativos de donde ha deducido el valor de

$$V^2 = \frac{S}{q\cos\alpha}\,u'^2\mathrm{sen}^2\theta'\cos(\psi-\alpha)$$

y en la que ha buscado el máximo de V solo que para obtenerlo ha establecido la hipótesis de que para el camino OR el ángulo δ' y la velocidad u' del viento aparente podian mirarse como constantes cualquiera que fuese la velocidod V' del barco siendo V' el límite práctico. Admitiendo por por un momento esta hipótesis vamos á probar que son rigurosamente exactas cuando se trata de hallar el máximo de V.

En la fórmula precedente podemos reemplazar el ángulo $\psi-\alpha$ por su complemento $\eta+\alpha$ y tendremos

$$(1)\quad V = \frac{S}{q\cos\alpha}\,u'^2\mathrm{sen}^2\theta'\,\mathrm{sen}(\eta+\alpha)$$

á cuya fórmula uniremos las relaciones

$$tg^2\,\delta = tg\alpha\,\cot\eta \quad (2)$$

$$\delta' = \eta+\delta+\varepsilon' \quad (3)$$

Si en primer lugar se desprecia la deriva, se tendrá $\dot{\varphi}=0$, y la ecuacion (3) diferenciada nos dará, puesto que δ' es constante, $d\eta+d\theta'=0$ y diferenciando tambien la (1) é igualandola á cero, se tendrá despues de reemplazar á $d\theta'$ por su valor y hacer las reducciones.

$$\frac{1}{2}tg\,\theta'=tg(\eta+\alpha)$$

Pero habiendo despreciado $\dot{\varphi}$ es preciso tambien despreciar α como lo hace Bouguer y entonces se obtiene $tg.\ \theta'=2tg\eta$ espresion fácil de construir.

En el caso de no despreciar el angulo $\dot{\varphi}$ tendremos siempre

$$(4)\quad \operatorname{sen}\theta'\cos(\eta+\alpha)d\eta+2\cos\theta'\operatorname{sen}(\eta+\alpha)d\theta'=0$$

que se puede poner bajo la forma

$$(5)\quad tg\,\theta\,d\eta+2tg(\eta+\alpha)d\theta'=0$$

Si se diferencia la ecuacion (2) se tendrá

$$2tg\dot{\varphi}\,tg\eta\frac{d\dot{\varphi}}{\cos^2\dot{\varphi}}+tg^2\dot{\varphi}\,\frac{d\eta}{\cos^2\eta}=0$$

de donde

$$(6)\quad 2d\dot{\varphi}=\frac{tg\dot{\varphi}(1+tg^2\eta)d\eta}{tg\eta(1+tg^2\dot{\varphi})}$$

Diferenciando la ecuacion (3) se obtiene

$$d\eta+d\dot{\varphi}+d\theta'=0 \qquad (7)$$

de modo que si entre las ecuaciones (5) (6) y (7) eliminamos las diferenciales tendrémos la condicion buscada del máximo.

Para facilitar el càlculo adoptarémos la dotacion ausiliar siguiente:

$$tg\theta=x;tg\eta=y;tg\dot{\varphi}=z;tg\alpha=\omega$$

Entonces observando que

$$tg(\eta+\alpha)=\frac{tg\eta+tg\alpha}{1-tg\eta tg\alpha}=\frac{\omega+y}{1-\omega y}$$

y que la ecuacion $tg^2\,\dot{\varphi}\ tang\,\eta=tg\alpha$ se convierte en $\omega=z^2\,y$ se tendrá

$$tg(\eta+\alpha)=\frac{y(1+z^2)}{1-y^2z^2}$$

lo que nos permitirá el escribir las fórmulas (5) y (6) del modo siguiente:

$$2d\theta'=-\frac{x(1-y^2z^2)dy}{y(1+z^2)} \qquad (8)$$

$$2d\dot{\varphi} = -\frac{z(1+y^2)dy}{y(1+z^2)} \quad (9)$$

Uniendo á estas ecuaciones la identidad

$$2d\eta = 2dy \quad (10)$$

y sumando ordonadamente las ecuaciones (8) (9) y (10) sin perder de vista la (7) se tendrá

$$x = \frac{2y(1+z^2) - z(1+y^2)}{1-zy^2}$$

Esta ecuacion, como aquella de la cual se deduce, será la condicion del màximo; en ella no figura el ángulo δ' pero es fácil hacerlo aparecer notando que de $\delta = \theta' + \eta + \dot{\varphi}$ se infiere $\delta' - \eta = \theta' + \dot{\varphi}$ luego

$$\text{tang}\,(\delta' - \eta) = tg\,(\theta + \dot{\varphi}) = \frac{x+z}{1-xz}$$

y poniendo en esta espresion el valor de $\dot{\varphi}$ antes hallado, será despues de toda reduccion.

$$tg(\delta' - \eta) = \frac{y(2-yz)}{1-2yz}$$

y sustituyendo por las letras y y z las cantidades que representan se tendrá

$$tg\delta' - \eta) = \frac{tg\eta(2 - tang\eta tg\dot{\varphi})}{1 - 2tang\eta tg\dot{\varphi}}$$

Por medio de esta relacion y de las ecuaciones (2) y (3) ha calculado Euler los diversos valores de δ' $\dot{\varphi}$ y θ en funcion de η y ha construido cuadros para cada especie de barcos. Trancribimos á continuacion el que corresponde á la 4.ª especie.

Especie $\frac{1}{45,2}$

δ'	η	$\dot{\varphi}$	$\eta\dot{\varphi}$	θ'
31′	10	19	29	1
46	15	16	31	16
60	20	14	34	26 1/2
72	25	12	37	36
85	30	11	41	43 1/2
95	35	10	45	50
105	40	9	49	56
114	45	8 1/2	31/2	60
122	50	8	58	65
»	55	7	62	69
»	60	6	66	72
	65	6	71	75
	70	5	75	78
	75	5	80	81
	80	3	83	84
	85	31/2	87 1/2	87 1/2
180	90	0	90	90

En vista de lo que las fórmulas anteriores arrojan, para marchar con una direccion dada en un barco de la 4.ª especie se pondrá la popa en esta direccion con cualquier orientacion de vela con lo cual se tendrá entonces un ángulo δ cuyo ángulo η correspondiente se buscará en la tabla. Luego se orientará segun el η pero como á este valor cerresponde el máximo de velocidad, esta aumentará y por consiguiente el àngulo δ' variarà, de modo que su correspondiente η en la tabla nos permitirá modificar la orientacion procediendo asi hasta que se llegue al máximo de la velocidad y por lo tanto á los àngulos δ' y η convenientes.

Debemos observar sin embargo que en la práctica basta una aproximacion grosera tanto mas cuanto en las proximidades de un máximo de la velocidad, las diferencias pequeñas en la variable producen diferencias de 2.º órden en la funcion, asi que si en nuestro cuadro hacemos abstraccion de las dos primeras líneas en el ángulo θ', se obtienen valores irrealizables en la práctica. Comparando los valores de $\eta+\phi$ y θ' correspondientes, observaremos que siendo casi iguales al principio difieren un poco hasta el medio para volver á ser iguales al fin. Ademas lo que sucede en este cuadro sucede en todos los otros; la diferencia máxima es de 10º y siempre $\theta'>\eta+\phi$.

Podemos dar como regla práctica suficientemente aproximada que se debe tener $\theta'=\eta+\phi=\frac{1}{2}\delta'$ es decir, que es preciso que la vela OS divida en dos partes iguales el àngulo V'OR. Esto es lo que instintivamente practica la gente de mar, solo que es mas bien x O V' el ángulo que dividen por mitad.

Vamos à hacer ver que las hipótesis de Euler $du'=0$ y $d\delta'=0$ son racionalmente exactas, de donde resaltarà que admitida su fórmula fundamental

$$V^2=\frac{S}{q\cos\alpha}w'^2\operatorname{sen}^2\theta\operatorname{sen}(\eta+\alpha)$$

el resto del cálculo es rigurosamente exacto.

En efecto; lo que falta á nuestras ecuaciones de condicion, suponiendo w' y ε' variables es

$$1.^\circ \qquad \frac{2S}{q\cos\alpha}w'^2\operatorname{sen}^2\theta'\operatorname{sen}(\eta+\alpha)du'=0$$

$$2.^\circ \qquad 2\,tang\varphi\frac{d\varphi}{\cos^2\varphi}\,tang\eta tang^2\varphi\frac{d\eta}{\cos^2\eta}=0$$

$$3^\circ \qquad d\eta+d\varphi+d\theta'=d\delta'$$

Si se demuestra, pues, que $du'=0$ y $d\delta'=0$ volveremos al cálculo anterior.

En realidad u y δ son constantes para una cierta estela luego

$$u'^2 = u^2 + V^2 + 2uV\cos\delta$$

de donde

$$2u'du' = 2V\,dV + 2u\cos\delta\,dV .$$

Pero en el máximo de V, $dV = 0$ luego $du' = 0$ y $u' =$ constante.

Respecto á δ' tenemos segun el triángulo (Fig. 491) de composicion de velocidades

$$u : u' :: \operatorname{sen}\delta' : \operatorname{sen}\delta$$

ó bien

$$u\operatorname{sen}\delta = u'\operatorname{sen}\delta'$$

luego

$$d(u\operatorname{sen}\delta) = d(u'\operatorname{sen}\delta')$$
$$u'\cos\delta'\,d\delta' + du\operatorname{sen}\delta = u\cos\delta\,d\delta$$

y como u y δ son constantes por lo demostrado

$$d\delta' = 0 \text{ y } \delta' = \text{constante}.$$

Si consideramos el paralelogramo $OABC$ (Fig. 491) se ve tambien que si ángulo AOC es fijo y determinado y OC constante en magnitud, variará solo BC; pero BC es precisamente igual á V' cuyo máximun vamos buscando

Es evidente que el máximo de BC es al mismo tiempo máximo de la diagonal $OB = u'$ y el mínimun de $\delta' = AOB$ luego al mismo tiempo que $dV = 0$ $du' = 0$ y $d\delta' = 0$.

LECCION 39.

345. DEL MEJOR MODO DE NAVEGAR DE VUELTA Y VUELTA Ó DE BORDEAR.—Representemos por VO la direccion del viento absoluto (Fig. 497) é imaginemos que un barco que parte del punto O quiera ir contra el viento al punto V; directamente no podrá conseguirlo, pero si $0x$ es la perpendicular tirada por O à la direccion del viento, hemos visto se podría ceñir segun una direccion 0A que caerá sobre esta perpendicular formando con OV un ángulo $\delta < 90°$ ó segun su simétrica OA' y del mismo modo el barco podrá ir de A à V. Este modo de marchar se llama *navegar de vuelta y vuelta* ó *bordear*.

Supongamos ahora que en vez de ir de O á A se vaya de O á B y que desde B se vire para irse á B' y en B' se vuelva à virar de nuevo para ir á V'; digo que si se desprecia el tiempo empleado en las viradas llegara el barco tan pronto al punto B por este camino como por el primero. En efecto; la parte AB es comun á ambos, luego de B á B' empleará evidentemente tanto tiempo como de A á V y como la parte O B es tambien comun esta demostrada la proposicion.

Del mismo modo si en C' se efectuase una nueva virada emplearía el mismo tiempo para recorrer el camino quebrado OBC'CV que el camino OBB'V, ó el OAV; en una palabra, si en los ángulos OA VA' trazamos un sistema de paralelas á los lados sea cualquiera el zic zac que recorra el barco para ir de O á V, empleará el mismo tiempo si no se tiene en cuenta el de las viradas.

Sea ahora V la velocidad del barco en el sentido OA ú OA', la proyeccion de esta velocidad sobre la linea *OV* será constante é igual a V cos δ, por lo tanto cuando un barco *bordea* bajo un ángulo δ, es como si marchara sobre OV con un movimiento uniforme cuya velocidad fuese V$\cos\delta$.

Nuestro problema se reduce á hallar la direccion δ que darà un máximo para V cos δ

Euler se ha ocupado de esta cuestion pero ha persistido en mirar á V como constante y buscando el máximo de cos δ' ha llegado á la condicion $\delta'+\theta'=90^{\circ}$ de lo cual ha deducido un cuadro que da para sus siete especies el valor de δ' correspondiente. Observando el cuadro se nota que η es constante y atendiendo solo á las últimas clases, únicas admisibles para los barcos del Estado, podemos concluir que δ' ϕ, y θ' son tambien casi constantemente iguales à 60°, 50° y 30°.

Podrémos resolver directamente la cuestion admitiendo con la condicion $\theta'+\delta'=90^{\circ}$, la condicion de mejor orientacion $\theta'=\eta+\varphi$.

tang α	δ	η	$\eta+\phi$	φ	θ'
$\frac{1}{35,5}$	67	21	45	24	23
$\frac{1}{21,4}$	65	31	40	19	25
$\frac{1}{32}$	63	21	27	16	27
$\frac{1}{45,6}$	62	21	34	13	28
$\frac{1}{62,5}$	61	21	33	12	19
$\frac{1}{83,8}$	61	21	31	10	29
$\frac{1}{10,8}$	60	21	31	10	30

En efecto, de $\delta'=\eta+\dot{\omega}+\theta'$ se deduce en este caso $\delta'=2\theta'$, luego $\theta+2\theta'=90^{\circ}$, de donde $\theta'=30^{\circ}$, $\delta'=60^{\circ}$ y $\eta+\dot{\omega}=30.^{\circ}$.

Busquemos la solucion rigurosa, es decir el máximun de V cos $\hat{\delta}$ en lugar de V cos δ' que determina Euler para lo cuál nos servirémos de la fórmula.

$$V=\frac{n\,\mathrm{sen}\,\theta}{\mathrm{sen}\,(\eta+\dot{\omega})+\sqrt{\frac{q\cos\alpha}{S\cos(\dot{\varphi}-\alpha)}}}$$

Multiplicando los dos miembros por cos $\hat{\delta}$

tendrémos

$$(1)\qquad V\cos\delta=\frac{u\,\mathrm{sen}\,\theta\cos\delta}{\mathrm{sen}(\eta+\psi)\sqrt{\frac{q\cos\alpha}{S\cos(\psi-\alpha)}}}$$

con las condiciones

$$(2)\qquad tang^2\tfrac{1}{2}\delta\, tang\,\eta=tang\,\alpha$$

$$(3)\qquad \theta+\eta+\psi=\delta$$

Como δ no esta dada, resulta que tenemos aqui dos variables independientes; elegiremos δ y η. Entonces V cos δ para ser máximum tendrá que cumplir con la condicion de que sean separadamente cero sus derivadas con respecto á cada variable. Pero en el segundo miembro de (1) si miramos á como constante y buscamos el máximo con respecto á η, es evidente que vendremos á parar á la cuestion de mejor orientacion.

Luego cualquiera que sea la direccion, es necesario que las velas esten orientadas del mejor modo posible respecto al rumbo lo que es evidente á priori.

Ahora mirando á η como constante, ψ lo será tambien en virtud de la ecuacion (2)y $\psi=90°-\eta$ lo será tambien; luego el denominador de (1) es constante por lo cual no habrá mas que buscar el máximo de $u\,\mathrm{sen}\,\theta\cos\delta$ ó de $\mathrm{sen}\,\theta\cos\delta$. Diferenciando esta espresion tenemos

$$\cos\theta\cos\tfrac{1}{2}\delta\, d\theta-\mathrm{sen}\,\theta\,\mathrm{sen}\tfrac{1}{2}\delta\, d\delta=0$$

Pero la relacion (3) da puesto que η y ψ son constantes

$$d\delta=d\theta$$

luego

$$(\cos\theta\cos\tfrac{1}{2}\delta-\mathrm{sen}\,\theta\,\mathrm{sen}\tfrac{1}{2}\delta)\, d\theta=\cos(\theta+\tfrac{1}{2}\delta)\, d\theta=0$$

de donde se deduce

$$\theta+\tfrac{1}{2}\delta=90°$$

La condicion de mejor orientacion es aproximadamente

$$\theta'=\eta+\tfrac{1}{2}\psi=\tfrac{1}{2}\,\delta'$$

con

$$\theta-\theta'=\tfrac{1}{2}\delta-\tfrac{1}{2}\delta'=\Sigma$$

de donde resulta que para los ángulos relativos se tendrá

$$\theta'+\Sigma+\tfrac{1}{2}\delta'+\Sigma=90°$$

$$\theta'+\Sigma+2\theta'+\Sigma=90°$$

$$3\theta'+2\Sigma=90°$$

y $$\theta' = 30° - \frac{2\Sigma}{3}; \delta' = 2\theta' = 60° - \frac{4\Sigma}{3}$$

Donde se ve que en realidad cada uno de los àngulos δ y δ' deben ser menores que 60°.

Verdad es que el ángulo Σ no se conoce à priori pero à bordo se le podrà calcular por la fórmula

$$\frac{V}{w} = \frac{\operatorname{sen}\Sigma}{\operatorname{sen}(\delta+\Sigma} \text{ ó por la } \frac{V}{u} = \frac{\operatorname{sen}\Sigma}{\operatorname{sen}\delta}$$

Ademas, en la marcha de vuelta y vuelta, se tiene necesidad de virar muchas veces y asi se podra medir el ángulo Σ, como ya lo hemos dicho por medio de los àngulos que hace el catavientos con la brújula en las dos direcr ciones simétricas de marcha.

Además segun la direccion en que mas se ciñe serà Σ lo menor posible por consiguiente podemos entonces despreciar $\frac{1}{3}\Sigma$ y tomar $\delta = 60°$ sin temer influya sobre la velocidad de un modo sensible pues nos encontramos en un màximo.

Euler prosigue su teoría suponiendo que en lugar de ir contra el viento de O à V se quiera ir de O à V', (Fig. 498), siendo VOV' un àngulo menor que aquel con que se ciñe mas. Sea V este àngulo y δ el de la marcha con el viento; mientras que el barco corre segun O A, la velocidad segun OV' serà V cos($\delta - V_1$). Euler dice que basta hacer esta cantidad un màximo pero esto es completamente falso, porque mas pronto ó mas tarde podrà el barco virar Supongamos lo hace en A; podrà suceder que el camino A A' pase bajo la perpendicular Ap à OV' y entonces la proyeccion P retrocederà, ó si AA' pasa por encima la velocidad de la marcha serà diferente de Vcos (δ—V).

En una pa abra no se podrá considerar al barco como que se mueve con una velocidad constante à lo largo de OV'.

Hay un medio mas sencillo y exacto de llegar à la solucion.

Volviendo à la (Fig. 497) es evidente que se empleará el mismo tiempo en ir de 0 à V por A, que de 0 à V' y si se toma un punto entre V y V' serà indiferente, en cuanto al tiempo empleado, el hacer ir al barco à V ó à V''. En efecto, tiremos por V'' una paralela V'' C à OA; dos barcos que salgan juntos de 0 llegarán al mismo tiempo y por cualquier camino à C siempre que sigan marchando juntos. Supongamos ahora que se separen en C, uno para ir á V y otro à V''; como los dos caminos CV y CV'' son simétricos, evidentemente llegaran à un mismo tiempo à los puntos estremos.

Luego cualquiera que sea el camino que se sigue para ir á V'', se podrá hallar otro equivalente para ir á V, por lo tanto, el minimo de tiempo para ir de 0 à V' corresponderá al mínimo para ir de 0 á V lo que demuestra que se debe ceñir formando ángulo de 60° con la direccion del viento.

De manera que cuando se deba marchar hàcia un punto sobre la perpendicular al viento, si el ángulo de la marcha es bastante grande para llegar directamente al objeto, es preciso hacerlo; sino, es necesario bordear seg un direcciones simétricas que formen un ángulo de 60° con la direccion del viento.

En todo lo dicho nos hemos referido à un barco con una sola vela, pero en la práctica no sucede esto y entonces podrà acontecer que orientando todas las velas segun las reglas teóricas, muchas de ellas se tapen en tanto que una pequeña desviacion pueda hacerlas esponer todas alviento; entonces se debera adoptar esta desviacion por que los esfuerzos suministrados por las velas que antes no recibian la impuision del viento compensarian el defecto de no seguir la indicacion teórica precisa

346. INCLINACION DEL BUQUE DURANTE SU MARCHA.—Hasta aqui hemos supuesto que el barco no esperimentaba inclinacion alguna pero esto no sucede asi.

Sea *ox* (Fig. 499) la traza del plano diametral del barco sobre un plano horizontal *o' x'* esta misma traza sobre un plano vertical; sea una vela *os*, que haciendo con *ox* el angulo η tengas u centro de impulsion en *o* y en el plano diametral. Sea ON la fuerza del viento sobre esa vela, fuerza que le sera normal y que por consiguiente cuando el barco este en su posicion inicial sera horizontal.

Si el punto *o o'* estuviese suficientemente bajo, podria suceder que las dos fuerzas N sen η y N cos η en que podemos descomponer la N empujasen solo al barco sin inclinarle, pero este punto es generalmente muy elevado con respecto al casco, y por lo tanto se producirá un momento de inclinacion que hará tumbar al barco hasta equilibrar al momento de estabilidad; sea I el angulo que se necesita para ello. Como la vela y el barco forman un todo que ha girado sin deformarse, la fuerza N cos η habra quedado normal à la línea Ao que representa ahora la traza del plano diametral.

Lo que decimos de la fuerza N cos η que da la inclinacion de babor á estribor puede decirse de la N sen η que da la de cabezada. El movimiento del barco podrá mirarse como un movimiento de rotacion al rededor de cierto eje instantáneo. Llamemos *h* á la distancia del punto *o* á este eje, tendrémos entonces la medida de los ángulos I é *i* escribiendo,

$$P(R-a)\, I = hN\operatorname{sen}\eta \qquad (1)$$

$$P(r-a)\, i = hN\cos\eta \qquad (2)$$

Cada una de las fuerzas componentes de la N primitivamente horizontales se situarán oblicuamente al horizonte despues de la inclinacion y se podrán descomponer en dos una horizontal y otra vertical: asi la fuerza N cos η nos dará

$$\text{Una horizontal} = N\cos\eta\cos i$$

$$\text{y otra vertical} = N\cos\eta\operatorname{sen} i$$

y la $N\text{sen}_{\eta}$ analogamente producirá una

$$\text{horizontal} = N \text{ sen } \eta \cos I$$

$$\text{y otra vertical} = N \text{sen}_{\eta} \text{ sen } I$$

Pero como el ángulo I es muy pequeño con respecto al i y no buscamos resultados exactos sino aproximados podremos hacer $\cos I = 1$ y $\text{sen} I = 0$ y mirar á nuestro barco como solicitado por las tres fuerzas.

$N\text{sen}\,\eta$ y $N\cos_{\eta}\cos i$ horizontal, y $N\cos_{\eta}\text{sen} i$ vertical.

Compuestas las dos primeras darán la fuerza F de traccion, lu go

$$F \text{ sen}\psi = N\cos_{\eta}\cos i$$

$$F \cos\psi = N\text{sen } \eta \qquad (3)$$

La 3.ª será un esfuerzo vertical que tenderá à sumergir el cuerpo hasta obtener un incremento de desplazamiento igual à su valor.

Para no dejar circunstancia alguna digna de examen ademas de los dos momentos de rotacion que acabamos de examinar, será preciso estudiar el movimiento de rotacion al rededor del eje de la z, estudio que haremos en lo sucesivo:por el momento supondremos que el punto 00' de impulsion sea tal que este momento sea nulo.

Vamos á probar ahora que la inclinacion del buque nos conduce á condiciones desfavorables à la marcha.

En efecto, da en primer lugar origen à una fuerza vertical, $N \cos \eta \text{ sen } i$ qne aumeeta el calado y que disminuye el efecto de la fuerza de traccion F horizontal.

En segundo lugar . si consideramos la relacion de Euler

$$tg^2\varphi = tg^2\alpha tg^2\gamma$$

y notemos que en este caso el ángulo φ de nuestras fórmulas no es el complemento del ángulo η, porque este angulo á causa de la inclinacion no es horizontal, deducirémos

$$\text{tang}^2\psi = \frac{\text{tang}^2\varphi}{\text{tang}^2\alpha}$$

y dividiendo entre si las ecuaciones (3) tendremos

$$tg\psi = \frac{\cos_{\eta}\cos i}{\text{sen}\eta}$$

éigualando ambos valores

$$\frac{tg^2\tilde{\omega}}{tg\alpha} = \frac{\cos\eta\cos i}{\operatorname{sen}\eta} = \frac{\cos i}{tg\eta}$$

$$tg^2\tilde{\omega}\, tg\eta = tg.\alpha\cos i$$

ó

por lo tanto para un mínimo ángulo η de la vela con la quilla, la deriva $\tilde{\varphi}$ no se ria la misma que si hubiese inclinacion y siendo cos $i<1$ se sigue que será menor. Esto que parece ventajoso, no lo es tanto si se advierte que la vela (Fig. 500) se puede considerar que gira ó rueda tangencialmente sobre un cono recto de manera que á medida que se inclina mas, el ángulo que hará con la direccion V del viento disminuira; de donde resulta que para reducirle á su valor primitivo sera necesario sino se toca á η aumentar el angulo δ, ó bien, si se deja á este constante disminuir el angulo η de la vela con la quilla lo que equivale á aumentar la deriva.

Puesto que hemos visto que la inclinacion de la vela altera las buenas condiciones en que nos encontramos, vamos á tratar de evitarlo colocando las velas de manera que para una inclinacion ó balance probable queden verticales lo cual se conseguirá dando una inclinacion á los palos en lugar de colocarlos verticales ó en *candela*, adoptando la palabra técnica.

Encontrandose los palos situados en el plano diametral, los mirarémos como la interseccion de este plano con el de la vela. Sea $t\ t'$ (Fig 501) la linea de tierra, L0P las trazas del plano diametral supuesto inclinado, y S' 0 S las trazas de la vela establecida verticalmente y V la direccion del viento; el barco marchará de P hácia 0, y las proyecciones de la interseccion buscada serán OL, OS. Rebatiendo esta interseccion sobre el plano ausiliar vertical zz' observarémos entonces que el palo deberá estar inclinado á popa el ángulo $z\ o'm$ variable con la inclinacion i Si queremos fijo el palo le hacemos formar el ángulo que corresponda á la inclinacion mas habitual i del barco ó sino se le instalará de suerte que se pueda hacer variable el ángulo á voluntad.

Solo á los barcos chicos se da esta inclinacion pues en los grandes el enorme peso de los palos tenderia á romperlos.

347. Rotacion al rededor del eje de las z.—Volvamos á considerar el momento de rotacion de que antes hemos prescindido y tomemos desde luego nuestro barco inclinado segun debe ulteriormente quedar por la accion del viento

Como la fuerza del viento por un angulo cualquiera que forme con la quilla no pasará siempre por el punto de aplicacion de la resistencia à la marcha, es evidente que resultara en este caso un movimiento de rotacion al rededor de un eje vertical; pero si nosotros dispusiéramos el centro vélico de manera que la direccion de la fuerza motriz que pase por dicho punto fuera la misma que la de la resistente quedaría destruido este movimiento.

Para resolver este problema es indispensable conocer la direccion y punto de aplicacion de la fuerza resistente lo cual es imposible determinar teóricamente en el estado actual de la ciencia pero se puede llegará un resultado muy aproximadamente por medio de la esperiencia siguiente: si colocamos (Fig. 502) un

buque en uncanal de agua corriente y amarramos uno de los chicotes de un cabo en un punto *A* de la amurada mientras que el otro se haga firme á la orilla del canal, es evidente que estando sujeto el buque á la fuerza de la corriente por una parte y à la tension del cabo por otra, llegará á una posicion de equilibrio en la que la quilla forme un ángulo ↓ con la tension AF que podremos medir y es evidente tambien que variando el punto A de amarra de una manera contínua á lo largo del buque, tendremos en cada caso distintos ángulos ó direcciones de equilibrio Si ahora trazamos la curva envolvente de todas estas direcciones, observarémos que siempre que en un buque la fuerza del viento para una direccion dada sea tangente à esta curva, el par de rotacion al rededor de un eje vertical sera nulo lo cual nos viene a determinar con precision la posicion que debe tener el centro vélico para una direccion determinada del viento a fin de evitar dicho movimiento rotatorio.

En el caso de disponer el centro vélico mas á popa resulta un par que tendería á disminuir el angulo del rumbo con el viento que es lo que los marinos llaman *orzár* y si por el contrario se hiciera correr á proa entonces la tendencia del buque seria á formar un ángulo mayor con el viento ó sea á *arribar*.

348. Influencia de la inclinacion sobre la posicion del centro vélico.— Supongamos un buque marchando viento en popa; sea P (Fig. 503) la resistencia en proa á la marcha directa, *Q* la resistencia enpopa que será mas bien una depresion *R* la resultante quepodremos descomponer en dos una horizontal y otra vertical. La 1.ª será la que tenderá que vencer el viento y la 2.ª á emerger ó sumergir el barco.

Esta descomposicion puede efectuarse en un punto cualquiera de *OR* pero si se quiere que la fuerza vertical no haga mas que desplazar el barco paralelamente á su plano de flotacion, por el centro de gravedad se levanta una vertical eligiendo su punto de interseccion *I* con *OR*, para descomponer la resistencia *R* en una horizontal *hh'* y en otra vertical. Debera pues encontrarse el centro vélico en direccion de *hh'* pero uniéndose á la dificultad de determinar este punto o el no tener aplicacion lo qne acabamos de esponer mas que á la marcha directa, vamos á tratar de deducir otras consecuencias de una manera mas general.

Tomemos un barco sin diferencia de calados y supongamos le impulsado por una suave brisa á toda vela, estando su centro vélico en el plano tangente al cilindro cuya base es la envolvente de todas las posiciones de la fuerza F, que es la accion horizontal del viento, y cuyo punto de aplicacion será *cc'*.

Veamos lo que sucederá si el barco se inclina ó si cambia de rumbo.

Supongamos primero (Fig. 504) que el camino ó rumbo subsiste elmismo, pero que refresque la brisa; entonces el barco se inclinará, y si representamos por *oc'* la traza del plano diametral inclinado, como el velámen no ha cambiado, el centro vélico habrá venido á parar *c'*, *c*, y entonces F que habrá variado un poco de intensidad á causa de la componente vertical que resulta de la inclinacion se convertirá en F, y pasará por *c*,

Podemos despreciar la accion que proviene del cambio de la parte sumergida del barco considerando en la aproximacion á la carena como una superficie de revolucion y entonces la curva envolvente no cambiará y por consiguiente cF no dejarà de ser la tangente, luego la fuerza F, situada detras de esta línea cF dará un par estático que dará al barco una tendencia à orzar. De aqui el decir que *todo barco que escora tiende à orzar*.

Se podria corregir esta tendencia con el timon, si bien como es continua, no es una accion intermitente la mas apropósito para neutralizarla

Se podria tambien remediar cambiando la orientacion de velas, pero si la adoptada es la mas á propósito para el rumbo se debe procurar el conservarla, asi que el único medio aceptable es llevar á proa el centro vélico.

Esto hecho, si la brisa refresca aun mas, el barco se inclinará tambien mas y mas y llegará á una iuclinacion límite de que seria peligroso escederse en cuyo caso seria preciso disminuir el velàmen suprimiendo las velas altas que son las que tienen mas influencia en la inclinacion. Por este procedimiento se hace bajar el centro vélico, pero si este punto á toda vela y para la inclinacion límite se ha colocado de tal suerte que se proyecta sobre cF en c', si nos contentamos con hacerle descender perpendicularmente á la quilla vendrà á parar á c'' y c,'' y por lo tanto tenderá á arribar de suerte que al propio tiempo que se le hace descender será preciso hacerle ir á popa en una cantidad c''*h* proporcional á la que se hace bajar por lo tanto si representamos en la (Fig.505) la marcha seguida por el centro vélico veremos que para una derrota dada deberá marchar primero horizontalmente de 0 á *H* siendo 0*H* igual á la linea c'' *h* de la figura precedente por lo tanto en esta figura 0*H* sera igual á $c''c_1 \times \cot\psi = c'c'_1$ sen *i* cotψ pero como en tanto que el barco marcha de 0 à *H*, queda constante y ademas la inclinacion límite está dada resulta que 0*H* es proporcional à cot ψ.

A partir del punto L el centro deberá bajar yendo en popa segun una línea recta HL de suerte que obtendrémos asi un triángulo rectàngulo OHL en el que deberá poderse colocar como se quiera el centro vélico para la marcha en cuestion.

En efecto, si desde luego en vez de hechar fuera Iodas las velas las hubiera dispuesto de tal suerte que el centro véltco en lugar de estar en 0 estuviese en 0', se demostraría del mismo modo que este centro deberìa marchar de 0' á H' en tanto que no se hubiera alcanzado la inclinacion límite *i* luego deberà ir de H á L y como el punto 0 es arbitario resulta que el centro vélico podrá variar en todo el triàngulo.

Si ahora suponemos que se haga variar la derrota, el ángulo ψ cambiará al mismo tiempo y por lo tanto OH cambiará tambien y tendremos otro triángulo en el que deberá poder marchar el centro vélico; á medida que nos aproximamos à la empopada, ψ aproximándose á cero, tendrémos que cot ψ tenderá al infinito y llegará à este valor para $\psi = 0$ luego para la marcha en popa serà preciso que el centro vélico pueda marchar horizontalmente hasta el infinito. Este resultado parece estraño á priori; pero veamos directa

mente lo que sucede en este caso.

Si el barco marcha rigurosamente viento en popa no hay en verdad razon alguna para que se incline si el agua esta tranquila pero como la mar está siempre ondulada y estas ondulaciones no son geométricamente regulares oscilará ya de una ú otra banda y por lo tanto la fuerza impulsora F desviará al barco de su direccion y una vez en este caso la acciou del viento aumentará el momento rotatorio hasta llevarle à una direccion perpendicular,en esta posicion si bien el viento no ejercerá accion sobre las velas, la ejercerá en cambio sobre el resto del aparejo y en virtud de la velocidad adquirida podrà el velamen recibir el viento por la cara opuesta que es à lo que se llama tomar por la *lua*.

El barco tendrá pues una direccion completamente inestable y convendrá mantenerle en ella por una fuerza esterior. Esté efecto tendrá lugar para la derrotas próximas á la empopada en el momento que la inclinacion sea bastante grande para conseguir que el centro vélico vaya mas à proa que el limite fijado por las formas pràcticas de las velas.

Sea l la mayor distancia horizontal que se puede hacer correr al centro vélico que suponemos está á la altura h sobre el eje de rotacion; todas las derrotas para las que se tenga.

$$h \text{ sen } i \; cotg\psi > l$$ serán inestables

para una inclinacion que será tanto menor cuanto ψ se aproxime à 180°

LECCION 40.

349. Influencia del género de velámen en la marcha.—En la vela cuadrada el centro vélico está en el plano diametral en todas sus posiciones pero no sucede asi en las velas auricas. Imaginemos ahora (Fig 506) que un barco con la vela cuadrada no tienda ni á la orzada ni á la arribada y sea CC' el centro vélico: sustituyamos esta vela por otra aurica cuyo centro este à la misma distancia de proa y por lo tanto en proyeccion horizontal sobre AC; si suponemos se le deja á la misma distancia vertical sobre la quilla estará en proyeccion vertical sobre la línea CC', perpendicular al plano diametral. Este nuevo centro vélico tendrà por proyeccion C_1C_1' que está necesariamente á popa del plano vertical OF tirado por la direccion de la resistencia del barco, luego por el hecho solo del cambio de velámen el barco tenderá á orzar y para corregirlo al propio tiempo que se cambia la vela se deberà llevar à proa el centro vélico, por cuya causa cuando el viento es fuerte se ve á los barcos con vela al tercio navegar solo con las velas de proa lo que no les impide en fuertes borrascas el tender aun á la orzada pero esto consiste en lo que mas adelante se dirà.

350. Influencia del balance y cabezada.—La superficie de la mar nunca es plana puesto que siempre se presenta como un cilindro cuyas generatrices son perpendiculares à la direccion del viento asi es que un buque que en calma y con viento dado navegaria bajo una inclinacion i, encontrándose sobre una agua ondulada marchará sobre esta agua con una inclinacion variable y algunas veces menor que i. Este ángulo será el valor de la inclinacion media.

Veamos lo que resultará de esta variacion de inclinacion y para esto tomemos el caso del rumbo del màximo ceñir.

Sea (Fig. 507) OR el rumbo en linea recta que sigue el buque con una inclina-

constante i sobre una agua calma;supongamos el centro de velámen talmen e dispuesto que en este rumbo no tienda ni á orzar ni á arr bar. Si por efecto de una guiñada el buque se inclina sobre estribor la cantidad $i+\alpha$, tenderá inmedialamente á orzar por el solo hecho del aumento de inclinacion; por consecuencia, si está en A se separará de AR para aproximarse hácia OV; pero no puede separarse mucho por que á medida que el buque se inclina la fuerza del viento sobre las velas disminuye por que la vela entonces se aproxima á marchar en la misma direccion del viento y por consiguiente la velocidad relativa del viento disminuye y además la incidencia e disminuye tambien tanto porque el buqne se inclina demasiado cuanto porque se aproxima hácia el viento; asi á medida que se inclina se sustrae á la accion del viento y éntonces el momento de estabilidad tiene mas fuerza para volverle á su posicion.

Supongamos ahora por el contrario que por el efecto de una guiñada el buque se levante de manera que no tenga inclinacion ó que $i—\alpha$ sea igual à cero, entonces el barco tenderá à arribar y por consecuencia si esta en A' se separará à la vez del rumbo OR y del viento OV pero tambien esta inc inacion $i—\alpha$ no podra ir muy lejos porque todos las razones que antes paralizaban la accion del viento tenderán ahora á presentarse en sentido contrario para aumentarle. Resulta de aqui que para el rumbo del màximo ceñir si el buque no es capaz de corregir en cada instante por medio del timon las separaciones de rumbo (ó guiñadas), cosa que evidentemente no es posible, el buque navegará segun una linea sinuosa cuyas amplitudes serán las mismas que las del balance llevando un rumbo cuya direccion será perfectamente estable.

No llegarémos al mismo resultado si estudiamos lo que sucederá marchando viento en popacomohemos dicho ya en la leccion precedente;el buque inclinándose un poco por consecuencia de las irregularidades de la mar, resultará un par que le hará desviar sea á derecha sea àizquierda seguñ que la inclinacion tenga lugar à babor ó à estribor; esta direccion una vez producida, la accion del viento tende á á aumentarla continuamente si el timonel no tiene cuidado pudiendo el buque dar una media vuelta completa de modo que presente la proa al viento, y obteniendo una marcha completamente inestable de modo que el buque tendra necesidad de hacer jugar la caña para mantener su direccion, lo que no le impedira á pesar de esto separarse á derecha é izquierda que es á lo que se llama dar guiñadas. En los rumbos intermedios entre el del maximo ceñir y el de viento en popa la estabilidad de direccion variará continuamente de estable á inestable

351. Coger en facha; tomar por la lua.—Supongamos que un buque marche ciñendo y muy inclinado ya sea por efecto del viento ó sea por una fuerte guiñada, este buque tenderá por consecuencia á orzar (ó será muy ardiente) y podrà suceder que se aproxime bastante á la direccion del viento para que sus velas reciban el viento desde luego bajo una incidencia nula en cuyo caso

flamearàn despues bajo una incidencia negativa ó por la cara opuesta en cuyo caso se dicen que *estan tomadas por la lua*

Cuando el buque se encuentra en este estado un golpe fuerte de caña dado con oportunidad le puede volverà la direccion primitiva si tiene bastante velocidad pero hay casos en que ya no puede obedecer à la maniobra de su timon y entonces se dice que esta *cogido en facha* ó tomado por la lua. Semejante posicion es escesivamente peligrosa pues entonces cesando el viento de obrar sobre las velas; en el primer instante el buque se levanta por efecto del momento de estabilidad pero pronto recibe la impulsion del viento del otro lado, impulsion que se traduce desde luego por un choque por que toda járcia y las velas empujadas en sentido contrario de la posicion anterior llegan bruscamente á la posicion anterior de suerte que el buque que por el simple momento de estabilidad ganaría simplemente la posicion simétrica, pasa mas allá en virtud de este choque y ademas por razon de la accion continua; por consiguiente en este caso se corre peligro de zozobrar.

Si se està muy espuesto à tomar el viento por la lua en la marcha ciñendo á causa del poco ángulo de incidencia que forma dicho viento sobre las velas, afortunadamente en esta marcha la direccion presenta como hemos dicho una gran estabilidad. Se puede tambien tomar por la lua en la marcha *á viento largo* y aun con viento en popa como lo hemos demostrado pero en este caso las consecuencias son menos peligrosas.

El peligro de tomar por la lua es el mismo para toda clase de velas pero es mucho menor para las velas cuadradas que para las otras ó mejor dicho es menor para las velas que son verticales cuando el buque está derecho; en efecto supongamos que el buque estando inclinado, el viento venga detras de la vela y sea *V* la direccion del viento; en este caso el buqne se levantara siempre por la accion del viento y del momento de estabilidad pero á medida que se levanta, la incidencia del viento aumenta en valor positivo y por consecuencia este ángulo que era desde luego negativo empieza por ser nulo y en seguida positivo, es decir, que por el mismo hecho de levantarse vuelve á dejar la lua. Si por el contrario los palos estan inclinados hácia popa de tal suerte que tenga en su inclinacion las velas verticales el bien si verdad que ceñirá mejor en cambio si por casualidad sus velas llegan á tomar por la lua, á medida que se levantara el buque la incidencia del viento disminuirá en valor absoluto ypor consecuencia aumentarà mas y mas la lua.

Vemos pues, que el velàmen redondo que hasta ahora hemos visto tenia desventaja, es preferible bajo este nuevo punto de vista. Por lo demas en todo lo de Marina sucede lo mismo; cada cosa presenta á la vez vèntajas é inconvenientes segun el punto de vista bajo el cual se considere y siempre es preciso tener en cuenta para obtener una ventaja todos sus inconvenientss.

352. Buque empeñado.—Supongamos que tenemos navegando un buque de *bolina* ó sea ciñendo y con todas las velas desplegadas en cuyo caso se di-

ce que *marcha á todo trapo* es evidente que el buque escorará á medida que el viento vaya arreciando.

Si siendo ya la inclinacion del buque demasiado grande se quiere disminuir trapo por efecto de esta misma inclinacion ya no se podrà hacer cómodamente y en este caso es fácil que llegue á orzar de tal modo que haya peligro de tomar la lua en una fuerte guiñada. Para salir de esta posicion se tratará de arribar, pero si el timon no tiene potencia bastante para corregirla y hay un obstáculo que salvar entonces se dice que el buque esta *empeñado*. En este caso, á menos que el viento no disminuya no hay remedio posible; es menester picar los palos empezando por el de popa.

Sucede comunmente que un buque se encuentra empeñado sin apercebirse hasta que un obstáculo se presenta delante y se ve la necesidad de cambiar de camino sin poderlo consegnir.

Puede suceder tambien que un buque no tenga velámen mas que en proa y aun tambien que estando empeñado por mas que se pique el palo de popa para librarse siga empeñado lo cual se esplica fácilmente, en este estado el buque està entonces inclinade y la componente vertical de la fuerza del viento.

$$V \cos\varphi \operatorname{sen} i$$

tiene una gran influencia haciendo sumergir el buque y como el velámen esta hácia á proa, le hace sumergir mas por dicha parte llevando hácia ella la resistencia del buque de manera que el centro de velàmen va mas à proa, la resistencia de la carena se transporta tambien á proa y en resúmen el buque queda tan ardiente como antes,

353. Observaciones sobre el calado.—La diferencia de calados tiene una gran influencia para destruir la tendencia á orzar de un buque pues si lo suponemos que forma parte de una escuadra y que sea ardiente, aumentando la diferencia de calados la resistencia del buque ira a popa y suponiendo que el centro de velàmen no haya variado el buque sera necesàriamente menos ardiente; pero al mismo tiempo que la diferencia de calados se aumenta el velàmen se inclina hácia popa y por consiguiente el centro vélico sigue este movimiento por lo tanto para que este remedio séa eficaz es menester que al mismo tiempo que se aumenta la diferencia de calados se enderecen los palos de manera que queden lo mismo en absoluto.

354. Dibujo de Mr. Dupuy de Lome.—Terminaremos lo que falta que decir sobre este objeto esplicando el dibujo de Mr. Dupuy del cual hemos ya hablado.

Consideremos el buque en su posicion de equilibrio; supongamos que toma una inclinacion i (Fig. 508) y que el centro de velàmen esté tan bien elegido que el buque no tienda á orzar ni á arribar. Sea VO la direccion del viento, φ el ángulo que la vela debe formar con el viento; se puede obtener este áugulo presentando la vela de una infinidad de maneras diferentes siempre que ella sea

tangente al cono recto de ángulo θ descrito al rededor de VO como eje de lo cual resulta à que la fuerza que obra sobre la vela estará en la direccion de las generatrices de otro cono recto formando un ángulo $90° - \theta$ al rededor de *ou* prolongacion de OV como eje y como en resumen el valor absoluto de la fuerza N será siempre la misma, las diversas fuerzas N estarán representadas en magnitud y direccion por las generatrices iguales entre si de un cono recto de base circular.

La base de este cono se proyectará sobre el plano horizontal segun la recta KH y sobre el vertical segun una elipse cuyo centro será *c'* situado sobre la horizontal tirada por el punto O' teniendo por eje menor K' H' y por eje mayor la recta KH.

Supongamos ahora que se trata de un velamen cuadrado ó mejor de velas verticales; en la posicion recta de un buque la fuerza N despues de la inclinacion será perpendicular al plano diametral en proyeccion vertical; por consiguiente sera la recta *OF'* proyectada horizontalmente en *OF*. La longitud *OF'* nos dará inmediatamente la fuerza horizontal, es decir, la que empuja al buque, la longitud F'F'' nos dará la componente vertical ó sea la fuerza de inmersion y y en fin el triangulo I *O'F'* nos representara el momento de inclinacion del buque perpendicularmente à la quilla, ó al menos será la mitad: en cuanto al otro momento poco importa por que el momento de estabilidad será bastante grande para oponerse á una inclinacion de proa á popa.

En lugar de suponer un velámen determinado supongamos (Fig. 509) que un velámen cualquiera nos dé, cuando el buque inclina de un ángulo *i*, la generatriz *O'F'*. Las componentes de la fuerza impulsiva serán la OF'' y la de inmersion F'F'' y en fin el momento de inclinacion de babor á estribor vendrà representado por el triángulo *I* O'F' porpue aunque en este caso este último triángulo no sea ya rectángulo, el momento de inclinacion lateral no dejará de estar representado por el producto de O' F' por la perpendicular bajada desde *I* sobre O' F' es decir por el doble del àrea de triángelo.

La fuerza útil es la componente horizontal O'F'': pero observemos que podemos obtener esta fuerza horizontal siempre que tengamos que la proyeccion vertical de la accion del viento sobre la vela sea la linea O' F_1' simétrica de O' F'; bajo el punto de vista de la fuerza que empuja la cuestion es susceptible de dos soluciones siendo la segunda mas ventojosa que la primera; en efecto entonces la componente F_1' serà un esfuerzo de emersion y no de inmersion y al mismo tiempo el momento de inclinacion vendrá representado por el àrea del triàngulo 0' F_1' *I* mucho mas pequeño que el área 0'I F' lo que quiere decir que este buque se levantará hasta que haya tomado la misma inclinacion lo que aumentarà la fuerza impulsiva F y por consecuencia la velocidad del buque. Si aun se dispusiese del tal manera que la proyeccion vertical de la fuerza fuese segun O'F_2, prolongacion de O' I, se tendria un momento de inclinacion nulo, y por consi-

guiente se podría aumentar la superficie de velàmen hasta el infinito exigiendo entonces un velàmen perpendidular al plano diametral.

Lo qne nos demuestra en que sentido es menester obrar sobre el velámen de un buque si se le quiere dar una gran velocidad, y como ejmplo citaremos algunos barcos que en malos tiempos llevan sin embargo un velámen inmenso sin inclinarse mas que los otros aun con un esceso de velocidad. Si en este caso se examina su velámen se ve que está talmente dispuesto que da una fuerza que entra en nuestra segunda solucion.

LECCION 41.

355. NECESIDAD DE DIVIDIR LA SUPERFICIE DE VELAMEN EN VARIAS VELAS; DIVERSAS CLASES DE VELAS Y APAREJOS.—La teoria que acabamos de esponer con respecto à la manera de aprovechar la fuerza del viento para obtener un rumbo determinado y con la mayor velocidad posible nos indica la necesidad de que el centro velico sea susceptible de variar de posicion tanto vertical como horizontalmente lo cual nos conduce á no emplear una vela única sino á repartir la superficie de velàmen necesaria en varias de ellas tanto à lo largo de la eslora como en sentido vertical. Es verdad que asi sera necesario disponer de mas gente para orientarlas pero en cambio à las ventajas consiguientes à lo que hemos indicado se agrega la de evitar esfuerzos insuperables y facilitar las maniobras.

Las velas se dividen prinpalmente en velas *cuadras cuadradas* ó tambien *redondas* y velas de *cuchillo*. La posicion ordinaria de las primeras es perpendicular al diametral hallándose las segundas en este plano sin que esto quiera decir que se hallan siempre en él, porque à todas ellas se les puede comunicar los movimientos necesarios para orientarlas; es decir, para colocarlas en la posicion en que reciban el viento de la manera mas ventajosa. Las velas cuadras que van sostenidas por unos palos llamados *vergas* son generalmente de forma trapezoidad aunque hay algunas rectangulares, y tienen por objeto aprovechar los vientos de popa ó poco inclinados; las de cuchillo que generalmedte no llevan vergas, aunque hay algunas escepciones, reciben este nombre por tener esa forma los paños de lona de que estan compuestas y sirven para aprovechar los vientos muy oblicuos. La vela de cuchillo mas sencilla es la *triangular* (Fig. 510.) y de estas la mas antigua es la vela *latina* cuya verga

llamada *entena* se coloca inclinada y con su estremo alto ó *pena* à popa y el bajo ó *cola* á proa; esta vela desprovista de verga suele formar parte de los buques grandes recibiendo diversos nombres que ya estudiaremos. Otra forma de vela de cuchillo es la de un cuadrilátero irregular y que segun la magnitud de sus lados y objeto dà lugar à lugar á velas de infinitos nombres;si es una vela cuadrada à la que se ha inclinado la verga y tiene sus lados no paralelos y que ademas esta suspendida por la tercera parte de la verga, tendremos la llamada vela al *tercio* (Fig. 511); si se supone que esta se ha corrido y la verga viene á apoyarse en el palo por su estremo tendremos una vela cuyo nombre genérico es *cangreja* (Fig. 513) y que comprende las especies de velas de balandra, de bergantin etc, si para sostener el pico de la vela mas alto al tercio le colocamos una verga diagonal tendremos la vela *tarquina* (Fig. 513) que se llama tambien de *abanico* y que solo se emplea en embarcaciones menores y si finalmente imaginamos una con la verga muy inclinada, intermedia entre la latina y al tercio con un lado vertical muy pequeño, tendremos la vela *mistica* (Fig. 514). Tambien se emplean otra clase de velas triangulares sujetas á un palo vertical y que se llaman velas *güairas* (Fig. 515).

Todas estas diferentes clases de velas tienen sus ventajas é inconvenientes; en general para los vientos de popa son preferibles las velas redondas, pero en los muy oblicuos, como no podremos bracearlas lo suficiente, tendremos que emplear las de cuchillo. De aqui se desprende que en un buque grande es necesario emplear todas estas clases de velas las cuales con los aparatos destinados á sostenerlos y hacerlos cambiar de posicion constituyen lo que se llama el *aparejo*. Este, segun su disposicion, da lugar á buques de muchas denominaciones caracterìsticas de *navios ò fragatas, corbetas, bergantinss etc.*

Para proceder á su estudio empezarémos por el aparejo de un navio tanto por ser el mas complicado cuanto porque de él se deduce el de los demas buques.

En todo navio ó fragata las velas se pueden mover ó bracear al rededor de tres palos situados verticalmente en el plano diametral; el de proa recibe el nombre de *palo trinquete*; el central se llama *palo mayor* y el de popa palo *mesana*. Ademas con el objeto de aprovechar los vientos oblícuos se disponen una série de velas de cuchillo en el plano diametral y como conviene colocarlas muy á proa para que con su gran brazo de palanca produzca gran efecto llevan los buques el palo *bauprés* con una inclinacion sobre el horizonte variable entre 23° y 28°. Debiendo cada palo llevar varias velas, si se hiciesen de una pieza ó *enterizos* serian sumamente altos y muy delgados en los buques grandes; por esta razon se divide cada palo en tres de los que el inferior se llama macho y los otros dos reciben el nombre de *mastelero* de *gávia* y *mastelero* de *juanete*. Este último se hace alguna vez de dos piezas designàndose á la superior con el nombre de *mastelerillo* nombre que se conserva para la parte alta del mastelero de juanete cuando no existe el verdadero mastelerillo Estos palos estan unidos entre si por medio de unas piezas de madera á lo largo

de las cuales pueden corrrer ó fijarse segun se quiera y que estudiaremos mas adelante. En cuanto á las dimensiones observarémos que los palos mayor y trinquete son casi iguales diferenciándose solo en los machos de los cuales el mayor es mas alto y grueso que el de trinquete pero el palo mesana es bastante menor que los otros dos

Cada palo lleva tres velas, con auxilio de las que puede hacerse variar la posicion del centro vélico suprimiendo las que convenga; asi en los temporales como las velas altas hacen escorar mucho al buque es preciso suprimirlas y algunas veces para disminuir la altura ó *guinda* se calan los masteleros de juanete y aun los de gavia quedandose únicamente con los palos machos.

Las velas que van en cada palo reciben los nombres siguientes: la que gira al rededor del macho del trinquete *t* (Fig. 516) se llama *trinquete* ó *trinquete redondo* y es de forma rectangular; encima de ella se coloca un trapecial *v* cuyo lado inferior es igual al superior de la trinquete y que se llama *velacho*; sobre esta va otra *j* de la misma forma cuyo lado inferior es tambien igual al superior del velacho llamada *juanete de proa* y finalmente sobre esta va el *sobre juanete de proa*.

Algunas veces se coloca sobre el mastelerillo otra mas pequeña llamada *galope* que hoy ya no se usa y lo único que se hace es prolengar el mastelerillo llamando á esta prolongacion *asta*. El macho del mayor lleva la *mayor m* trapezoidad y algo mas alta que el trinquete; sobre ella la *gàvia* g igual al velacho, luego el *juanete mayor j* y encima el sobre *juanete mayor* s: en el palo mesana se empleó desde muy antiguo por vela baja una de cuchillo porque si fuera cuadra en los vientos de popa cerrada en que se lleva el aparejo braceado por redondo impediria que llegase su accion á las velas del mayor pues si bien sucede tambien que la mayor hace lo mismo respecto del trinquete no tiene tanta importancia porque el mayor tiene por si suficiente potencia al paso que el mesana, al que por su mala posicion no se puede dar un aparejo considerable ni una gran resistencia, estaria espuesto á romperse recibiendo él solo todo el empuje del viento; encima de esta vela de la que hablaremos al tratar de las de cuchillo, va la *sobre-mesana n* luego el *sobre-juanete de mesana* y finalmente el *periquito*.

Estas velas, que son todas redondas se emplean para aprovechar vientos muy flojos; ademas se llevan varias de cuchillo, de las cuales la principal es la *cangreja c del mesana* (Fig. 517) y en la proa se colocan varias pequeñas cuyo objeto es ayudar en las viradas para lo que el baupres debe tener suficiente longitud y al efecto está compuesto de tres palos llam: dos macho del hauprés ó *bauprés* simplemente, *botalon de foque* y *botalon de petifoque*, nombres deducidos de las velas que se fijan en ellos, y cuyo nombre genérico es el de *foques*.

La primera vela de esta clase ó sea la de popa se llama *trinquetilla*, luego parte un cabo y sobre el enverga la vela mayor llamada *foque* y que va

de la estremidad del mastelero de trinquete à la del botalon de foque y luego otra mas pequeña y estrecha que es el *petifoque*. A veces suelen añadirse otros dos foques mas, uno llamado *contrafoque* situado entre el foque y la trinquetilla y otro entre el foque y el contrafoque qne se llama *fofoque*. Con el objeto de aprovechar los vientos muy oblicuos se han colocado otras velas de cuchillo llamadas *velas de estai* (Fig. 518) por estar unidas con los cabos de este nombre que aseguran los palos entre si.

Las velas de estai son: el *estai de mesana* de forma de trapecio, el *estai de sobre mesana*, el *estai mayor*, el *estai de gavia*, el de juanete mayor y por último otra intermedia entre estas dos llamadas *estai volante*: agregando á estas una peqneña vela triangular sobre la cangreja se tiene la *escandalosa*.

En el dia se han suprimido las velas de estai y se reemplazaron por velas de cangrejo trinquete y un cangrejo mayor; han solido colocarse además otras cangrejas superiores, pero en vista de su poca utilidad todas las marinas los suprimen. El palo bauprés llevó tambien en otro tiempo dos velas cuadradas llamadas *cebadera a* y *sobre-cebadera b* que aumentaban muy poco la marcha y tenian el inconveniente de hacer hocicar mucho al buque por lo que tambien se han suprimido.

Cuando los vientos son muy duros se suprimen las velas altas y los temporates se corren con las cangrejas solas que son las velas mas duras, dando, como se dice, *vela con los machetes*; cuando por el contrario los vientos son muy flojos para aprovecharlos se aumenta la superficie de velamen colocando las *alas* para lo que se suelen prolongar las vergas de la mayor y de la gavia por una y otra banda y lo mismo se hace con el trinqnete para recibir las *rastreras*.

La cangreja suele llevar algunas veces su ala llamada *maricangalla*.

536. Clasificacion delos buques segun su aparejo.- Los buques de guerra lo mismo que los mercantes rcciben diversos nombres segun el número y disposicion de sus velas que es lo que constituye el aparejo, aun cuando enlos primeros es completamente igual para los navios, fragatas y corbetas que estan caracterizados únicamente por la disposicion y número de piezas de artilleria.

En la marina mercante se llama *fragata* (Fig 519) el buque que lleva el aparejo completo que acabamos de describir y quitando al mesana el mastelerillo de juanete haciéndolo enterizo y disminuyendo su guinda tendremos el *brik barca* cuya cangreja es mas alta y no lleva mas que sobremesana. Este aparejo suele llamarse en el comercio mas generalmente *corbeta* (Fig. 520). Suprimiendo por completo el palo mesana y aumentando el cangrejo mayor, que entonces sellamará *bergantina*, seforma la embarcacion conocida por *bergantin*, (Fig. 521) en el que algunos suprimen la mayor redonda aun que hoy generalmente la llevan. Haciendo enterizos desde la carlinga hasta la perilla los palos de un bergantin pequeño con objeto de que sus vergas puedan arriarse, disminuyendo su guinda y suprimiendo los estais tendremos la *polacra* (Fig. 522) buque go-

neralmente de 80 à 100 toneladas y que como lleva sus palos de pino muy elástico y puede abatir sus vergas necesitando poco aparejo, correra perfectamente los temporales.

Las po bcras (Fig. 522) solo se emplea en la marina mercante. Suprimiendo el mayor para lo cual á fin de equilibrar el aparejo tendremos que llevar el trinquete algo á popa aumentando la cangreja y suprimiende el mastelerillo de juanete tendremos la *balandra* (Fig. 523) llamàndose entonces su vela cangreja *vela de balandra* y reduciéndose su bauprés á un botalon horizontal que puede salir mas ó menos por un zuncho de hierro en el que se colocan uno ó dos foques y la trinquetilla ó vela de *combés*.

Este aparejo es muy usado en buques pequeños y sobre todo en los *yackts* ó buques de recreo. Suprimiendo en un bergantin las velas bajas, aumentando por consiguiente las cangrejas mayor y trinquete ó sean las bergantinas, suprimiendo los mastelerillos de sobre juanete y reemplazándolos por unos espigones que siavan para so-tener las juanetillas se obtendrá la *goleta ordinaria* (Fig. 524) que lleva generalmente cangreja escandalosa y en el trinquete lo mismo con velacho y á veces juanete.

Hay algunas goletas que ad más llevan gàvia y se llaman *goletas de gàvia* ò *de cruz*. Cuando falten en una goleta las velas cuadradas se tiene el *pailebot* (Fig. 525) el cual es muy bueno para vientos oblicuos pero que trabaja mal con vientos de popa: es bastante usado en el comercio de cabotage y mucho en pequeños buques de recreo.

Combinando finalmente estos diferentes aparejos resultan una infinidad de tipos mistos; asi, por ejemplo, un bergantin con mayor de goleta serà un *bergantin goleta*, la goleta con trinquete de polacra dará lugar à la *polacra goleta* ó *patache* etc.

En la marina de guerra se emplea ademas la *goleta* llamada *de tres palos* que lleva un pepueño mesana con cangreja y escandalosa. Cuando una embarcacion lleva vela mistica se llama *mistico* el cual (Fig. 526) tres palos enterizos con vela mistica colocados el de proa muy cerca de la roda y el de popa junto al codaste. Estas mismas velas usadas en el Mediterràneo dan lugar por sus diversas combinaciones à los *faluchos* (Fig. 527) á las antiguas *galeras*, las *tartanas* etc.: por el contrario en el Occeano en buques pequeños se usa casi esclusivamente la vela al tercio que forma los *lugres* y *quechemarines*; los primeros (Fig. 528) son buques con palos trinquete, mayor y mesana enterizos y el última con vela de balandra (Fig 529) oy los quechemarines son lugres sin mesana. Tambien se usan aparejos compuestos de velas güairas llamados *güairos* (Fig. 530).

Las urcas son barcos de gran porte usados en la marina militar y que tienen el mismo aparejo que una corbeta ó fragata: las holandesas llevan dos palos enterizos, el primero con una mayor y uno gávia y el segundo con una vela cuadra y una bergaeiiua. Ademas de los aparejos que acabamos de describir hay una gran variedad para las embarcaciones menores y que son pecu-

liares de localidades determinadas como por ejemplo, los *jabeques* andaluces (Fig. 534 . Los buques de vapor tienen su velámen especial; al principio los de ruedas no llevaban aparejo ninguno, luego se les aparejó de goletas con palos mayor y trinquete con un aparejo redondo y no pudiendo llevar mayor redonda, porque se lo impedía la chimenea, se colocaba una cangreja y algunas vecesa velacho; luego se agregó una escandalosa sobre la cangreja y finalmente se les puso palo mesana. En estos buques el aparejo es puramente auxiliar y solo se emplea para economizar carbon con vientos favorables aun que hay sin embargo en nuestra armada grandes vapores de ruedas como el *Fernando el Catòlico y el Càdiz* que llevan aparejo completo de brick barca. Los buques de hélice de guerra llevan casi siempre el mismo aparejo que los de vela sin mas diferencia que variar la posicion de los palos teniendo en cuenta la situacion de la chtmenea y de la máquina; los navios, fragatas y corbetas de hélice llevan e mismo aparejo que los respectivos de vela.

LECCION 42.

357 JARCIA FIJA DEL BAUPRES.—Conocida la forma, número de las velas y su nomenclatura, nos resta conocer la disposicion de los palos y las vergas pero antes debemos examinar la járcia ó sea el conjunto de cabos que unen los palos entre si y al costado del buque para examinar las condiciones à que han de satisfacer y deducir de aqui dichas formas.

La járcia se divide en dos grupos, uno destinado à sostener, á manera de vientos, los palos y todas las partes fijas, llamada *jàrcia fija* y otra que sirve para imprimir los movimientps necesarios à todas las piezas móviles de la arboladura y velámen, llamada *jàrcia de labor*, la cual se subdivide á su vez en *cabos* destinado al movimiento de vergas, picos etc. y *cabos* correspondientes à las velas.

Empezaremos por la járcia fija del baupres tomando por tipo un navio antiguo y luego designaremos las modificaciones introducidas en los buques modernos.

El bauprés está sujeto á esfuerzos que tienden á elevarlo verticalmente, esfuerzos producidos por unos cabos llamados *estais e* (Fig. 532) que los unen al palo trinquete. Para prevenir esta tendencia se sujeta el bauprés al tajamar por medio de cabos gruesos *t* llamados trincas del bauprés los cuales pasando por unos agujeros *g* llamados *groeras* practicados en el tajamar dan varias vueltas al palo apoyándose en unos tojinos *a* que impiden á las trincas correr à lo lo largo del palo.

Ademas de la sujecion por medio de las trincas se emplean los *barbiquejos b* y las *barbadas b'* que producian el mismo efecto. Los barbiquejos y barbadas se componen (Fig. 533) de un cabo sin fin que pasa por un *guarda-*

cabos ó anillo de hierro atravesando una groera del tajamar. Por el ojo del guardacabos pasa un cabo llamado *acollador a* que se une á otro guardacabos y este á su vez está sujeto al bauprés.

En lugar de los guardacabos se pueden emplear dos motones llamados *bigotas* los cuales consisten (Fig. 534) en unos tacos de madera con unas groeras por donde pasa el acollador que permite aproximar ó alejar las bigotas. Para impedir al bauprés los movimientos de babor á estribor se usan los *mostachos m* (Fig. 532) que son unos cabos como los barbiquejos pero que partiendo del baupres van á parar á la amurada uno por cada banda.

Los estais del palo trinquete son: 1.° los de *trinquete e* que en número de dos parten del palo trinquete al que dan la vuelta apoyàndose en un togino clavado en el palo un poco mas alto que la cofa, pasan por ella y se van à sujetar al bauprés al tercio de su salida: 2.° los estais de *velacho*, *v*, que partiendo del tamborete del mastelero del palo trinquete (que es la pieza de union entre este mastelero y el palo macho) pasan por las groeras de los *chanflones o* del baupres y terminan en la proa del buque donde se hacen firmes por medio de acolladores; el de *juanete mayor q* que partiendo de la encapilladura del mastelero de juanete pasa por una cajera practicada en la proa del botalon de foque y termina en la proa del buque y el 4.° llamado de *sobrejuanete s* que parte de la encapilladura del mastelerillo y pasando por una cajera que hay en el estremo del botalon de petifoque termina al lado del de juanete mayor.

La jàrcia fija del botalon de foque se reduce á los barbiquejos *f* llamados *frenillos* que van en número de dos, partiendo de las encapilladuras *pp'* de los botalones, se encapillan al *moco de pavo n* y van á sugetarse á la proa del buque uno por cada banda. Los mostachos del botalon reciben el nombre de vientos *v* y son en número de tres por banda. Esto vientos parten de las encapilladuras del botalon y pasando por unas *grampas ñ* de la *verga cebadera ññ* terminan en la proa del buque.

Para proteger à la gente que maniobra en el botalon se coloca una red *r* llamapa de *vaiven* sujeta á los vientos *w* y desde ella á la encapilladura del botalon se dispone un cabo llamado *guardamancebos* ó *marchapies*, *e* formado de varios nudos llamados *piñas* ó *barriletes z* para servir de apoyo á los pies de la marineria.

Vamos á ver ahora las modificaciones introducidas en la jàrcia fija del bauprés de los buques modernos.

Los calabrotes de las trincas se han sustituido por una cadena que apoyándose en unos toginos *t* de hierro y pasando por las groeras da varias vueltas al palo sujetándose por medio de una mordaza *m* (Fig. 535) de hierro con tres tornillos que permiten tesarla mas ó menos.

Los masteleros y barbiquejos no difieren de los antiguos mas que en que son de cadena en lugar de ser de càñamo.

Los vientos de los botalones se unen á la amura ó à las serviolas directamente puesto que en los buques modernos se han suprimido las cebaderas ó bien se hacen pasar por dos mocos de pavo horizontales llamados *cebaderos* que sustituyen á dicha cebadera.

En los casos que se lleva botalon de petifoque se establecen dos marchapies uno para cada botalon con los vientos y frenillos necesarios.

358. Jarcia fija de los palos.—La járcia fija de los demas palos se compone de los estais y de la obencadura.

Los estais son unos cabos destinados á impedir los movimiento de los palos en el sentido de la eslora.

Hemos hablado ya del número y posicion de los estais de trinquete; los del mayor son cuatro; el *mayor* que termina en la cubierta alta; el *de gavia* que se fija en la encapilladura del trinquete y los de *juanete mayor* y *sobre juanete mayor*; los del mesana son tambien cuatro; el de *mesana* que antiguameete se unia al palo mayor, pasando por un guardacabo engazado en él y haciéndose firme en un cáncamo de la cubierta al pié del palo y hoy se une directamente à la cubierta, el de *sobremesana*, *el de perico* y el de *sobreperico*.

La (Fig. 536) representa la posicion de todos los estais.

Estos se encapillan à los palos engazàndolos como representa la (Fig. 537) y los que terminan en la cubierta se unen á ella por medio de un acollador que enlaza la bigota ciega que esta engazada en el estay con un cáncamo,

En los buques de guerra los estais mayor y de gávia suelen hacerse de hierro galvanizado ó de cadena; porque pasando por encima de la chimenea se estarian requemando continuamente.

Para impedir los movimientos de los palos en sentido de babor á estribor se dispone una serie de cabos llamados *obenques* (Fig. 536) que partiendo de un poco mas abajo de la estremidad superior del palo van à fijarse en los costados del buque: sus dimensiones varian con el porte de este y las dimensiones del palo que han de sostener, siendo los del mesana en menor número y de menor mena que los del mayor y trinquete.

Los obenques trabajan tanto mas en sentido transversal cuanto mayor es el angulo que forman con el palo; por esta razon con objeto de aumentarlo se protonga la manga del buqne colocando unos tablones empernados á los trancaniles de la cubierta alta los euales forman unos tableros salientes llamados *mesas de guarnicion* à las que se fijan los obenques.

Con objeto de contrabalancear la tendencia de la arboladura de irse hàcia proa se dirigen los cbenques algo hácia popa colocando el primero de proa ó *proel* en la proyeccion del eje del palo y los demàs cada vez mas inclinados á popa lo que por otrr parte presenta la ventaja de permitir bracear mejor las vergas. Los obenques se fijan por un estremo en la *encapilladura* colocándolos de dos en dos simétricamente y por el otro en las mesas de guarnicion;

es claro que los obenques no deben estar fijos invariablemente porque con la traccion constante que sufren cederian algo y no sujetarian bien por lo que terminan en uua bigota unida á otra por medio del acollador qne permite tesar los obenques.

La segunda bigota lleva una gaza de hierro que la rodea y apoyándose en la mesa de guarnicion qne esta consolidada con curvas de hierro y algunas veces de madera tránsmite la traccion al costado por medio de la cadena ó *cadenote*, que es una barra inclinada que se fija sobre las cintas principales por medio de nna planchuela llamada *estribo*; de este modo las mesas de guarnicion ademas de desatracar los obenques hasta hacer que formen àngulos de 18° á 20° hacen de tornapuntas refiriendo los esfuerzos à las cintas por lo cual en los puntos donde van empernados los estribos se macizan tambien las claras. En algunos buques en quelas mesas de guarnicion son muy altas se coloca del lado de los obenques de *barlovento*(*) puntales que las sostengan y se llevan tambien obenques *volantes* que se largan tambien cuando hay mucho viento.

Las fragatas llevan en los palos mayor y trinquete nueve obenques y en el mesana seis: los navios suelen llevar once en el mayor, Se ha tratado de suprimir las mesas de guarnicion y las bigotas; lo primero tiene el inconveniente de que los obenques no tienen suficieute abra y no trabajan bien pero en cambio como se sujetan en la parte interior de los barraganetes estan al abrigo del fuego enemigo que se dirige á este punto para desarbolar al buque. Otra de las ventajas qne tiene la supresion de las mesas de guarnicion es la economia por cuya razon algunos buques mercantes la han llevado á cabo; en cuanto á las bigotas se reemplazan por acolladores metàlicos que pueden ser de dos sistemas; de barra dentada y de tornillo.

El primero (Fig. 538) se reduce á dos barras de hierro que se deslizan una contra otra; la primera dentada està fija á la cadena del obenque y la segunda à la estremidad de este; esta lleva en su estremidad interior un diente ó estribo que puede engranar en uno ù otro de los dientes de la barra dentada.

Para tesar el obenque no hay mas que con una palanca articulada sobre dos barras, que se fijan en un diente de la barra por medio de un pernito que las une, hácer que la segunda de las barras que hemos citado antes se deslice sobre la dentada y el estribo agarre en el diente necesario. El acollador de tornillo (Fig. 539) se reduce á terminar el obenque por una manilla à la que va fijo un tornillo: el cadenote termina en otra manilla que lleva un tubo labrado interiormente en rosca la cual se conecta con un tornillo prolongacion de otro igual del primero; á esta taerca se da movimiento por medio de una palanca y los dos estremos se aproximan ó separan.

(*) Si consideramos que el plano de uua vela divide en dos partes el espacio infinito, se designa con el nombre de costado de *barlovento* la parte separada en el buque y espuesta al viento y con el de *sotavento* á la opuesta, ó sea á la que está al abrigo del viento.

Estos acolladores se usan bastante en los buques del comercio; en los de guerra, por lo menos en España no se usan, aun que quizás tengan algunas ventajas por no estar espuestos à incendios producidos por el fuego de los cañones del mismo buque. Se ha tratado tambien de hacer la obencadura de alambre de hierro galvanizado; este sistema ha sido adoptado por los ingleses porque aunque su establecimiento es mas costoso, en cambio queda compensado este esceso de gasto con su larga vida asegurada como esta de la oxidacion por la capa de zinc; ademas bajo menor volumen presenta mucha mas resistencia y ofrece menos superficie á la accion del viento. Estas ventajas que han hecho adoptarla en los buques mercantes no son tan grandes, como aparece à primera vista, porque no teniendo la elasticidad de la obencadnra de càñamo pueden los palos adquirir algun juego en cuyo caso es muy fàcil desarbolar;además son dificiles de templar y constituyen por su densidad pesos altos siempre peligrosos à la estabilidad, reuniendo finalmente el inconveniente de que en casos apurados en que conviene desarbolar cuesta mucho trabajo romperla al al paso que la de cáñamo se corta con un golpe de hacha; por estas razones no se usa en los buques de guerra y solo en los de vapor se coloca en la chimenea.

A la reunion de los obenques se llama *tabla de jàrcia* y á las de los palos mayor y trinquete *jàrcia principal* ú *obencaduras mayores:* la distribucion de obenques se verifica colocándolos à distancias iguales en los buques que no tienen portas, pero cuando existan éstas es preciso salvarlos para que los obenques ó mejor los cadenotes no estorben los tiros de la artilleria. En este caso se empieza colocando el primer obenque segun el eje del palo; para colocar el segundo se tiene en cuenta los diàmetros de las bigotas y que entre ellas ha de quedar un espacio de mas de 0m 1 y asi se dispenen los demas procediendo luego á la distribucion de portas de la bateria alta que por esta razon suelen estar algo mas á proa que las correspondientes inferiores.

Para sugetar los masteleros se emplean los *brandales* fijos à la encapilladura del mastelero quedando separados del palo lo mismo que los obenques. Estos van sojetos á las *cofas* que son una especie de mesas de guarnicion que refieren, por medio de cadenotes llamados *arraigadas*, el esfuerzo de traccion á un zuncho (Fig. 536 y 540) colocado en el palo y al que van fijos los brandales;estos terminan en acolladores anàlogos á los de los obenques fijándose en las mesas de guarnicion. Los masteleros de juanete estan sostenidos análogamente por las *burdas* fijas en su encapilladura y en las mesas de guarnicion y por los *obenquillos* que en número de dos se encapillan en el mismo punto y apoyándose en las *crucetas* que no son mas que unas pequeñas cofas, pasan por los cáncamos que lleva el zuncho del mastelero para afirmarse despues en otros cáncamos de la cofa.

Aqui generalmente las burdas y brandales se comprenden bajo la denominacion de burdas; estas llevan los cadenotes mucho mas cortos que los

obenques y las del mastelero de sobre no llevan bigotas estando simplemente sujetas á una argolla. En la obencadura se colocan á la distancia de 0m42, cordones horizontales llamados *flechastes* que sirven de escala para subir à la cofa en la que se penetra por un agujero pracficado en ella: á los flechastes se sube por una *escala* llamada de *viento* colocada en el interior del barco; de los primeros flechastes se sube à los segundos que terminan en la cruceta y desde alli hasta la encapilladura de juanete se sube por unas escalas de cuerda llamadas *escalas de gato*.

359. JARCIA DE LABOR DE LAS VERGAS.—La jàrcia móvil ó de labor es un conjunto de aparatos funiculares en los que el esfuerzo se hace directamente ó por medio de aparejos compuestos de uno ó varios cuadernales de dos ó tres ojos: distinguirémos dos partes principales, la destinada al movimiento de las vergas, botavaras y picos cangrejos y la que ha de producir el de las velas,

Toda verga necesita dos movimientos, uno para subirla ó *izar* y colocarla en el lugar oportuno asi como para bajarla ó *arriar* cuando á fin de evita pesos altos no se hace uso de ellas y otro para orientar la vela; el primero se le da por la *driza*, nombre con que se comprende à todos los aparejos que sirven para arriar ó izar vergas, velas, banderas etc. No todas las vergas llevan driza; cuando existe, se compone de dos cuadernales de tres ojos, uno fijo en la cruz ó parte media de la verga y otro debajo de la cofa en el cuello del palo La tira de este aparejo va á parar, pasando por una polea de retorno, al cabrestante si la verga es grande ò sino à la accion de la marinería.

En los buques grandes en lugar de haber una driza, hay dos una á cada banda del palo.

La (Fig. 541) representa como se unen los cuadernales de cada driza al palo y á la verga para las vergas mayores. Las drizas de las demàs vergas se unen de las dos maneras que indica la (Fig. 542) en la cual recibe el nombre de *ostaga* el cabo *ab* y las drizas en este caso se llaman *drizas de ostaga*. los motones *c*, *motones de andullo* y los *cuadernales d cuadernales de la paloma*·

En la (Fig. 542) vemos que la tira pasa por una cajera ó pasteca practicada en el mastelero y el cabo queda cosido por uno de sus chicotes al mastelero. à lo que se llama *guarnir sencillo*.

En lugar de coser los cuadernales á las vergas mayores para las drizas, hoy se ponen dos zunchos de hierro à las vergas con unos càncamos que permiten enganchar los cuadernales y separarlos à voluntad (fig. 543).

Para impedir que el peso de las vergas mayores actúe solo sobre las drizas se tiene la *boza*. Antiguamente la *boza* se reducia (fig. 544) á un calabrote de 1.ª clase *a.b,c,d...* que descansando sobre un tojino *t* daba vuelta al palo en su *calcés f g*, atravesaba la cofa por el agujero ó *boca de tinaja* y se unia á la verga en su cruz por medio de un grillete el cual se zafabapara izar ó arriar la verga cuando estaba unido à las drizas.

Hoy se ha sustituido el cabo por una cadena (Fig. 545) la cual da vuelta

al palo y pasa por el cáncamo de la verga uniéndose los dos chicotes por medio del *disparador* (Fig. 546).

La sola inspeccion de la figura nos dice que quitando el pernete *p* el peso de la verga la zafa de la boza y queda solamente suspendida por las drizas Ademas de las drizas y bozas se necesitan otros cabos llamados *t. ozas* que sirven (Fig. 547) para atracar ó separar la verga del palo y de este modo ar riando el aparejo tanto mas cuento se navegue à menos cuartàs pueda montar à la obencadura y tomar la inclinacion necesaria.

En los buques pequeños se usan y antiguamente en los grandes tambien se han usado las trozas representadas en la (Fig. 548). Las vergas altas se sujetan à los masteleros por medio de *racamentos* los cuales hacen el mismo oficio que las bozas.

Los racamentos son una especie de rosarios formados por unos cabos forrados de cuero llama los *bastardos* ó pastores por el que pasan una porcion de cuentas llamadas *liebres* y *vertellos* (Fig. 540). Las liebres son unas piezas de madera achatadas con groeras en cada estremo para que pasen por ellas los bastardos y los vertellos que estan entre ellos los cuales son redondos.

En los racamentos modernos se han suprimido las liebres y vertellos porque rozaban mucho los masteleros y no corrian bien las vergas y solo se usan los bastardos sencillos (Fig. 550.).

Èn los buques antiguos la cebadera y sobrecebadera se unian al palo por medio de un racamento como el de las velas altas; hoy, en los buques mercantes qué llevan estas vergas, el racamento de la cebadera se reduce á un zuncho de hierro que puede correr á lo largo del bauprés (Fig. 551).

La sobre cebadera se iza por la driza *t* (Fig. 552). En algunos buques mercantes se ha suprimi'o la troza reemplazando la boza y la troza por un aparato de hierro (Fig. 553) llamado *pié de gallo* y tambien *racamento de tambor*

Las drizas de las alas se sugetan á un cáncamo en que termina el *peno* do la verga ó sea su estremidad.

Con objeto de oponerse al movimiento oscilatorio se coloca un aparejo de dos motones de los cuales el uno se hace firme en el tamborete del palo y e otro se engaza en el *penol* ó estremo de la verga. Los cabos de este aparejo (fig. 554) se llaman *amantillos* y se dice que la verga está bien ó mal amantillada, segun esté ó no horizontal; por medio de ellos podremos hacer tomar á la verga la inclinacion conveniente cuando necesitemos; bracearla. Para sostener la verga invariable en los balances del buque se coloca el aparejo de *balance b* compuesto de un cuadernal y un *moton p* sobre cada lado de la verga y uno de retorno al pié del palo, diferenciándose de los amantillos en que estos van á lo alto del palo y los de balance al centro.

Para que la marineria pueda ir de un lado á otro de la verga se dispone un cabo horizontal llamado *marchapiés m* sostenido por los *estribos e* ó cabitos verticales que cuelgan de la verga; algunos buques llevan tambien para soste-

ner á la marineria en los balances otro cabo llamado *guarda espalda,*

Para dar el 2.° movimiento ó sea orientar la vela dando la inclinacion con respecto al plano diametral que es á lo que se llama *bracear* se emplean las *brazas* qu en los buques pequeños se reduce á un cabo para cada penol y que en los grandes es un aparejo compuesto de motones encapillados en los penoles y cuyas tiras se laborean por otros situadas para las vergas bajas directamente en las amuradas: para las altas pasan por las cofas de los palos inmediatos; las brazas llevan los nombres de las vergas que orientan y estas à su vez de la velas que sostienen. La (Fig. 555) representa la disposicion de todas las brazas.

Lo que hemos dicho de los amantillos y aparejos de balance se refiere única mente á las vergas bajas; en las de velacho, gavia y sobre mesana, los amantillos (Fig. 556) pasan por el moton sujeto en la encapilladura de la verga y por la *telera p* cosida entre los dos obenques proeles de los masteleros cuyo moton superior da paso á un cabo *c* llamado *amante de rizos* cuyo objeto describirémos mas adelante; en las demas vergas altas el amantillo, hecho firme en el penol de la verga, pasa por una cajera practicada en el mastelero ó por una telera como la de que hemos hablado antes para las vergas de gavia.

En las vergas de los masteleros se suprimen los aparejos de balance.

Aun cuando hoy dia no se usen diremos que en la cebadera y sobrecebadera Fig. 557) los amantillos de los penoles de dichas vergas pasan por un moton sujeto al tamborete del bauprés para la primera y por un guardacabos encapillados en el penol del botalon de foque para la segunda.

Las brazas van á pasar por motones sujetos à la cofa de trinquete y se laborean desde el pié de dicho palo.

360. Jarcia movil de los picos cangrejos y botavara.—Conocida la járcia móvil de las vergas compuestas de las *brozas,* las *drizas,* las *trozas*, los *amantillos*, los *aparejos de balacne* y las *brazas* vamos à estudiar la especial de los picos cangrejos y botavara.

El pico cangrejo (Fig. 558) es una verga de una forma especial.; su estremo llamado *pico* está apoyado en el palo por una muletilla llamada *boca* y se le sujeta por medio del bastardo simple que sustituye á la boza ó bien lleva ùnicamente vertellos. La botavara presenta una disposicion análoga quedando próximamente horizontal.

Para izar y arriar el pico necesitamos dos drizas, una en la estremidad inferior llamada *driza de boca a* y otra *driza de pico bc.*

El pico cangrejo no lleva aparejo de balance y para bracearlo se hace uso de doscabos llamados *ostas e* que unas veces forman un aparejo sencillo y otras doble. Antiguamente la bandera ó pabellon nacional se izaba por medio de una driza en un asta bandera fija en la popa pero hoy se llevan en la estremidad del pico cangrejo, izándo*to* qor la driza *d*; la botavara tiene la estremidad aplicada contra el palo apoyado en un tojino llamado *regola* sobre el que va-

el racamento que algunas veces se reemplaza por un zuncho, y para sostener la otra estremidad se lleva el *amantillo de la botavara* que puede ser doble ó sencillo; en el primer caso empleado solo en buques grandes hay muchas veces que arriar uno de ellos para que no estorbe á la vela y la corte; en el segundo es preciso llevarla de una bandaá otra de la vela lo cual se consigue por medio de la escota y de la *contraescota* y antiguamente por un doble aparejo que se llamaba *bárdago*.

Cuando la botavara no trabaja se apoya sobre el coronamiento en un taco llamado *descanso de la botavara* que algunas veces es de hierro; la botavara sirve en los buques de hélice de pozo para subir la hélice. Segun que los buques sean grandes ó pequeños y segun que la botavara se apoye ó quede dentro del coronamiento se arria ó se la sostiene por medio de puntales ú horquillas; la vela cangreja mayor no lleva botavara en las fragatas tanto por no ser en este aparejo de grande importancia como por estorbárselo la chimenea, por el contrario la lleva en las goletas por ser su vela principal; el cangrejo de trinquete no la lleva nunca.

561. Jarcia móvil de los palos y botalones.—Para concluir con la járcia móvil de la arboladura no nos falta mas que indicar los aparejos que sirven para *guindar* ó sea izar y colocar en su sitio los masteleros y los botalones. Los masteleros (Fig. 559) tienen practicada en su coz un ojo *o* y una cajera *c* con su roldana por la cual pasa un cabo llamado *amante de virador* que sirve para guindarlo.

Este cabo se hace firme al tamborete *t* por una banda y va à parar al moton *m* pasando por la cajera *c*. Alando de la tira *e*, se va izando hasta que el ojo este por encima de la cofa y en esta disposicion se pasa por dicho ojo una cuña que apoyándose en la cofa impide bajar al mastelero. Entonces puede ya desguarnirse el amante de virador y guardarse en la bodega.

Cuando se quiere calar el mastelero es preciso izarlo hasta que la cuña no se apoye sobre la cofa para poderla quitar. Esto exige siempre algun tiempo y para economizarlo se ha ideado últimamente un aparato que se compone (Fig 560) de una palanca *p* de brazos desiguales alojada en una cavidad practicada en el mastelero y cuyo brazo mayor se apoya sobre una cuña *c* cuando el mastelero esta guindado.

Para calarlo se zafa la chaveta *f*; el peso del mastelero hará que la cuña resbale á la banda girando al rededor del eje, *g* la palanca se alojarà en el espacio *lmnr* y el mastelero podrá bajar por entre los baos de la cofa.

Para impedir que siga bajando en cualquier instante del movimiento ó para que toda la presion no actue sobre la cuña *c*, en la cara de popa lleva el mastelero practicada una cremallera que engrana à voluntad con un linguete.

Los masteleros de juanete se guindan de un modo anâlogo por medio de un amante de virador sujeto al tamborete de gavia.

Cuando se calan los dos masteleros (Fig. 561.) la cruceta viene á apoyarse

sobre el tamborete mayor y para que *la bola de tope* ó *perilla t* pueda venir á apoyarse sobre el tamborete de gavia los *obenquillos* van encapillados no sobre el mastelero de juanete sino sobre una bocina de bronce que se apoya en la encapilladura y que pueda correr à lo largo del mastelero.

Para echar á fuera el botalon de foque cuando esté colocado, se hace pasar el virador ó cabo *c* (Fig. 562) sujeto á un càncamo del tamborete por una cajera *b* practicada en la coz del botalon y por en moton *m* cosido al tamborete por la otra banda y se ala de la tira hasta que tropieza con el tamborete,

En los navios ó fragatas que lleven botalon de petifoque este *t* pasa por una groera practicada en el tamborete (Fig. 563) por encima del botalon del foque àla banda de estribor y por un zuncho que lleva la estremidad del botalonl La coz del botalon de petifoque lleva una cajera ó pasteca por donde pasa e virador para echarlo fuera del mismo modo que el botalon de foque.

Los botalones de alas Fig. 564) pasan por dos zunchos uno colocado en el penol de la verga y otro al tercio, echándose fuera de una manera análoga á los botalones de foque.

Los *tangones* ó *botalones rastreros* (Fig. 565) que sostienen la base de las alas bajas de trinquete, se enganchan á un càncamo de ojó fijo al costado entre la mesa de guarnicion y la serviola.

Llevan sus amantillos *opq* y sus brazas *or* y *ot* de las que la primera se llama *frenillo* y la segunda *viento de proa*,

362. JARCIA DE LAS VELAS CUADRAS.—Concluida la jarcia relativa à los palos, vergas y botalones vamos á ocuparnos de la jarcia necesaria para la maniobra de una vela.

Los cabos necesarios para la maniobra de una vela pueden dividirse en cuatro clases, 1.° cabos para sujetar la vela à la verga, 2.° cabos para orientar la vela que puede ó no tener verga; 3.° cabos para recojer la vela cuando no queremos hacer uso de ella ó sea, cabos para *cargarla* y 4.° cabos para doblarla y asegurarla definitivomente ó sea *aferrarla*.

Antes de conocer la jarcia movil de las velas daremos á conocer estas que ya sabemos pueden ser de cuchillo ó redondas.

Las velas se hacen de lona de mas ó menos grueso y resistencia segun se tamaño y uso. Para graduar esta resistencia estàn las lonas enumeradas hasta 5, siguiendo luego las lonetas, cotonias, etc. para las embarcaciones menores.

Ninguna vela se hace de una sola pieza sino de varias llamadas *paños* de 0'65 de ancho, cosidos unos á otros con costura doble ó sencilla montando uno al otro, de 0,m035 á 0,042 y cosiendo las orillas con un punto llamado *vaina* análogamente á las costuras de nuestra ropa; algunas veces se añade otra costura en medio que se llama *pespunte*. Al hilo de velas con que se cose se le da sebo y luego se alquitrana llamándose á esta costura doble para distinguirla de la sencilla que se hace con un punto llamado de telar que consiste en unir los dos paños sin montar el uno al otro introduciendo la aguja y a bra-

zando las orillas. Los veleros cosen las velas por medio de fuertes agujas que introducen por medio de dedales *ò rempujos* (Fig. 566) sujetos á una banda de cuero que colocan en la mano á manera de guante.

En las velas redondas la parte que se une á la verga siendo la base menor del trapecio que determina la forma, lleva menos paños que la opuesta, de modo que quedan en los costados paños triangulares llamados *cuchillos*.

Cosidos todos los paños y hecha la vaina en las orillas se cose la *relinga* (Fig. 567) que es un cabo que rodea à la vela y que sirve para repararla y sujetarla à las vergas y darle movimiento.

La relinga recibe los nombres de los lados de la vela; *relinga de envergue* ó *de gratil* es la superior ó la que se une à la verga, *relinga de pujamen* la opuesta, y *relingas de caida* las de los costados. El eje de la vela suele llamarse *caida de fondo*. El pujamen no es generalmente una línea recta sino una curva convexa con relacion *al gratil*, que se llama *alunamiento*.

En los vértices de la vela, que se llaman *puños altos ó bajos*, la relinga se separa de la vela volviendo al mismo punto y formando un laze, para snjetarla y moverla, llamado *empuñidura*. La vaina del gratil lleva unos agujeros llamados *ollaos* en los cuales se introducen unos anillos que se ajustan á los ollaos y por donde pasan unos cabitos llamados *envergues* que unen la vela directamente à la verga ó á un nervio que pasa por los anillos de hierro enzunchados à la verga.

Cuando el viento es demasiado fresco, es necesario á veces disminuir la superficie de las velas para lo cual llevan estas unas *fajas f* ó refuerzos de lona llamadas *fajas de rizos* en las que se practican los ollaos, por donde pasan unos cabos llamados *rizos* ó *tomadores* que se pueden unir á la verga quedando asi la vela recogida en parte.

El número de fajas suele ser de tres à cuatro y en sus estremos lleva la relinga un anillo ó *garrucha* para elevar la vela cuando se toman los rizos. En la relinga de pujámen se hacen tambien anillos para los cabos que la recogen reforzando la vela en esta parte por pedazos de lona llamados *dados* ó *sobresanos*.

A las caidas de alto à bajo se les cose un refuerzo llamado *faja de caida* gue tendra el ancho de un paño y cuando en lo restante de la vela haya alguno de estos usado se cose à lo ancho una *faja de refuerzos*.

La vela llevaba las fajas de rizos diagonalmente y dos ollaos grandes *d* (Fig. 569) llamados *desaguaderos* y por donde salia el agua que cogia la vela en las cabezadas del barco.

Dada la superficie de una vela redonda la forma está dada por relaciones empíricas deducidas de la pràctica las cuales son las siguientes: (Fig. 570).

$$ab = cd + 3{,}24$$

$$ef = ab - (\frac{1}{10}\alpha + 2mf)$$

en las qne α representa la altura del mastelero superior desde la coz hasta la espiga y *mf* el alunamiento del pujamen que guarda la relacion de 1,20 á 1,10 con el diámetro del palo.

Los cabos que sujetan la vela á la verga son los envergues en toda su longitud y en los estremos los puños se unen af primer tojino de la verga.

Para orientar las velas redondas se necesitan varios cabos que vamos á enumerar.

Todas llevan en primer lugar dos cabos llamados *amura* y *escota* que van á fijarse en los respectivos puños de amura y escota siendo el primero el situado á barlovento y el segundo á sotavento. Las velas bajas llevan en cada puño su amura y su escota para mayor facilidad de la maniobra teniendo en este caso que arriar en banda un aparejo cuando trabaja el otro; en buques pequeños llevan simples cabos pero en los grandes se necesitan aparejos cuyas tiras van á las *escoteras* ó *pastecas e* (Fig. 574): en general las velas altas no necesitan esto porque todas las velas se bracean por igual y los puños van á amurarse en el sitio conveniente. Las amuras de trinquete pasan por un pescante *p* fijo al tajamar ó al costado llamado pescante de *amura* de los que hay, uno à cada banda.

Los puños de las gavias y juanetes llevan tambien sus escotas que en este caso reciben el nombre de escotines los cuales pasan (Fig. 572) por unos motones llamados *capuchinos* (Fig. 573) cosidos à los penoles de las vergas y de alli à otros colocados en su cruz desde donde parte la tra para el pié del palo.

Nosotros hacemos pasar los escotines por unas cajeras con roldana practicadas en el principio del penol (Fig. 574).

Para dirigir convenientemente los relingas de caida llevan estas unos *garruchos* unidos dos á dos por unos cabos llamados *poas* que van á reunirse en uno solo llamado *bolina*; en las velas altas la bolina recibe el nombre de *boliche*.

La (Fig. 575) representa el laboreo de las bolinas y boliches. Cuando conviene *apagar* la vela ó quitarla de la accion del viento, es preciso *cargarla* lo cual se consigue por medio de varios cabos llamadas *palanquines p* (Fig. 575) en las en las velas bajas y *chafaldetes* en las altas que haciéndose firmes en la verga superior, pasan por un moton sujeto al palo volviendo á otro de la verga superior de sde donde parte la tira al pie del palo.

Los *brioles b* que sirven para recojer el pujàmen son en número de cuatro en las velas bajas.

Los palanquines y chafaldetes pasan por la popa de la vela pero los brioles

sugetándose à los garruchos del pujàmen por la proa de la verga, van à pasar por unos motones llamados de *canasta* (Fig. 577) engazándose en la verga y de alli atravesando los motones fijos en la cofa van á reunirse à la polea *p* fija à la cubierta á donde llega tambien la tira. El cabo *ga* llamado *apaga-penoles* sirve para recoger las caidas y va á hacerse firme á la polea *p* en k.

Algunas veces se pone un quinto briol al centro de las velas bajas que se llama *briolin*.

Las gávias solo llevan dos brioles *b* (Fig. 578) dispuestos como se ve en la figura. Los juanetes llevan un solo briol llamado *briol de cruz* (Fig 579) que pasa por un moton *d* sugeto á la encapilladura del juanete.

Para tomar rizos se usa del amante de rizos *cbd* (Fig. 580) que eleva la vela hasta unir la faja de rizos con la verga.

El número de fajas de rizos que llevan las velas bajas es de uno ó á lo mas de dos colocada la mas alta á 1|6 de la caida y la otra à 2|6.

Las gàvias llevan cuatro fajas, la mas baja colocada á la mitad de la altura y repartidas las demas à distancias iguales; los juanetes y sobres no las llevan por que esta clase de velas no sirve para tiempos duros.

La (Fg. 581) representa los cabos necesarios para la maniobra de las alas y rastreras.

En ella se ven las drizas, las amuras, escotas y la *cargadera gfe* que sirve para arriar las alas.

363. Jarcia de las velas aurícas ó de cuchillo.—Vamos á ocuparnos ahora de los cabos necesarios para la maniobra de las velas de cuchillo empezando por los foques.

El estay de trinquete ó trinquetilla es una vela con ollaos en la vaina del gratil ó lado de envergue (Fig. 582); su caida y pujàmen son rectos ó seguidos. En el puño alto del gratil llamado *puño de la driza* se cose un moton *b* para ella y en el de abajo de proa ó sea de amura va hecho firme con gaza un cabo que se llama *amura* el cual pasa por la vigota ciega *c* y el puño haciéndola firme al bauprés.

La cargadera *f* pasa por un moton *e* cosido al puño de la amura, por dentro de unos cuantos garruchos cerca de este puño y por dentro de otros de la driza

Las drizas *g* pasan por un moton *h* cosido al rededor del palo trinquete y por el de la driza *b* pasando su tira à un aparejo fijo á la cubierta. El puño de escota *d* lleva sus escotas correspondientes para orientar esta vela que tiene poco uso.

El contrafoque está envergado à los garruchos que pasan por el contra estay de velacho. Análogamente á la trinquetilla lleva sus escotas, driza y cargadera.

El foque (Fig. 583) solo se diferencia de los anteriores en tener en su pujàmen un alunamiento inverso llamado *cola de pato*. Su puño de amura va

sujeto á la raca *A* por cuyo ojo *p* pasa el estay que atravesando la cajera de foque se tesa por el *amante de raca e*.

En la figura se ven las escotas, cargadera y la cargadera de la raca c que haciéndose firme en el tamborete del bauprés va á parar al castillo..

El petifoque tiene su nervio de envergue que por la cajera de la estremidad del botalon va á parar al castillo.

El nervio de envergue de petifoque es el estay de juanete.

Las velas cangrejas (Fig 584) llevan tres cargaderas llamadas *candalizas*; *a* del pico, *b* del medio y *c* de la boca. Su puño de amura va fijo á la de la botavara y su puño de escota pasa por una cajera de la misma. La cangreja va envergada por medio de unos aros de madera, llamados *garruchos*, al palo y al pico y su puño alto de popa lleva su correspondiente driza.

Algunas veces la caida de la cangreja se enverga à un palo ó nervio fijo en la popa del mesana llamado *esnon* ó *busillo*.

La cangreja lleva tres fajas de rizos llamadas *antagallas* paralelas al pujámen que tiene cola de pato. Estas fajas estan distribuidas à la distancia de 1/6, 2/6 y 3/6 de la botavara. Los rizos se tomen por la parte baja permaneciendo fija la botavara y arriando el pico.

364. APARATOS NECESARIOS PARA EL AUSILIO DE LAS MANIOBRAS.—Conocida la disposicion del velámen, arboladura y jarcia, solo nos falta esponer todas las clases de motones empleadas en las diversas maniobras de abordo.

Los motones reciben diversas formas y nombres segun el objeto á que se destinan de los cuales los mas usados son los siguientes: la *vigota de tres ojos* (Fig. 534) empleada para fijar los obenques y la *vigota ciega* (Fig.585) y *cuadernal ciego* (Fig. 586) para los barbiquejos y estais. El moton *capuchino* (Fig. 573) engazado con la verga para el paso del amantillo lleva un resalto ó capucha con el objeto de impedir que al cabo roce con la verga; los puños de las velas de gavia velacho etc. se engazan (Fig. 587) al moton *de puño* para los escotines de dichas velas cosiendo por fuera el *moton de canasta* (Fig. 577) para los chafaldetes y palanquines.

Para el laboreo de la tira de los amantillos y del amante de rizos se coloca entre los dos primeros obenques de cada palo un moton *t* llamado *telera* (Fig 588) y otros de dos à tres ojos *g*, llamados *gnias* para servir de tales á las tiras de otros aparejos evitando que rocen con la obencadura.

Los aparejos de balance estàn formados principalmente por la *polea p*; los de los brioles por las *poleas encontradas* (Fig. 589)

Las *pastecas* (Fig, 590) se emplean para distintos aparejos por la facilidad de desguarnirlos abriendo el cerrojo *a*.

Las *teleras de araña* se usan à bordo (Fig. 591) para izar y tener suspendido el toldo.

Como las tiras de los palanquines, chafaldetes, brioles, drizas, etc vienen en direccion vertical y el esfuerzo es mas conveniente ejercerlo horizontalmente, se-

colocan al rededor de cada palo cuatro piezas *g* de seccion cuadrada llamadas *guindastes* ó *abitones* (Fig 592) las cuales van ensambladas y empernados á los baos. Estos guindastes llevan unas cajeras verticales con sus roldanas para el laboreo de los aparejos y en su cabeza cuatro espigos para hacer firmes los chicotes de las tiras.

Con el objcto de establecer una union intima entre cada dos guindastes se unen por medio de unas curvas horizontales de madera llamadas *propaos* entre los cuales se alojan *motones herrados* ó sea con gaza de hierro que es vertcal y algunas veces giratoria.

Al rededor de los palos se coloca tambien muchas veces un zuncho de bronce con unas cabillas para hacer firme la maniobra llamado *zuncho de cabilleros* é igualmente se colocan tambien en las amuradas unas mesas llamadas de *cabilleros* (Fig,593)

Finalmente las escotas y brazas mayores se laborean por unas roldanas introducidas en el costado que se llaman *escoteras* (*F*ig, 571) haciéndose firmes en las *cornamusas*. (*F*ig.594)

LECCION 43.

365. FORMA DE LOS PALOS Y MANERA DE LABRARLOS.—Conocidos el velámen y járcia vamos à ocuparnos de la *arboladura,* entendiéndose por arboladura el conjunto de palos machos, masteleros, vergas, botavaras, picos, botalones, etc. cuyo objeto principal como sabemos es el sostenimiento de las velas.

Los palos y toda la parte principal de la arboladura se hacen de pino porque no solo tiene las ventajas de ser muy ligero, disminuyendo de este modo los pesos altos, sino que ademas es madera bastaute flexible para resistir las estrepadas de algunas rachas de viento.

Los palos mayor, trinquete y mesana, que son análogos en su forma, se hacen de seccion circular por estar sometidos à esfuerzos iguales en todos sentidos puesto que los planos de las velas giran al rededor de ellos como ejes, su diámetro no debe ser constante à lo largo del palo porque apoyándose en la cubierta principal ó algunas veces en la segunda deben considerarse como empotrados en la fogonadura de dichas cubiertas y por consiguiente deben tener la forma de los sólidos de igual resistencia cuya màxima seccion, que ha de ser invariable de forma y posicion, será la de empotramiento.

En nuestros arsenales en lugar de determinar exactamente la seccion longitudinal de un sólido de igual resistencia, se dan únicamente tres puntos de ella, uno en la fogonadura, otro en la coz y otro en la espiga y el resto se determina por un trazado gráfico llamado *brusca* que viene á darnos para el palo una superficie casi cónica; el diámetro del palo en la fogonadura situada a tercio bajo del palo ees de 1|36 de la longitud total y su diàmetro menor situado en la espíga es $^2/_3$ del diámetro mayor.

Para trazar la brusca ó sea la meridiana del palo, se toma (Fig. 595) el

diametro mayor AB, como diametro de un circulo; á partir del centro de esta se toma una magnitud oo' igual á los dos tercios del rádio y por el punto o' se levanta una perpendicular *o'a*. Si desde el punto *a* se traza una paralela al diámetro es evidente que la recta *ab* será el diámetro menor del palo puesto que *ab*=2[3 *AB*. Dividiendo ahora la distancia *a'o* en partes iguales, las ordenadas 11', 22', 33' etc. serán los semidiámetros del palo en las partes comprendidas entre la parte mas gruesa y delgada del palo. Supongamos que sean *A'* y *a'* los puntos en que el palo debe tener los diàmetros mayor y menor: si dividimos la longitud *A'a'* en tantas partes como hayamos dividido la distancia *a'o* levantamos perpendiculares en los puntos que resulten y tomamos sobre ellas las magnitudes *a'a*, 1'1, etc. á un lado y otro de la recta *A'a'* y unimos los puntos *a*,1,2,3, tendremos la curva ó brusca pel palo.

En cuanto á los masteleros se emplea este mismo procedimiento ó lo que es mas general se divide (Fig. 596) el diámetro en cuatro partes, con tres de ellas se trazan dos arcos de circulo, sobre el mismo diàmetro se toma el diámetro menor *dd* y por los puntos de division se levantan perpendiculares que se dividen en partes iguales; tirando ahora paralelas por los puntos que resulten, estos representaràn los demas diámetros en los puntos corespondientes del palo. Por este procedimiento se obtienen diámetros algo menores que por el anterior y resultan los masteleros mas ligeros; el baupres se derermina del mismo modo, asi es que al carpintero se le da en una tabla el diámetro principal, el estremo ó menor y tres intermedios con sus distancias y por la parte inferior se le dan tambien dos ó tres puntos.

Para labrar un palo se coloca la percha sobre calzos de manera que esté proximamente horizontal; una vez examinado si el madero es capaz de dar el palo que necesitamos, se marca el centro de cada cabeza y por medio de visuales y una plomada se determina la interseccion del plano vertical que pasa por el eje de la pieza, interseccion que se marca con tiza por medio de una lienza.

Despues se fija la posicion de los diàmetros estremos y de los intermedios trazando por estos puntos perpendiculares al eje marcado sobre las que se llevan las dimensiones de los diàmetros y luego por medio de la azuela ó del hacha se labran planos verticales tangentes á la superficie que queremos obtener: hecho esto se hace girar à la pieza un ángulo de 90°, se repite la misma operacion y al final tendremos labrado un sólido cuya seccion cuadrada envolverà á la circular de la pieza. Luego se procede á inscribirle un octógono trazando los otros lados à 45° con los primeros y tomando para el lado (Fig 597) una longitud *aa'* igual à los 5[2 del diámetro total ó del de la seccion que se considere, lo cual se aproxima à la longitud verdadera del lado del octógono regular; despues se inscribe otro de 16 lados cuya longitud se hace igual á la mitad de los anteriores, luego otro de 32 cuyos lados sean la mitad de los de 16 y final-

mente se procede á matar las aristas, primero por medio de la *garlopa* y luego con el *cepillo*,

El mismo procedimiento se sigue con los botalones y masteleros.

Desde bergantines y corbetas para arriba, los diametros de los palos machos y sus longitudes son tan considerables que no se encuentran en la naturaleza árboles que los dén ó á lo menos escasean mucho; asi por ejemplo, el palo de un navio tiene de diámetro mas de un metro por 30 proximamente de longitud y como al diámetro hay que agregar la madera desperdiciada en la labra, resulta que aunque algunas veces se encuentren perchas suficientemente largas nunca son bastante gruesas por lo qne ha sido preciso hacerlas de diferentes piezas empalmadas entre si. Antiguamente se dividia un diámetro en tres partes que correspondiesen á tres piezas del palo una central que algunas veces se dividia en otras dos y dos laterales uniéndolas todas por medio de dientes.

Esto tenia el inconveniente de emplear mucho tiempo en el labrado y el de que si ese no era perfecto los dientes no entallaban bien por lo que hoy se hacen las caras de juntas lisas fàciles de labrar y que ajustan perfectamente. En el sistema antiguo como los dientes no se oponian al resbalamiento longitudinal era preciso empernerlos de trecho en trecho, pero hoy se emplean con este mismo objeto dados de guayacan ó de roble duro sustituyendo los pernos por varios zunchos de hierro á la distancia de 1 metro à 1.m60 uno de otro; estos zunchos que se llaman de *reata* porque al principio se daban á los palos reatas, son unas veces cerrados y otros abiertos de modo que puedan apretarse cuando se aflojen. Debe cuidarse que ninguno de ellos caiga en la fogonadura debiendo estar distantes de ella por arriba y por abajo lo menos unos 40 centímetros; de estos zunchos se colocan por lo menos dos en cada empalme longitudinal.

Para colocar los zunchos que deben tener un diámetro un poco menor que el del palo se calientan en la fragua hasta el morado purpúreo y por medio de mandarrias se introducen hasta el sitio conveniente de modo que cuando al enfriarse se contraen, ajustan perfectamente.

Tambien se emplean (Fig, 598) zunchos de tornillo con una ó dos visagras sobre las que pueden abrirse ó cerrarse llevando dos orejas, que se pueden aproximar con un tornillo de presion.

La disposicion de las piezas que constituyen un palo dependen de la dimension de dicho palo y de los materiales de que dispongamos; la mas sencilla que esta en uso es la de la (Fig. 599) compuesta de dos *mechas* ò *madres* (1 y 2) con sus tapas (3 y 4): cuando no pueda hacerse de dos madres se hace de tres llamando en este caso á la del medio (5) (Fig. 599 *bis*) *mecha* ó tambien *pluma* à las (1 y 2) *contramechas* y à las (3 y 4) *tapas* ó tambien *gimelgas*. Cuando las (3 y 4) no se pueden hacer de una pieza se hacen de dos y entonces

se tendrá una sercion en el plano diametral razon por la cual no se emplea casi nunca.

En estos palos llamados de piezas para distinguirlos de los otros llamados *sencillos* ó de *perchs* ha do tener la mecha lo menos los dos tercios de la longitud del palo y las contramechas y tapas los cinco sestos. Las diferentes piezas se unen en sentido longitudinal á escarpe largo y las aristas que dejan en hueco se rellenan redondeando la pieza con porciones triangplares llamedes *cuchillos ó chapuces*

Los palos terminan por la parte superior en una pieza cuadrada *ab* llamada *calcés* que sirve para unirlo al mastelero que va encima y cuya longttud es un tercioede la de este.

En la parte baja del calcés y para formar el asiento de la cofa se ensamblan al palo dos piezas de roble, *c* llamadas *cacholas ó chanflones*, cada una de las cuales está á su vez compuesta de tres piezas unidas á escarpe. Sobre las cacholas se apoyan los *baos* que son dos piezas que van de popa á proa abrazando á los palos con dos profundas entalladuras para el asiento de las *crucetas* que han de recibir la cofa. El palo termina por la parte alta en la *espiga* donde se aloja la caja del *tamborete* que lo une al mastelero y por la baja en la *coz* que ha de penetrar en la carlinga.

La coz es una pirámide cuadrangular cuya base es el cuadrado inscrito en la circunferencia de menor diámetro y cuya otra base tiene de lado los dos tercios del anterior.

Construido el palo y enzunchado por los zunchos de cuerpo *a*, se coloca encima una pieza de refuerzo llamada *gimelga* la cual impide al mismo tiempo que la vela roce con el palo La gimelga, está ensamblada al palo con varias colas de milano y sugeta por los *zunchos de reata b*.

En el pié de las cachoas se coloca otro zuncho en el cual hay varios cincamos para las arraigadas y mas abajo en la proximidad de la cubierta el *zuncho de cabilleros* para afirmar algunas maniobras.

366. Formas y disposiciones de los masteleros.—Los masteleros (Fig. 600) son cuadrados desde la encapilladura ó estremo superior del cuello *e* hácia arriba y su coz de forma ochavada, tiene dos cajeras *c*, para los viradores de que ya hablamos al tratar del modo de guindarlas y una canal en el costado para que encaje el amante de virador al salir de la cajera. De babor á estribor está la coz atravesada por un taladro llamado *ojo de la cuña* que ya conocemos y en la base del mastelero una canal para el *baticulo*.

La parte *ab* recibe el nombre de *làmpara*.

En la encapilladura se coloca un zuncho *z* para las arraigadas de los obenques de juanete.

En la espiga del mastelero va fijo el tamborete que une este palo con los que le siguen ó sea masteleros de juanete y sobrejuanete. Estos dos masteleros forman un solo cuerpo quedando marcada su separacion por la encapi-

lladura de jnanete en el que va una roñada ó corona para impedir el roce de la jarcía. El de juanete (Fig. 601) lleva dos cajeras una *a* para la ostaga del juanete mayor y otra para el virador. La cuña que se emplea no es del mismo género que la descrita y la tenemos representada en la (Fig. 602.)

El mastelero de sobrejuanete (Fig. 603) lleva una cajera *c* para la driza de sobrejuanete y en su espiga se coloca el *tope* el cual tiene dos cajeras para las drizas de banderas. Encima del tope se clava la *grimpula* (Fig, 604) que es una pieza de bronce terminada en una aguja que hace de pararayos. Este comunica con el mar por medio de una chapa de cobre que partiendo de ella recórre todo el palo separandose en la coz para ir à parar à la cabeza de un perno que atraviesa todo el costado del buque hasta el forro de cobre.

367. Tamboretes, cofas y crucetas.—Los masteleros de gávia van unidos à los palos machos por medio del *tamborete* (Fig. 605) que es una pieza de roble ú otra madera fuerte formada de dos piezas con dos agujeros ó groeras, una de seccion cuadrada para alojar la espiga del palo macho y otra circular por donde pasa el mastelero.

Esta última groera esta forrada de cuero para disminuir el rozamiento é impedir se desgaste la madera. En los tamboretes se hacen firmes varios cáncamos que se utilizan para los motones de diversas maniobras.

Los que generalmente llevan son dos á babor y estribor uno *a* para las trozas de las vergas y otro *b* para los amantillos. A popa suelen ir dos para las bolinas de gávia y uno para la driza del pico. En la cara inferior se colocan dos á cada banda para los viradores del mastelero. Algunos buques para disminuir la presion del tamborete sobre la espiga del macho llevan un *puntal* que los une y sostiene en parte el tamborete.

El tamborete de *juanete* que sirve para unir los masteleros de gavia y de juanete en el palo mayor y anàlogamente en los demas palos es semejante al qne acabamos de describir pero tiene menores dimensiones. Lleva dos cáncamos una á cada banda para las drizas de ala ú otra maniobra y otros dos en la cara inferior para los viradores.

La *cofa* (Fig. 606) que va apoyada sobre un emparrillado formado por los baos y crucetas es una mesa terminada á popa por una linea recta perpendicular al eje del buque y à proa por un arco de circulo cuyo ràdio es la mitad de la manga El contorno lo forman unas piezas de madera *a* llamadas *cenefas*.

La cofa va macizada interiormente por medio de piezas llamadas *rayos r* que siguen la direccion de les rádios del circulo qne forma el contorno de la cofa.

Estos rayos terminan en las cenefas por un estremo y en una abertura rectangular llamada *boca de tinaja* ó de *lobo b* por donde pasan los dos palos y los estribos de las arraigadas de los obenquillos. La meseta sobre que descansa la cofa formada como hemos dicho de los baos y crucetas tiene ademas unas

traviesas ó *malletes m* que forman las groeras para el paso y ajuste de su calcés y de la coz del mastelero.

La parte de la cofa comprendida entre la boca de tinaja y la cenefa se maciza con un entablado que recubre los rayos y forma un piso para andar la gente que maniobrase en él, resguardándola por unos candeleros de hierro que sostienen una barandilla llamada *batayola de la cofa*.

Ademas de los pernos y clavos que ligan las diversas piezas de que se compone una cofa se colocan varios herrajes para las maniobras que ya conocemos, asi en la popa van dos càncamos para viradores y para las arraigadas de la braza de gavia.

A una y otra banda de la cofa se colocan cáncamos para burdas y se hacen unas cajeras para las planchuelas de las arraigadas y debajo van los cáncamos para los brioles y apagapenolos.

En la proa de la cofa se abren dos groeras una *g* para el paso de la boza de la verga la cual se hace descansar muchas veces sobre un togino ó sobre una cruceta clavada en la cofa y forrada de cuero. Lleva ademas otras dos groeras *e* para el paso de las drizas.

Las maderas de que se hace la cofa es preciso que sean lo mas ligeras posibles para evitar los pesos altos; como el pino es la que reune las mejores condiciones para el objeto se hace toda la cofa de esta madera escepto la cenefa, por los esfuerzos que esta sujeta.

La cruceta (Fig. 607) que asienta sobre los chanflones del mastelero esta formada de dos baos *a*, las dos crucetas *b* y la cenefa ó aro *e*. Como la cofa, tiene su boca de tinaja y las groeras para la espiga del mastelero y el paso del mastelero de juanete. El espacio conprendido entre la boca de tinaja y los estremos de la cruceta se hace de enjaretado para dejar escurrir el agua de lluvia. En la parte anterior de la cruceta se colocan las pastecas *p* para los brioles poniendo un càncamo para la *camiseta de gavia* que es una especie de red que recoje la gàvia y termina en un cabo.

En las estremidades delas crucetas se practican groeras con roldanas ó sin ellas para el paso de las burdas y en la popa tres cajeras para el estay de sobre y para las brazas de sobre.

368 Forma y disposicion de las vergas, botavaras y botalones.—Las *vergas* (Fig. 608) constan de tres partes; *cruz* ó parte central, *penol* ó estremo y *cuerpo* que es el espacio intermedio.

Las vergas bajas tienen desde la cruz hasta el tercio la forma ochavada primero y de seccion circular despues disminuyendo hasta el penol.

Les vergas se hacen de pino del Norte y cuando sus dimensiones no son suficientes para hacer las vergas de una sola pieza, se hacen de dos piezas unidas á escarpe por medio de dados de guayacan ú otra madera dura; luego se le colocan unos zunchos de hierro que tienen un cáncamo para el paso del nervio de la vela. Para evitar el roce de la járcia se colocan sobre la verga unos

refuerzos ó piezas de defensa llamadas *jimelgas* que se unen á la verga por medio de zunchos llamados de reata.

En la cruz de la verga se coloca un estrobo de cadena con un grillete para la suspension de la verga por medio de la boza y à una y otra banda dos zunchos de cáncamos para las drizas,

En las vergas que deban llevar botalones se les pondrá à los dos tercios á partir de la cruz un zuncho de molinete llamado *zuncho de tercio* para la coz del botalon y en la estremidad del penol otro zuncho para asegurar la posicion del mismo botalon.

Los penoles llevan tres tojinos para los rizos y en su estremidad se practica una cajera *a* para los amantillos y otra *c* practicada al terminar el cuerpo de la verga para los escotines.

Las vergas que no llevan botalon no difieren de las anteriores mas que en su estremidad llevan un regaton ó cáncamo para drizas de alas y un solo zuncho en medio para la ostaga.

Las alas de las velas estan sostenidas por botalones que son unos palos terminados por un lado en un rebajo para zallarlos ó meterlos y por el otro en un càncamo ó cajera paro relingarlo.

Los *tangones* (Fig. 609) que sostienen la relinga de pujámen de las rastreras tienen un espigon de hierro que se introduce en un càncamo clavado al costado del buque y un càncamo ó cajera en su estremo.

Los *picos cangrejos* (Fig. 610) terminan por un estremo en una media luna llamada *boca* formada de dos piezas empernadas y enzunchadas al palo que los forma. Esta boca lleva unas groeras para el paso del racamento y en la parte superior un càncamo ó una cajera para la driza de boca.

A una banda y otra lleva varias cajeras para las drizas del medio y del pico y para las candalizas ó bien un zuncho de dos cáncamos en su lugar. En la proximidad del pico ó penol se pone un zuncho para las ostas y driza de pico La estremidad del penol destinada á la driza de la bandera va calzada con un cáncamo que tiene à veces una roldana.

La *botavara* (Fig. 611) no se diferencia del pico en la forma. Cerca de la boca va un càncamo para la amura y una cornamusa *c* para hacer firme la escota: al tercio del penol ó pico va un zuncho con cáncamos para los dos *amantillos* y cerca del estremo una cajera para la escota.

La boca de la botavara lleva dos groeras para los bastardos ó racamento que la unen al palo: á veces en lugar de boca se le hace un espigon como el de los tangones

369. DISPOSICION DEL BAUPRES, BOTALONES DE FOQUE Y MOCOS.—El *bouprés* (Fig.612)es de todos los palos el mas grueso relativamente á su longitud; se hace de una pieza en el sentido longitudinal y de varias en el transversal. Su construccion es la misma que la de los otros palos y se consolida tambien con zunchos de hierro.

El diàmetro mayor del bauprés suele oolocarse en las trincas y disminuye con mas r·pidez que en los otros palos hasta el estremo en que se coloca el tamborete por lo que termina en una espiga piramidal cuadrada. Por el otro estremo se mete dentre del buque una centidad un poco mayor que el tercio de su longitud terminando en una coz ó espiga piramidal truncada cuya base es el cuadrado inscrito en la elipse interseccion del palo con el plano de la carlinga.

Encima del baupres y desde el tamborote à la roda se coloca una jimelga unida al palo por medio de zunchos de reata de los que el mas inmediato á la roda esta á los dos tercios de la salida del baupres ò á proa del estrobo del estay de trinquete *e*. Este zuncho tiene un cáncamo que se utiliza para la barbada. A popa del tamborete se colocan á una banda y otra del baupres dos tojinos *c* llamodos *chanflones* ó *aletas del bauprés* empernadas à él y con dos cajeras, una *d* para dar paso al estay de velacho y otra *a* para el contra estay.

Inmediato á las cachojas y á popa de ellas se coloca un zuncho de reata con un cáncamo para un barbiquejo y debajo de las cacholas otro zuncho de cáncamo para el frenillo ó moco de pavo.

En las cachojas se clavan dos càncamos para los vientos de los tangones.

Ya vimos al ocuparnos de la járcia fija del baupres como se colocaban las trincas por lo tanto nada nos queda que decir del bauprés.

El *tamborete* del bauprés (Fig. 613)) tiene dos cajeras, una para la espiga del bauprés y otra cilíndrica de generatrices paralelas al eje del palo para el paso del botalon de foque. Su construccion es análoga á la de los demás palos; su forma varia algo por tener sus caras de proa y popa verticales,

Se une al bauprés por medio de un perno pasante de tuerca. En el tamborete se colocan varios cáncamos de maniobra; cuatro *a* para viradores y guarda mancebos del bauprés, el *b* para los pasamanos ó *bolinas* y los *d* para las trincas ó guias. Algunas veces se coloca un cáncomo en la parte baja del tamborete para el moco de pavo.

A proa del tamborete se colocan dos zunchos *e* para el asta de la bandera. En los barcos que llevan botalones de petifoque se coloca un cáncamo para la coz de este botalon á estribor del tamborete.

El *botalon de foque* (Fig 614) sale por la boca de lobo del tamborete quedando hacia dentro el tercio de la salida del bauprés.

La coz lleva una ranura ó baticulo para el andaribel lo mismo que los masteleros y analogamente à estos lleva tambien una cajera para el virador.

En la encapilladura se practica la cajera el nervio de foque. En la espiga ó penol se practica otra cajera para el estay de juanete terminando en un regaton con un zuncho para el botalon de petifoque con un càncamo para el virador del mismo botalon.

El botalon de foque descansa por su coz en una collera ó caballete colocada sobre el baupres.

El *botalon de petifoque* es anàlogo al de foque, tiene sus cajeras para el virador à popa y para nervio de petifoque y estay de sobre ó galope en la encapilladura y penol.

El moco de pavo (Fig. 615) ó bien se une al baupres por medio de un gancho ó de una boca con su racamento como los picos y botavaras. En su encapilladura lleva una cajera para el paso del estay de sobre.

Los cebaderos pueden unirse con gancho ó por medio de bocas con racamento y en el otro estremo llevan las cajeras para los vientos de botalon de foque y petifoque.

Para amurar la vela de trinquete se coloce en el tajamar y normalmente à los brazales un arbotante á cada lado llamado *pescante de amura*.

Para colocar y fijar los palos, labrada la fogonadura con la inclinacion que ha de tener el palo y algunos centimetros mas de diámetro, se introduce el palo hasta que se apoye y penetre bien en la carlinga, se le da luego la inclinacion conveniente y se colocan las cañas todas de una vez golpeándolas con mandarrias; estas cuñas son de pino, estan rodeando al palo y se les deja un pequeño resalto sobre el piso de la cubierta cubriéndolas con cuero curtido ó lona alquitranada clavada con una arandela de madera con lo cual se evitan las filtraciones que destruirian las cuñas.

En los buques de vapor es preciso recubrir de cobre el mastelero de gàvia para que no lo requeme el humo de la chimenea.

Antes se llevaban varias piezas de la arboladura de respeto que eran generalmente un mastelero de gavia, otro de velacho, uno de juanete mayor y de proa y las vergas correspondientes á estas piezas: iban colocadas unas veces al lado de los botes y otras en arbotantes colocados al costado del barco. Con objeto de disminuir el número de piezas de respeto necesarias, se han hecho iguales todas las piezas de la arboladura del mayor y trinquete de cofas arriba, asi es que solo se lleva un mastelero para gavia y velacho, otro para los juanetes y lo mismo sucede con las vergas que será la de gavia igual à la de velacho é igual tambien á la seca á la que con este objeto se ponen penoles.

370. Determinacion de la superficie de velámen de un buque y de todas las velas.—Al determinar el velámen de un buque debemos procurar que este resulte con las mejores condiciones de marcha lo cual depende del valor que tenga la relacion de la superficie de velamen á la de la parte sumergida de la cuaderna puesto que la fuerza impulsiva es proporCional á dicha superficie, de velámen y la resistencia varia tambien en razon directa de la superficie sumergida de la maestra.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta ademàs otra circunstancia, puesto que no somos dueños de aumentar el velamen hasta el infinito porque entonces podria suceder que al inclinarse el barco el momento de dicho vela-

men fuese superior al de estabi idad en cuyo caso el buque zozobraria. De aquí resulta que debe existir una cierta relacion entre dichos momentos y de la cual no se puede pasar en cada caso.

En cuanto á la posicion del centro vélico, ya sabemos que debe coincidir con la del centro de resistencia pero como este no es conocido tampoco será facil dejar satisfecha esta condicion escogiendo el centro vélico de una manera arbitraria. Lo que se hace únicamente es fijarlo por comparacion con otros buques que reunan buenas condiciones.

La superficie de velámen se determina admitiendo como resultado de la esperiencia que guarde con el area de la porcion sumergida de la cuaderna maestra la relacion de 30 à 33 para los navios, de 37 à 40 para las fragatas, de 42 à 45 para las corbetas y de 45 á 63 para las embarcaciones de menor porte.

De esto parece deducirse á primera vista que cuanto menores son las dimensiones de los buques tanto mejores serán las condiciones de marcha pero si bien es verdad que reunen ventajas en buenos tiempos, en cambio con mares gruesas la resistencia que las olas les ofrecen siendo mayor no llegan à veces á poder marchar aun con un velamen exagerado.

La distancia del centro vélico à la perpendicular de de popa tomada á proa de esta perpendicular varia entre 0'040 y 0'066 de la eslora en la flotacion y su altura sobre la misma flotacion estará determinada por la fórmula.

$$h = \frac{P(r-a)}{S} \times K$$

en la que el numerador representa el momento de estabilidad, S la superficie de veláme y K la relacion entre los momentos de velamen y estabilidad.

Para conocer la superficie que corresponde à las velas de cada palo se pueden admitir como deducidos de la pràctica los números del cuadro adjunto en el que cada número representa una fraccion de una superficie de velámen igual à 100.

BUQUES.	Palo mesana.	Palo mayor.	Trinquete.	Foque y cangreja de mesana
Navios	12'30	40'40	30'60	16'00
Fragatas y corbetas	11 40	40'00	31'00	17'60
Bergantines. . .	11'40	42'00	33'00	25'00

La fraccion de superficie de velámen que corresponde á las velas altas de cada palo relativamente á las bajas asi eomo la relacion de la del foque á la cangreja de mesana (*) esta indicada en el cuadro siguiente:

BUQUES.	Palo mayor.	Palo trinquete.	Foque.
Navios.	de $\frac{140}{240}$ á $\frac{154}{254}$	de $\frac{140}{240}$ á $\frac{160}{260}$	de $\frac{100}{200}$ á $\frac{100}{260}$
Fragatas y Corbetas	de $\frac{127}{227}$ á $\frac{135}{235}$	de $\frac{L34}{234}$ á $\frac{150}{250}$	de $\frac{100}{225}$ á $\frac{100}{260}$
Bergantines.. . .	de $\frac{120}{220}$ á $\frac{135}{235}$	de $\frac{130}{230}$ á $\frac{145}{245}$	de $\frac{100}{300}$ á $\frac{100}{360}$

371. Dimensiones de la arboladura.—Las dimensiones de la arboladura deducidas por la esperiencia pueden determinarse por el cuadro adjunto en el que las longitudes (L) de las diversas piezas estan referidas á la longitud del bao maestro fuera de miembros (B), los diámetros mayores (D) á la longitud de cada palo, verga etc y los menores (*d*) á los diámetros mayores respectivos.

La letra (E) del cuadro indica la eslora del buque y la (C) el calcés de los palos.

DIMENSIONES DE LA ARBOLADURA.

Palos

NOMBRES.	Longitud desde la flotacion.	Diametro mayor.	Diametro menor.	Calcés	Cuello.	Coz.
Palo mayor.....	2'5 del B	0'028 L	2|3D	1|6*L*.	2|5C	
Id. trinquete.....	2'34 del B.	0'028L.	2|3D	1|6*L*	2|5C	
Id. mesana	El tamborete de mesana á la altura del canto alto de la cofa mayor.	0'028L.	2|3D	1|6*L*	2|5C	
Mastelero de gávia.....	1'32 del B	0'030L.	2|3D	1|6L	1|2C	2'50D
Id. de velacho.....	1'32 del B	0'030L.	2|3D	1|6L	1|2C	2'50D
Id. de mesana.....	0'97 del B	0'030L.	2|3D	1|6L	1|2C	2'50D
Id. de juanete mayor.	1'10 del B	0'019*L*.	0'25D		3|2(*d*+D)	1'25D
Id. de juanete de proa	1'10 del B	0'019*L*.	0'25D		id.	1'25D
Id. de juanete de mesa.	0'78 del B	0'019*L*.	0'25D		id.	1'25D
Palo baupres.....	1'18 del B. Lo que sale fuera es igual á B.	0'065d B	2|3D			
Botalon de foque.....	1'12 del B. Lo que sale fuera igual á 0'66 B,	0'43 de lo que sale fuera.	2|3D			
Botalon de petifoque ...	B Lo que sale fuera igual á 0'36 B.	0'21 *L*.	2|3E			

(*) Solo hablamos de la cangreja de mesana porque las de los demas palos no se hacen entrar en el cálculo de velámen asi como de los foques no se tiene en cuenta mas que el gran foque. En las velas altas tampoco se cuenta con las de sobre y como que en el palo mesana no hay vela baja (razon por la cual la verga mayor de este palo se llama verga *seca*) todo el velámen de este palo corresponde á las velas altas.

(**) Las encapilladuras de estos masteleros de juanete se dividen del modo siguiente: del ojo de la cuña á la primera encapilladura, los 0'58 de su largo; de la primera á la segunda, los 0'66 del largo de la primera quedando lo demas para espigon ó asta.

Vergas.

Nombres.	Longitud contando con los penoles.	Diametro mayor.	Diámetro menor.	Longitud de cada penol.
Verga mayor y trinquete.....	0'5 de E,	0'21 L.	0'5 D.	2 D.
Idem de gávia y velacho.....	0'420 de E,	0'19 L.	0'5 D.	1|6 L.
Idem de juanete mayor y proa.....	0'23 de E.	0'18 L.	0'5 D.	2 D.
Idem de sobrejuanete.....	0'18 de E.	0'17 L.	0'5 D.	2 D.
Verga seca.....	0'420 de E.	0'19 L.	0'5 D.	1|6 L.
Idem de sobremesana.....	0'32 de E.	0'17 L.	0'5 D.	1|6 L.
Idem de juanete de mesana.....	0'18 de E.	0'17 L.	0'5 D.	2 D.
Idem de sobrejuanete de mesana..	0'13 de E.	0'13 L.	0'5 D.	2 D.
Botavara.....	0'30 de E.	0'20 L.	2|3 D.	D.
Congrejo de mesana., ., ...	0'23 de E.	0'20 L.	1|4 D.	4 D.
Idem mayor.....	0'20 de E.	0'24 L.	1|7 D.	2 D.
Idem trinquete.....	Igual al anterior si es que lo permite la chimenea de la caldera.			
Botalones de ala de gávia y velacho.	La mitad de la verga mayor.	0'16 L.	2|3 D.	
Idem de ala de juanete mayor y proa.	La mitad de laverga de gàvia	0'16 L.	2|3 D.	
Verga de ala de gávia y velacho...	1|3 de la verga de gávia. (sin contar los penoles.)	0'20 L.		2 D.
Idem de ala de juanete mayor y proa	1|4 de la verga de juanetemayor (sin contar los penoles)	0'20 L.		2 D.
Fangones ó botalones rastreros... ...	0'60 de la verga mayor.	0'19 L.		
Moco del baupres..... ...	0'500 de B.	0'027L		0'45 B.
Picos cebaderos,.....	0-650 B.	0'030L.		

Dimensiones de las cofas y crucetas

Nombres.	Longitud (L)	Ancho (a)	Espesor.
Cofa mayor.	$\frac{B}{2} - \frac{1}{8} B$	$\frac{2}{3} L$	
id. de trinquete...	id.	id.	
id. de mesana....	$\frac{B}{3}$	$\frac{2}{3} L$	
Boca de lobo.....	$a \times 0'60$	$L \times 0'40$	
Crucetas.....	id.	$\frac{1}{24} L$	$\frac{2}{3}$
Baos de las cofas..	La manga de la cofa	$\frac{7}{96} L$	$\frac{1}{288} L$

Las cacholas tienen de alto 0'40 del calcés del palo mayor, por longitud horizontal el diámetro del mismo palo en esta parte mas 0'021 del calcés mas el diámetro del mastelero y por espesor horizontal la mitad del de los baos.

La espiga del palo macho que ha de recibir el tamborete tiene de largo los 0'49 del diámetro del calcés en su estremo.

La gimelga del palo arranca del canto bajo de los baos de la cofa y ter l mina á 1'30 por encima de la cubierta alta: su espesor para un navío es igua á los 0'42 de la longitud del calcés menos 0'"03 en la parte alta y 0,"10 en la baja.

En el baupres el espigo del tamborete tiene de ancho 0'33 del diámetro mayor y de alto en sentido vertical 0'46 del mismo diámetro.

En los masteleros el ojo de la cuña se abre à una distancia del canto bajo de la coz igual al diámetro mayor de dichos masteleros.

El cuello se cuenta à partír del calcés hácia abajo en una longitud igual á la mita ! del calcés, y la cajera para el virador se abre por encima de la cuña à una distancia igual al diàmetro dándole una altura igual á este mismo diámetro

En cuanto á los masteleros de juanete tienen en el cuello la cajera para la driza por debajo de la encapilladura y á una distancia igual á la mitad del diámetro en este punto y su longitud es el mismo diámetro multiplicado por 1'16. La cajera para el virador va por debajo de la cuña á una distancia igua al diámero menor del mastelero de juanete.

Para el trazado de la cofa se traza la línea AB (Fig 616) igual à su manga y sobre el punto medio se levanta una perpendicular igual á la eslora de la misma cofa; enseguida se trazan á una y otra banda dos paralelas O'P' y O"P" á una distancia *mn* igual à 0'174 de la eslora L de la cofa y se prolonga la perpendicular media hasta el punto O, de manera que OP sea igual á la manga *a*. Trazando lu go desde O un arco de círculo con un rádio 0'709 L, cortará á las rectas O'P' y O"P" en dos puntos O' y O" los cuales unidos con el punto O limitaràn el sector M'OM. Si despues hacemos centro en O' y O" y trazamos con un radio 0'291 L los arcos de círculo MN y M'N' tendremos otra parte de la cenefa que terminaremos finalmente trazando desde A y B dos tangentes á á estos círculos MN y M' N'.

Los tamboretes deben tener una eslora igual à dos veces la suma de los diámetros de los palos que unen, por ejemplo, del macho y mastelero; en cuanto á su manga se hace igual á 0'5 de la eslora y su grueso 0'666 de la manga.

Al botalon de foque se le da 0'66 de su largo para salida fuera del baupres conservando en la parte interior un diámetro constante é igual á su diámetro ya determinado. La cajera practicada en la coz para el amante de virador se practica à 1'166 del mismo diánetro.

En el cuello de dicho botalon y en una longitud $d+o'166d$, siendo d el diámetro, se abre la cajera para el estay de juanete, abriendo otra á 0'05 hácia dentro para nervio del foque dàndole una longitud igual á 1'166 d.

372. MANERA DE REPRESENTAR EL APAREJO DE UN BUQUE EN LOS PALOS.—Al hacer un proyecto de velámen se empieza por determinar la superficie de cada una de las velas conforme hemos indicado y como conocemos la altura de los palos y el cruzamen de las vergas, será fàcil repartir el velamen y determinar la forma de lar velas entre las cuales no se cuentan las de sobrejuanete, compren-

diendo de las cangrejas solamente la de mesana y de los foques, el foque propiamente dicho.

Los palos se representan reducidos á su eje y lo mismo las vergas, cofas, crucetas y tamboretes, tomando el mastelero de juanete como eje de todas las velas que están en los palos respectivos, al rededor del cual se les supone que giran hasta colocarse sobre el plano diametral. Trazado ya el plano, se calculan, los centros de gravedad de todas las velas, y luego se determina el centro vélico, dividiendo la suma de los productos que resultan de multiplicar las superficies de las velas por las distancias de los centros de gravedad á la perpendicular del medio tomada como eje de ordenadas, por la superficie total.

La caida de los palos se suele hacer de un grado para el mayor y de dos para el mesana, colocando el trinquete en candela.

Ahora, en cuanto à su colocacion á lo largo del buque referida á la eslora de este y à contar desde la perpendicular de proa, se puede ver en el cuadro siguiente, en el que se manifiesta tambien la distancia del centro de velamen á la perpendicular del medio, tomada con relacion á la eslora.

	Colocacion de los palos.		Colocacion delcentro vélico.
Navios y fragatas.	Trinquete..	0'134	0'13325
	Mayor . .	0'552	
	Mesana. .	0'821	
Bergantines.....	Trinquete .	0'200	0'0838
	Mayor . .	0'610	
Goletas.....	Trinquete .	0'150	0'1157
	Mayor . .	0'525	
	Mesana. .	0'815	
Goletas de dos palos. . . .	Trinquete .	0'206	0'1222
	Mayor. .	0'607	

EMBARCACIONES MENORES.

LECCION 44.

373. Enbarcaciones menores.—Siendo en número escaso los muertos en que los buques de mucho calado pueden atracar á los muelles á fin de embarcar los objetos que constituyen su armamento, es de todo punto necesario disponer de embarcaciones de pequeñas dimensiones, susceptibles de satisfacer á esta condicion y servir para algunas maniobras necesarias muchas veces, no solo en alta mar, sino en los mismos puertos para verificar el desembarco de tropas por las embocaduras de los rios y finalmente para la conduccion de materiales y ejecucion de algunas reparaciones en los arsenales.

Todas estas embarcaciones que suelen tener formas muy variadas, segun su empleo, son designadas con el nombre de *embarcaciones menores* y pueden dividirse en dos clases; embarcaciones menores destinadas al servicio de puertos y arsenales, y embarcaciones para el servicio de los buques.

374. Embarcaciones menores para servicio de arsenales y puertos.—Entre las embarcaciones de esta clase, la mas sencilla es la *batea*, reducida á un cajon de forma de paralelepípedo, destinado á servir de andamio en las obras de aflote é hidráulicas y á la conduccion de materiales.

Cuando la batea es un paralelepipedo macizo, formado solo por tablones ó tosas unidas entre sí, recibe entonces el nombre de *plancha de agua*, y si es un cajon de forma cúbica, con un arganeo en su parte alta pára amarrar los buques en un puerto, entonces se llama *muerto*, y en este uso se hace firme al fondo del mar por medio de una ó mas anclas, cuyas cadenas, atravesando el muerto por la parte central, terminan en el espigo de dicho arganeo.

Las bateas siempre tienen cubiertas, pero cuando carecen de ella, se designan con el nombre de *chalanas*, si bien estas, aun cuando generalmente tienen sus

fondos, costados y estremidades terminados por caras planas, no suelen ser verticales, sino con cierto lanzamiento, sobre todo en proa y popa (Fig. 617.) Las chalanas se destinan muchas veces al trasporte del fango estraido con las dragas, y cuando son mas pequeñas, sirven para visitar los costados del buque, pintar ó hacer algunas reparaciones de poca importancia.

Finalmente, para transporte de piezas de artillería, carbon, piezas de màquina ,etc. se emplean en los arsenales unas embarcaciones de mucha estabilidad de forma y de gran resistencia, llamadas *lanchones* ó *barrazas* y las *minuetas*, que son unos botes tambien muy resistentes, al paso que muy ligeros, los cuales sue en destinarse al transporte de piezas mas pequeñas y materiales de construccion.

Las minuetas generalmente tienen dos proas, y sus formas son bastante finas.

375. EMBARCACIONES PARA EL SERVICIO DE LOS BUQUES.—Para el transporte de la tripulacion y de los víveres, asi como para la ejecucion de diversas maniobras, se llevan abordo varias embarcaciones, que reciben los nombres de *lancha*, *bote-lancha*, *botes*, *chinchorros*, *canoas* y *balleneras*.

La lancha era la mayor de las embarcaciones que se llevaban antiguamente abordo, destinadas á faenas de gran esfuerzo, como por ejemplo á desarraigar el ancla, para lo cual tenian en las amuras y cerca de la proa una especie de serviolas con un molinete llamadas *gavietes* (Fig. 618) ó bien hacia de gaviete la misma roda, en la que habia una roldana que recibia el nombre de *mocho*.

La embarcacion de que nos ocupamos era de popa cuadrada, y no diferia de las demás sino en sus formas, puesto que en virtud de su poca estabilidad de forma, necesitaba una superficie de flotacion muy grande relativamente al desplazamiento.

Los espesores de maderas, naturalmente debian tambien ser proporcionalmente grandes, atendido el objeto á que se destinaban y sus formas, tanto en proa como en popa, bastante llenas á fin de resistir al embate de las olas.

A causa del mucho peso de las lanchas y de no desarraigar las anclas como antiguamente, hoy se ha sustituido la lancha por los *boteslanchas*, que no son mas que las lanchas antiguas de formas mas finas y recogidas, aunque de bastante desplazamiento para poder *armarlas* con un cañon cuando sea necesario.

En los buques grandes, generalmente, se suelen llevar dos botes-lanchas, llamados núm. 1 y núm. 2, montando el primero una maquinita de una ó de dos hélices.

Ademas de estos botes, se llevan otros de menores dimensiones, destinados al trasporte de oficiales, tripulacion y víveres, llamándose bote número 3, 4, 5, 6, 7 y 8, y siendo iguales de dos en dos, menos el 8 que recibe el nombre de *chinchorro*, y antiguamente el de *rompemuelles* ó *serenico*. Este bote, que es el

de menores dimensiones se hace de mucha manga relativamente á la eslora y se le da grandes espesores á fin de resistir á los golpes de mar en las atracadas y en las maniobras que con él se ejecutan en el costado del buque.

El comandante de un buque y á veces tambien el segundo tienen à bordo para su uso una embarcacion llamada *canoa*, muy ligera, de poca estabilidad y de mucha eslora con relacion à la manga, lo que le permite adquirir una gran velocidad. Cuando las canoas tienen dos proas se llaman *balleneras*.

Finalmente ademas de los botes lanchas, seis botes y las canoas à veces los buques grandes llevan tambien dos chalanas para dar la pintura al casco, pero las goletas y bergantines no llevan mas que dos botes en lugar de seis y un chinchorro.

376. CONSTRUCCION DE LAS EMBARCACIONES MENORES.—Las bateas (Fig. 619) se componen de dos ó tres quillas, sobre las que se ensamblan á media madera unos durmientes á manera de varengas y en sus estremos se espigan unos puntales, por fuera de los cuales, asi como por debajo de las varengas, se aplican los tablones de forro lo mismo que en todos los buques.

Cerca de las cabezas de los puntales se clavan interiormente los durmientes que han de recibir los baos à cola de milano que quedan sostenidos en uno ó dos puntos de su manga por puntales que descansan en las sobrequillas. Encima de los baos se clavan los tablones de cubierta que van á alojarse en el trancanil correspondiente, formando el coronamiento de la batea una regala espigada en los puntales ó cuadernas.

Las bateas se forran ordinariamente de planchas de zinc, sobre las cuales se colocan de trecho en trecho las *defensas de madera a* para resguardar dicho forro. En la cubierta se abren los imbornales necesarios para dar salida á las aguas de lluvia y dos escotillas que permitan hacer el achique cuando se presente una via de agua.

Los lanchones no difieren nada en su construccion de las embarcaciones que hemos estudiado en el curso de esta obra y lo mismo decimos de las chalanas, barcazas minuetas y botes lanchas. Sin embargo estas últimas no llevan cubiertas, aunque conservan los baos, si bien de forma mas rebajada, es decir, que son unos tablones que sirven de bancos donde se sientan los marineros que han de remar. En cuanto á los botes, chinchorros y balleneras presentan en su construccion algunos detalles que son dignos de estudiarse con cuidado.

Todas las embarcaciones menores se construyen generalmente en el taller sobre un tablon colocado de canto llamado *tablon de grada* que va montado sobre picaderos. Encima del tablon de grada y clavada con charranetas *a* (Fig.620) se sienta la quilla, cuyo peralto se hace bastante grande á fin de disminuir la deriva é impedir que en las varadas padezcan los tablones de forro; la roda puede ser de una ó de dos piezas, uniéndolas entre si por un escarpe, mitad á media madera y la otra mitad á ranura y lengüeta con consolidaciones

de brouce que lo aseguran de babor à estribor. La contraroda se hace análogamente à los buques grandes, dándole los escantillones que pidan las diversas lineas de agua.

Colocadas la roda y contraroda de manera que su plano diametral coincida con el de la quilla terminado por su traza sobre esta que se llama *granil* y que se risca por que sirve despues de guia, se fija el codaste ensamblándolo á caja y espiga ó bien por medio de un escarpe igual al que hemos indicado para la roda.

El codaste que tiene siempre lanzamiento en las embarcaciones menores recibe para formar la popa una pieza *e* llamada espigo ó *escudo*, que cuando la embarcacion es grande consta de dos ó mas tablas encoladas y ensambladas transversalmente à ranura y lengüeta. El escudo se apoya por su cara baja sobre el contracodaste ó dormido de popa, ensamblándose con la cara de proa del codaste á ranura y lengüeta.

En todo el contorno lateral del escudo se abre un alefriz para recibir los tablones de forro, los cuales sientan tambien sobre la aleta que, descansando en el dormido se apoya sobre el escudo y le sirve de consolidacion. En los buques grandes sabemos que antes de colocar los forros se arbolan las cuadernas, pero no se sigue este sistema en las embarcaciones menores; en estas se sacan las plantillas enteras de las cuadernas con tablas de pino de $0^{m}{\cdot}02$ à $0^{m}{\cdot}03$ de espesor y se sientan por medio de *galochas* ó toginos sobre la quilla en su posicion verdadera, envagrándose con el mismo objeto: colocadas estas plantillas que reciben el nombre de *hormas* y que dan la figura á la embarcacion, se procede á la instalacion del forro esterior, empezando por la aparadura reforzada y por la cinta.

La labra de la aparadura reforzada se hace del mismo modo que en los buques grandes, diferenciàndose únicamente de la de estos en que consta de una sola traca formada de una pieza, sin tener en cuenta mas que el rodero, puesto que siendo de poco espesor y de pino se puede adaptar facilmente, sobre todo si se reblandece à la estufa. En cuanto á la cinta solo diremos que se hace de manera que sus cantos altos y bajo sean paralelos à la regala.

Los demas tablones llamados *pechos* se labran por los procedimientos que ya conocemos (184 y 185) repartiéndolos tambien segun ya hemos indicado (174). Definida la superficie del bote y cerrada completamente con los tablones de forro se procede á su consolidacion, empezando por la colocacion de las cuadernas. Estas pueden ser de una sola pieza ó de mas de una, segun la magnitud de la embarcacion; en los botes y canoas se hacen de unos junquillos de una sola pieza y de $0^{m}{\cdot}03$ de espesor á las líneas por $0^{m}{\cdot}01$ à la grua, adaptàndolos sobre la superficie interior del forro por medio de galochas, habiéndolas reblandecido previamente en la estufa. Cuando

ya han tomado la forma, se clavan al forro y á la quilla por medio de pernetes de cobre con arandelas del mismo metal, despues de lo cual ya se pueden quitar las hormas y sentar la sobrequilla.

El forro interior se reduce à una ó dos tracas de palmejares y á un durmiente destinado á sostener los b.ncos que hacen el oficio de baos y con el que se ensamblan á cola de milano, consolid ándolos ademas con curvas de bronce empernadas á ellos y al costado por la cara superior. Como los bancos tienen un peralto variable entre dos y cuatro centimetros, se sostienen en su parte central por medio de puntales torneados de madera qne descansan en la sobrequilla.

La regala se ensambla con las cuadernas como en los buques grandes, pues á veces sobre ella va otro tablon destinado á la colocacion de las chumaceras para el juego de los remos. Este tablon llamado *falca* (Fig.621) queda sostenido por una especie de barraganetes *b*,llamados *escàlamos*,los cuales atraviesan la regala para empernarse al forro esterior ó á las cuadernas en su parte baja, ensamblándose à cola de milano con un liston de mas espesor que la falca y que forma la regala ó coronamiento de dicha falca, quedando unidos el de babor y estribor, tanto en proa como en popa,por medio de una busarda de madera ó de metal.

En los botes de grandes di mensiones se sigue el mismo orden para la construccion que en los de nàs buques, es decir, que sentada la quilla se arbolan las cuadernas antes de colocar los tablones de forro,pero entonces dichas cuadernas se hacen de roble, compuestas de dos cuerpos, cada uno de los cuales consta de 3 à 5 ligazones,

El espacio comprendido entre la contraroda y el escudo se divide en cuatro partes: la de proa está cerrada con una especie de cubierta, debajo de la cual se guardan los anclotes, los víveres ó la ropa de los marineros,y se llama *tambucho* de proa;la parte de popa dispuesra del mismo modo está separada de la *camareta* que es el espacio donde van los oficiales por medio de una tabla transversal llamada *escudo*,y algunas veces queda sin cubierta, con el objeto de que pueda alojarse el timonel ó patron del bote que lo gobierna.

Los tambuchos de proa y popa van cerrados con tablas ó con enjaretado.

En la camareta que comprende el espacio intermedio entre el escudo y el *banco popel*,se dispone una bancada corrida de babor à estribor, y se forma un piso para descanso de los pies, el cual consta de dos tablones *ee* llamados *peines*, sobre los cuales encaja un enjaretado,

El canal del agua se forma à los costados de la sobrequilla en los botes ordinarios, pero en los botes lanchas se abre por debajo de las cuadernas,corriendo el agua por la cara interior de las aparaduras.

En cuanto à la sentina, se forma á proa de la camareta,cortando un pedazo de sobrequilla comprendida entre dos cuadernas y forrándola en cobre.

El agua que se aglomere en este espacio llamado *ensai*, se achica con los *achicadorcs* ó *vertederos* (Fig. 622.)

Despues de concluido el bote, se calafatea perfectamente, dando despues por encima masilla de carpintero, tanto interior como esteriormente, forrando despues en cobre,cuando los botes son grandes,ó pintándolo al òleo simplemante si son pequeños.

Los ingleses construyen algunas embarcaciones menores, sobre todo las canoas, haciendo sus forros de manera que unos tablones monten á los otros (Fig. 623) lo que permite disminuir el espesor y el calafateo. Esie sistema, llamado de *tingladillo*,presenta el inconveniente sobre el otro ó de *empanetado* que ofrece mas resistencia á la marcha; sin embargo,no se puece asegurar cual de los dos es preferible,por que este último,siendo mas pesado está, en condiciones desfavorables de marcha, si no se tiene en cuenta la resistencia del agua àl movimiento.

Tambien se ha ensayado el forro diagonal doble que ya indicamos en otro lugar, pero esto tiene el gravisimo inconveniente de que si se presenta una via de agua, corriendo ésta por entre los dos forros,es muy dificil averiguar el punto donde existe la fila de calafateo.

377. MEDIOS DE PROPULSION DE LAS EMBARCACIONES MENORES.—Las embarcaciones menores, aun cuando pueden montar màquina de hélice, generalmente se mueven aplicando Ia fuerza muscular del hombre á los remos ó aprovechando la fuerza del viento por medio de las velas.

El remo (Fig. 624) no es mas que una palanca de segundo género, cuyo punto de apoyo es el agua, aplicándose la potencia en su estremo y la resistencia en el intermedio sobre el bote. El remo consta de cuatro partes, el *puño* ó *manilla ab*, el guion *bc*, el *luchadero cd*, la *caña de* y la *pala ef*.

Los remos se hacen de palma, haya ú otra cualquier madera flexible y ligera, reforzando la pala con un zunchito de hierro y el luchadero con un manguito de cobre ó cuero. puesto que en la parte destinada à rozar con la regala del bote.

Para la instalacion de los remos se usan tres sistemas diferentes, segun que los botes tengan ó no tengan falca; en este último caso, se refuerza la regala con unas piezas *m* llamadas *chumaceras*, introduciendo en ellas un espigo de madera llamado *tolete*, en el cual se asegura el remo por medio de un cabito sin fin que recibe el nombre de *estrobo*.

Como el estrobo se rompe facilmente, se emplean con mejor resultado las *horquillas* (Fig. 625) las cuales son giratorias al rededor de su eje vertical, sujetándose por el canto bajo de la regala con uuas chavetas *a*. En los botes con falca se emplean las *chumaceras* de bronce *c* (Fig. 626) las cuales dan mas libertad al remo, que por otra parte es de mas fàcil instalacion.

Cuando un bote tiene poca manga, no es posible que dos hombres remen en

mismo banco á la vez á no ser que los remos sean muy cortos, lo cual seria una desventaja para la marcha; en este caso se disponen las chumaceras alternadas en los distintos bancos, es decir, que en el primer banco, por ejemplo, se pone una à estribor y á el siguiente solo una á babor.

Los botes cuyos remos se disponen de esta suerte se llaman con *remos de punta* asi como aquellos en que bogan dos en cada banco se llaman *pareles.*

Las embarcaciones menores se aparejan de diversos modos, segun los puertos en que se construyen, pues en el Norte de España, por ejemplo, se usa mucho el de balandra ó al tercio, mientras que en el Mediterráneo se ven mas comunmente con velas místicas ó latinas.

Cualquiera que sea el aparejo, se ponen las escoteras necesarias, cáncamos, cornamusas de bronce para las escotas y cáncamos para las amuras en el sitio conveniente.

El palo se introduce en una carlinga construida à propósito en la sobrequilla, apoyándola despues para mas seguridad en uno de los bancos y sujetándolo por medio de un zuncho de hierro (Fig. 627) que puede zafarse con facilidad por medio de una chaveta y por medio de dos obenques por banda si es de grandes dimensiones.

378. Colocacion de los botes a bordo de un buque. — Las embarcaciones menores de un navio ó fragata se colocan sobre cubierta ó colgados en las bandas de la manera siguiente: los botes 1.° y 2.°, que van montados sobre albazos de hierro giratorios (Fig. 482) sostenidos por unos retenedores *a*, se colocan simétricamente uno à cada lado de la chimenea, pero lo suficientemente separados para que no padezcan con el calor; los botes 3.° y 4.° van fuera del buques sostenidos por unos aparejos fijos à dos càncamos clavados en la sobrequilla y à unos pescantes giratorios de hierro forjado (Fig. 628.)

Estos pescantes están unidos entre sì por medio de un cabo ó cadena *bc* llamada *viento*, haciéndose ademas firme al palo por otro cabo en forma de pié de gallo *c*, llamado *amantillo*.

Despues que los botes están colgados se trincan al costado por medio de unas fajas *f* y se abre el *barreno e*, que no es mas que un agujero que da paso al agua que pudiese tener dentro.

Para echarlo al agua se tapa el barreno con una cabilla, se destrincan las fajas despues de armar los aparejos, y lascando las tiras que están firmes en las cornamusas *d* de los pescantes, se consigue con facilidad.

El 3.° y 4.° bote van colgados próximamente en las aletas del buque, los 5 y 6 entre el palo mesana y el mayor, pero el 7 y 8 se suelen colocar dentro de los botes 1.° y 2.°.

Las canoas van á popa, tambien colgadas como los botes.

Finalmente, cuando á bordo de un buque va una persona real ó un general, se lleva un bote grande de remos pareles llamado *falua* con un toldo en la popa

llamado *carroza*. Esta está formada por una armazon de varillas de hierro *a* (Fig. 629) llamadas *vacarrones* sostenidas de proa à popa por retenedores *b* y cubierto todo por una lona pintada. Las faluas tambien se usan en los puertos para la sanidad y para los carabineros.

379. UTENSILIOS QUE ACOMPAÑAN A UN BOTE. En todo bote ademas de los remos y aparejo parà darle movimiento, se lleva un anclote para fondear, un cabo ó cadena llamado *boza* para amarrarse á los muelles por medio de un càncamo fijo à la contraroda y un *vichero* ó *arpon*, que no es mas que un asta en cuyo estremo va un garfio ó ancla de hierro ó bronce para atracar y desatracar.

Los oficiales se sientan en la camareta sobre unas mantillas de paño llamadas *empavesadas*, y en tiempo de sol van resguardados por un toldo de vitre el cual està sostenido por dos palos introducidas uno en proa y otro en popa (Fig. 630) en cuyos estremos, calzados de bronce va un gancho, en el cual se cuelga la relinga de dicho toldo.

Con el objeto de que cuando haya viento permanezca invariable el toldo se cosen en sus costados unos cabitos llamados *amantillos*, los cuales terminan en unas presillas que se enganchan en unos botones de bronce clavados en las amuras del bote. Ademas de esto tambien se disponen dos fajas de lona en los costados para cerrar la camareta y se llaman *cenefas*. El asta de la bandera se coloca á proa ó á popa como los palos de toldo. En cuanto al timon que suele hacerse de una sola pieza, tiene su mecha por fuera del escudo de manera que su caña, ya sea de hierro ó de madera, pasa por encima de la regala. En algunos botes se emplean cañas circulares (Fig. 631) con guardines de cáñamo ó de lana.

380. MADERA EMPLEADA EN LAS EMBARCACIONES MENORES Y MANERA DE CARENARLAS.—La madera empleada en las embarcaciones menores debe ser lo mas ligera posible; asi es que se emplea el pino ó el cedro para los forros haciendo la quilla, roda y codaste de caoba, roble ó majagua. Los bancos durmientes y palmejares se hacen tambien de pino y la regala de caoba ú otra madera dura.

Despues de construido un bote se echa al agua sobre rolletes ensebados y cuando están sucios los fondos ó necesita carena se vara en rampas, se rasca el bote y despues de carenado se pinta ó forra de nuevo, ensebàndolo despues para que presente menor resistencia al movimiento.

381. REFORMAS INTRODUCIDAS EN EL LANZAMIENTO DE LOS BOTES Y BOTES SALVAVIDAS.—Ya hemos visto (378) como se colgaban los botes á bordo en nuestra marina y las maniobras necesarias para lanzarlos al agua.

Esta disposicion que no ofrece peligro ninguno y de fácil maniobra cuando un buque està en puerto y con mar bella, presente graves inconvenientes cuando en la mar es necesario arriar los botes para salvar la vida de algun hombre, puesto que los balances del buque pueden dar lugar à que se estrelle el bote contra el costado ó á que se vaya á pique al caer.

Varios son los sistemas que se han imaginado para prevenir estos acci

dentes, sistemas que todos, á cual mas, son sumamente ingeniosos por la rapidez con que se efectua la maniobra; sin embargo, como quiera que en el caso de ser necesario el salvar algun hombre, es mas dificil izar el bote que arriarlo, el problema se puede decir que no está resuel'o satisfactoriamente por cuya razon no entramos en detalles sobre los sistemas que acabamos de mencionar.

De todos modos, lo que interesa es tener siempre, para cuand» estas tristes circunstancias se presenten, embarcaciones que puedan mantener-se á flote sin peligro de zozobrar, en toda clase de mares.

Estos botes, llamados *botes salvavidas*. no difieren de los demas sino en tener compartimientos estancos llenos de aire y un esceso de estabil:dad que les permitan estar siempre derechos, si se nos permite la palabra, es decir, que aun cuando dén la vuelta, puedan recobrar in mediatamente su posicion natural y primitiva. Algunos botes tienen en vez de compartimentos estancos, unos rollos de corcho sujetos á los durmientes por su cara baja.

RECONOCIMIENTOS Y CARENAS.

LECCION 45.

382. SIMTOMAS QUE INDICAN LA FATIGA DE UN BUQUE; MANERÁ DE RECONOCERLOS Y CARENARLOS.=Estudiada ya en todos sus detalles la construccion y armamento del casco de un buque, vamos ahora á examinar las recomposiciones que necesita para conservarse en buen estado.

Al fin de una campaña (entendiéndose por campaña el tiempo que trascurre entre la salida y entrada en el puerto), es preciso reconocer todas las partes de un buque, examinar su estado y disponer su recomposicion sobre todo s durante el viage el comandante del buque presume qua la necesita ó ha observado algun defecto de importancia.

El reconocimiento se empieza por hacerlo á flote y si se cree necesario segun los informes del comandante, examinar y recomponer sus fondos, se hace despues otro en seco.

Hay signos que prueban que un barco envejece, como el hacer agua dentro del puerto, el quebranto de la trabazon general del buque por las fatigas de la mar, quebranto indicado por la curvatura de las cintas de las obras muertas, que en vez de ser continuas son casi rectas en el centro, sufriendo una rápida depresion en las estremidades, porque el buque cae siempre de las cabezas y sube del centro; al mismo tiempo se ensanchan las costuras en los cosederos, escupiendo la estopa, siendo necesario para contenerla colocar listones de madera y los topes se separan censiderablemente.

Otro signo del mal estado del buque es el que los pernos adquieran juego en la cabeza y el remache, saliendo de 15 á 30 milimetros, lo que es debido a que los barrenos se han ensanchado; esto suele observarse algunas veces en buques recientemente construidos, lo que acusa algun defecto decons

truccion que se conoce parcialmente; asi es que segun el tiempo que transcurrió desde la construccion del buque se podrà saber cual es la causa de este defecto.

Observados en un buque estos síntomas es preciso verificar el reconocimiento prolijo de su casco y si de él resultase que pueda componerse, se procede á carenarlo y sino se *desguaza* ó deshace; se llama, pues, *carena*, la recomposicion parcial ó total de un buque, no teniendo este nombre, nada que ver con la obra viva que algunos traducen literalmente del frances del mismo modo.

Antes de proceder á carenar un buque se calcula si con la carena resultarà mas economia que desguazándolo, por que es claro convendrá esto último, si las reparaciones son muy costosas y mas todavia si con ellas la vida del buque ha de ser muy corta. Con este objeto, pues, se pasa á reconocerlo minuciosamente en todas sus partes, empezando por desarmarlo, quitàndole toda la arboladura, el enjunque, y aun haciendo desaparecer parte de los repartimientos interiores á lo que se llama dejar el buque á *plan barrido*; hecho esto se procede á aparar el forro interior y esterior por zonas verticales de 8 centimetros de ancho y distantes entre si un metro con lo que se deja en descubierto la madera la cual por su color y olor dará señales de su estado.

En el forro esterior no puede practicarse esta operacion mas que desde la regala hasta los cosederos, porque lo demas esta debajo del agua; sin embargo no debe preocuparnos el estado de los tablones de los fondos porque siempre se conservan bien ó por lo menos mejor que los de la obra muerta.

Examinado el forro, se pasa á reconocer los miembros para lo que se quitan por el esterior algunas tracas desde las inmediaciones de la flotacion para qne no penetre el agua si la mar esta picada, y desde esta altura hasta la quilla se reconoce levantándo las tracas del forro interior.

De los tablones de forro, los que se pudren mas, y por consiguiente hay que reconocer con mas minuciosidad, son los cosederos, por que están alternativamente en contacto del agua y del aire; lo que generalmente se hace hoy, es quitar una traca entre la sobrequilla y los palmejares, parte del forro interior diagonal y un par de tracas de cosederos por lo que puede reconocerse perfectamente cada cuaderna en cuatro partes.

Cuando el forro interior es continuo se quitan tracas de dos en dos metros no desclavando sino arrancándolas y desguazando con los botadores y cuñas lo que es mas breve y económico; descubiertos los miembros, se pasa à reconocer las cabezas de los baos, los cuales están muy espuestos á pudriciones por pertenecer á cabezas de arbol y por la multitud de pernos que pasan por ella: para esto es preciso quitar el trancanil cortando los remaches de los pernos y clavos para poder separarlo, de manera que pueda volver á servir si es que se ha conservado en buen estado como generalmente sucede.

Descubierta la cabeza se ve por medio de la azuela si presenta buen color y en caso contrario se profundiza con la barrena y se observa su parte interior

si presenta mal aspecto se echa afuera desguazando algunos tablones y se observa de cabeza à cabeza; si todo él està malo se desguaza, pero si solo su cabeza está podrida puede aprovecharse para otro buque menor ó para otro sitio del mismo.

En una carena de esta especie nada se pierde con desguazar los tablones de cubierta, por que siempre se hace nueva, por estar muy gastada con la arena. Al observar las cuadernas, no debe tocarse á las cintas porque estando empernadas de firme, es dificil arrancar ó cortar los pernos, pero por eso puede reconocerse con la azuela y sino basta, con la barrena. En cuanto á las entrechazas pueden desguazarse para observar las cuadernas sobre todo en los topes de las ligazones.

Los franceses creen que es mas económico desguazar un buque cuando el número de piezas que hay que sustituir es la mitad del total, en cuyo caso lo mas barato es desguazarlo por contrata sacando tambien á subasta el herrage, clavazon, pernería etc.; pero en España se componen los buques hasta cuando tienen malas las dos terceras partes de las piezas.

Decidida la conveniencia de carenar el buque se procede á ponerlo en seco para reconocerlo mas minuciosamente; se quita por completo el forro de bodega y todas las piezas que estàn en mal estado, teniendo presente que si estan podridas en mas de su mitad, se ponen nuevas, y si la pudricion no llega à este punto se cortan las partes malas y se conserva lo restante.

Con este procedimiento que se emplea en las cuadernas y tablones de forro, obtendremos ligazones menores, lo que disminuye su solidez, pero este inconveniente está compensado con ia economia que produce, aunque en realidad es acaso ilusorio, atendida la poca vida que de todos modos ha de quedar al buque y la armonìa que debe existir entre todas sus partes, pues las que no se reemplazan no pueden tener la resistencia de las nuevas.

En este último reconocimiento, que es cuando se ha quitado todo el forro de bodega, se tiene ya perfecta idea del estado del buque; en èl deben reconocerse con esmero los pañoles de pólvora y pan, que por no estar ventilados están muy espuestos à pudriciones, lo mismo que las carlingas de los palos, las cabezas de las varengas, los genoles y en general todas las piezas de mucha curvatura, porque escaseando madera de primera calidad de esta clase, suele emplearse de segundaó de primera ó sino se veticortan en cuyo caso quedan mas espuestas á filtraciones.

Este reconocimiento definitivo es el que decide si se carena el buque ó se desguaza. En el primer caso la carena puede ser mayor ó de firme, si las obras han de costar las tres cuartas partes del total, *media carena* si la mitad; un tercio de carena si la tercera parte etc.; ó una *recorrida* si, es insignificante.

383. MEDIOS EMPLEADOS PARA CARENAR UN BUQUE.—Hemos dicho que para el reconocimiento detenído de un buque y ciertas carenas, es preciso ponerlo en seco. Con este objeto se usan varios sistemas que vamos á dar á conocer; el primero

se reduce á *vararlo*, ó sea ponerlo en seco, escorándolo de una manera análoga á la que hemos empleado en la grada al construirlo para lo que se siguen diversos procedimientos segun el porte de buque, la importancia de la carena y la amplitud de las mareas en los puertos en que se practiquen; en los buques del comercio, generalmente mas pequeños, los procedimientos son mas sencillos y diferentes que los empleados en los de guerra: en los puertos donde la diferencia de alturas entre la marea alta y baja es considerable, podemos aprovecharnos de ella y varar los buques en la pleamar y el método es mas sencillo: por el contrario, en aquellos mares, como el Mediterráneo y Báltico en que la marea es casi insensible, no podrá usarse el artificio indicado, y son precisos otros procederes; uno de ellos es el *dar de quilla*, que consiste en inclinar el buque á flote, de modo que deje al descubierto todos los fondos de un lado y la quilla: cuando solo se inclina un poco, dejando al descubierto los cosederos y alguna traca de tablones, se dice que se *dan pendoles*; finalmente, para carenas de firme se emplean los *varaderos* ordinarios y los *diques*.

384. DAR DE QUILLA; DAR PENDOLES; CÁMELLOS.

Ya sabemos que el fenómeno de las mareas se verifica con mayor energía en las lunas nuevas y llena que en los cuartos creciente y menguante, produciendose en el primer caso las *mareas vivas*, en que la altura de la pleamar es la máxima y la de bajamar la minima, siendo por consigniente la diferencia de alturas de ambas la mas considerable, al paso que en el segundo esta diferencia adquiere su menor valor. Este fenómeno variable segun la posicion de los puertos es en algunos tan notable que en mareas vivas llega la diferencia de alturas á 8 metros, al paso que en otros es inapreciable; en los primeros es decir, en los puertos con marea puede emplearse el procedimiento que hemos indicado, llamado *varadero* ó *dique* de mareas, y que se reduce á colocar al costado de un muelle un sistema de largueros consolidado con traviesas empalmadas à media madera, sobre los que se colocan los picaderos con una pendiente igual à la diferencia de calados del buque.

En el último picadero de proa se coloca una *ballesta* ó liston graduado que marca la profundidad del agua, y como los buques llevan tambien en el codaste una division igual de dos en dos centímetros, se ve por ella cuando hay suficiente calado y puede penetrar el buque; en este caso se le introduce por la popa y se le coloca encima de los picaderos, sobre los que se apoyará cuando vaya descendiendo la marea; entonces se van colocando postes eros sujetos à las mesas de guarnicion y se sostiene el casco con amarras sujetas á los arganeos de los muelles ó á cualquier otro punto fijo, y para que el casco no se roce y padezca, se colocan sobre el costado unas piezas de maderas llamadas *defensas*.

Estos varaderos se disponen algunas veces en escalon, sirviendo el mas alto para buques pequeños y el bajo para los grandes; es claro que en estos varaderos no puede trabajarse en los fondos mas que en la marea baja y que no sirven cuando haya que quitar alguna cuaderna.

Cuando la carena es poco importante y solo afecta á la obra muerta del buque, puede hacerse á flote, sirviéndose de planchas de agua que hacen el oficio de andamios; pero cuando las reparaciones son de m as importancia y deben verificarse en un puerto sin marea, en el que no haya diques entonces se puede dar de quilla al buque, para lo cual se encapillan varios aparejos en los palos; para ello se hala de las tiras por medio de cabrestantes fijos en tierra, pero en los puertos de marea como el buque varia de altura con respecto al muelle se hacen firmes en una gran plancha de agua lastrada con lingotes ó lo que es mejor se forma una especie de emparrillado con cañones colocados horizontal y verticalmente, al través del que pasan los arraigados de los aparejos y constituyen un punto fijo invariable, relativamente al bnque. Antes de empezar la maniobra, para evitar que penetre el agua por las portas se calafatean, si es navio, las de la primera batería, y si es fragata, como son de arandela generalmente, se quitan y por la parte esterior se coloca un enjaretado que se calafatea con cuidado y se clava en las entrechazas; en el fondo del buque se coloca un entarimado inclinado á 45° sobre el cual se coloca lastre, que siempre está formado por los lingotes del enjunque del buque, haciendo lo mismo en las cubiertas, con cuyas precauciones, habrà que hacer mucho menor esfuerzo para hacer tomar al buque la inclinacion necesaria, pues como entonces el empuje se verificará en una direccion oblícua, respecto á las cubiertas, habrá que apuntalarlas en este mismo sentido;finalmente se colocan cuarteles que cubran las escotillas y se cierran los imbornales y demas orificios,despues de lo cual, no habrà mas que hacer firmes al tercio del alto ó en la encapilladura de los palos mayor y trinquete cuadernales de tres ojos y fijar el otro estremo de los aparejos en el muerto y llevar la tira por una polea de retorno al cabrestante.

Al principio, el esfuerzo necesario para inclinar al buque tendrá un valor màximo, pero cuando ya el àngulo de inclinacion, haya pasado de cierto limite, la estabilidad es negativa y para contener el buque, será preciso tener de la banda opuesta otro punto fijo con aparejos de retenida; en toda esta operacion el buque trabaja mucho por lo que hoy únicamenle seemplea en buques del comercio, y en nuestros arsenales solo se dan pendoles, con objeto de colocar alguna parte del forro de cobre, para lo que basta trasladar parte ó el todo de la artilleria de una banda á la opuesta.

En esta operacion,se comprimen los tablones de la parte sumerjida,cerrándose las costuras, pero debe tenerse en cuenta, que esto solo sucede durante la composicion de esta parte, pero al carenar la banda opuesta, vuelven à ensancharse las costuras y escupen la estopa, adquiriendo toda la ligazon, un juego escesivo que tiene que perjudicar mucho à la solidez general, y sobre todo, à la impermeabilidad.

Puede tambien darse pendoles á un buque por otro procedimiento que consiste en fijar lateralmente al buque un cuerpo flotante que aumentando su des-

plazamiento, le obligue à inclinarse hàcia el lado opuesto; este cuerpo flotante consiste en una batea, provista de una compuerta, que abierta penetra por ella el agua y la hace tomar la flotacion que calculemos necesaria, teniendo cuidado de cerrarla á tiempo, despues de lo cual, se fija al buque, y por medio de una bomba se achica el agua, lo que disminuyéndo su peso le obligará á ascender juntamente con el buque.

En vez de dar pendoles. lo que suele hacerse generalmente con mejor éxito es elevar al buque verticalmente por medio de dos cuerpos flotantes llamados *camellos*, los cuales tienen una de sus caras con la misma forma que el costado del buque.

Para hacerlos firmes á éste se pasan ondas de cable por debajo del buque, y à iguales distancias; se cierra la compuerta y se achica, con lo cnal se eleva todo el aparato, y puede por este medio obtenerse una flotacion de 1^{m},00 à 1,50 mas baja.

Este mismo procedimiento tiene tambien aplicacion para el caso de hacer pasar á un buque por sitios de poco fondo, para vararlo en determinados puntos y para ponerlo á flote y salvarlo como se hizo en las islas *Filipinas* con el *Magallanes*: á veces y cuando no hay otra cosa á mano se emplean en vez de los camellos pipas que se fijan con trincas que pasan por debajo de la quilla del buque.

385. Carena de los buques en diques de piedra.—Cuando los buques son de grandes dimensiones se emplean para su carena los *diques de carena* (Fig.632) que son escavaciones practicadas en la orilla de las dársenas, revestidas interiormente de silleria, perfectamente impermeables, y que pueden estar ó no en comunicacion con el mar por medio de una esclusa con su compuerta, la cual estando abierta, permite que el buque penetre en él.

En este estado se cierra la compuerta, y achicando el agua, el buque irà descendiendo hasta que apoyàndose sobre los picaderos y puntales queda completamente en seco y en disposicion de recibir la carena, y concluida esta, para hacerlo salir, no hay mas que volver á abrir la compuerta, despues de llenar el dique de agua, hasta que se establezca la igualdad de nivel entre él y la mar, con lo cual se pondrá el buque á flote y será fácil de sacar.

Descrito ligeramente el medio de hacer entrar y salir un buque del dique, vamos à dar algunos detalles sobre esta importante maniobra: en primer lugar, antes de la entrada es preciso *arreglar la cama*, ó sea colocar los picaderos con la altura conveniente para que el buque siente sobre ellos, contando con el quebranto que ya sabemos medir (37) y ademas tener en cuenta la diferencia de calados y dar esta pendiente á dicha cama, á fin de evitar la presion que ejerceria el talon del codaste, puesto que los buques entran de proa por las razones espuestas en la *Leccion 29*.

Sin embargo, con el objeto de tener mas calado en los diques, se procura hacer que la pendiente de la cama sea muy pequeña y procurando al mismo tiempo

que el buque penetre con la menor diferencia posible de calados. Con objeto tambien de facilitar la operacion se echa fuera toda la artillería, los víveres, y demas pesos grandes despues de lo cual se ala por dos *espias* por la proa y dos *estachas* por cada banda y para guiar mejor, otra por la popa hasta que todo el buque quede completamente dentro; generalmente se tienen trazadas en el coronamiento dos lineas paralelas al eje una à babor y otra á estribor por medio de las cuales se puede hacer que la quilla del buque descanse sobre dicho eje tomando por medio de reglones la distancia entre él y una de las paralelas. Si al sentarse la quilla tiene mucho quebranto y los picaderos tienen su cara alta en un mismo plano, al apoyarse sobre ellos el quebranto desaparece, pero este movimiento que se ha dado á la madera hace que esta adquiera un juego que al volver á la mar el buque produce un quebranto doble del primitivo asi es que es indispensable colocar los picaderos de modo que sus caras altas afecten una curva igual á la de la quilla para que no sufra el maderamen alteracion ninguna; si el buque es nuevo el quebranto es pequeño y generalmente no se tiene en cuenta, pero sino se quiere despreciar se puede colocar una ballesta en el dique, dirigir por un punto marcado en ella una visual y señalar el punto en que esta corta á la cuaderna maestra, volviendo à hacer lo mismo cuando el buque esté á flote: la diferencia de alturas entre el punto obtenido ahora y el anterior nos dará la flecha en el punto medio del quebranto.

Despues de haber colocado al buque en la cama en una de las lineas paralelas al eje del dique se hace que su plano diametral sea vertical lo que se consigue variando pesos y observando por medio de una plomada que ha de coincidir con el pié de carnero de la escotilla principal; despues mientras baja la marea se toman los cartabones que han de tener las escoras que sostendrán al buque por medio de muletillas ó reglones que se atracan desde la orilla contra el costado. Estas escoras se colocan horizontalmente apoyándose en las banquetas ó gradillas del dique por el intermedio de dos cuñas que mientras el buque flota estan flojas y permiten que las escoras tengan algun juego estando sostenidas durante este tiempo por dos cabos de esparto: en el momento que el buque se apoye en toda su longitud se aprietan todas las cuñas, se aplican las escoras contra el costado y el buque queda perfectamente sugeto.

Para conocer cuando el buque toca á la cama se clavan dos tacos de madera en las proximidades de la flotacion en proa y popa, asi es que desde el momento en que el talon del codaste haya varado se irá este descubriendo à medida que baje la marea y el de proa por el contrario se sumergirá por que habrá empezado la rotacion, hasta que toda la quilla descanse en cuyo caso empezará à subir.

El procedimiento para escorar que hemos esplicado es el que se usa en nuestros arsenales; seria muy conveniente que hubiese como sucede en Inglaterra grandes depósitos de escoras pintadas y numeradas segun sus dimen-

siones y de este modo no habria mas que ver con las muletillas las necesarias y pedirlas al almacen sirviendo unas mismas durante muchísimo tiempo y evitando el gasto diario que no deja de ser considerable. Mientras un buque está en dique puede arreglarse la cama para otro pues solo con este objeto lleva dos camas lparalelas.

Cuando se quiere que salga el buque del dique se abre una portilla que llevan las puertas por la cual penetra el agua hasta que alquiere el mismo nivel que por fuera del dique en cuyo caso equilibrándose las presiones en los dos sentidos pnen abrirse sin dificultad las puertas: á medida que se llena de agua el dique va poniéndose á fiote el buque por la proa y largando escoras que se sujetan y recogen con cabos; cuando ya no toca al fondo se le saca haciendo la misma maniobra y tomando las mismas precauciones con que se le entró.

386. Diques del sistema Clark. El procedimiento de los diques es indudablemente el mejor pero exige obras muy costosas y en determinados lugares sumamente dificiles pues siendo la principal cuestion hacerlos completamente estancos, no en todas partes se encuentra terreno á propósito para el objeto. Estas faltas de buenas condiciones ha hecho que los norte americanos reemplazasen los diques ordinarios por los del sistema Clark el cual consiste en dos muelles que forman una especie de canal á lo largo del que está establecida una série de piezas transversales ó *crucetas* de fundicion y de la forma de de solidos de igual resistencia suspendidas por unos tirantes que van á parar á los muelles terminando en unos tornillos con sus tuercas correspondientes, las cuales recibiendo un movimiento simultáneo por medio de engranajes cónicos situados en un eje que corre à todo lo largo del muelle movido por medio de una máquina de vapor ó una prensa hidráulica, obligar á subir à todos los tornillos y por consiguiente á las crucetas.

Estas à su vez sostienen el buque fuera del agua para hacerle las obras necesarias; las crueetas estan colocadas de dos en metros y sobre ellas va un forro de tablones gruesos que forma el suelo del dique y sobre el que pueden establecerse los picaderos de la manera que antes hemos dicho.

387. Diques flotantes.—La dificultad de construir diques de piedra en algunos terrenos, ha hecho que se reemplazasen tambien por los diques flotantes los cuales en su principio se reducian á un inmenso cajon de madera dentro del que iba otro unido al primero y consolidados ambos convenientemente; lleno de agua el espacio intermedio, el cajon se sumergia y adquiria una flotacion suficiente para que el buque pudiera penetrar en él, despues de lo cual se achicaba el agua y volviendo el cajon á subir ponia al buque en seco. Un dique flotante no es mas que un camello de distinta forma que en vez de estar dividido en dos aplicados sobre los costados del buque, es uno solo que pasa por debajo de la quilla y sobresale por los costados, de esta clase de diques los hay todavia en la Habana, en Marsella y en el Havre pero los

buques que hoy se construyen son completamente de hierro formando unos cajones deforma rectangular (Fig. 653).

Estos diques tienen sus ventajas é inconvenientes; entre las primeras se cuentan la brevedad de su ejecucion, su baratura relativamente á los de silleria y la imprescindible necesidad que hay de ellos en los puntos en que no es posible construirlos de piedra; entre los segundos debemos indicar el gran calado que exigen que suelen ser de 10 y 11 metros porque ademas del del buque tienen el suyo propio, lo embarazoso de su maniobra y lo costoso de su entretenimiento y finalmente su poca duracion pues con todas las precauciones duran à lo mas 20 ó 25 años.

388. VARADEROS Y MANERA DE VARAR LOS BUQUES.—En ciertos casos es preferible varar los buques á meterlos en dique tanto por el costo de la maniobra cuanto por que hay en ellos menos luz para trabajar.

Para varar un buque se tiene que hacer una operacion inversa de la botadura asi es que será preciso construir una basada y ponérsela al buque. La basada empleada generalmente, que es la inglesa de cuñas, se adapta al buque haciendo uso de varios procedimientos de los cuales el mejor se reduce à meter el buque en dique para ponerle la basada y vararlo con ella; pero como esta operacion es muy larga, lo que se hace es construir la basada en tierra, echarla á pique, colocar encima el buque y ligar fuertemente la basada y el buque por medio de frenillos que van por la proa y popa.

Los franceses despues de colocado el buque encima de la basada, quitan el lastre que lleva esta, la adaptan fuertemente al buque y alan por ella fijando en la cruceta de las anguilas varios cuadernales de tres ojos cuyos arraigados se amarran sobre las bitas y sus tiras van á parar á cabrestantes dispuestos convenientemente y por medio de los que se sube el buque á la grada; puede disminuirse el rozamiento construyendo carriles de hierro sobre los que se apoye la basada por medio de rolletes del mismo metal, en cuyo caso puede disminuirse el àngulo de inclinacion de la grada lo que aumentará la presion sobre esta; para varar grandes buques se emplean cadenas en vez de cables, y los cabrestantes ordinarios se sustituyen con otros de corona Barbotin encima de las que llevan una rueda dentada de 48 dientes que engrana con un piñon de 12; el eje de este piñon va invariablemente fijo á un sombrero sobre el que actuan las barras que son en número de 16; de este modo por cada cuatro vueltas de los hombres da una el cabrestante, multiplicándose asi por cuatro el esfuerzo de la potencia; la cadena del cabrestante va fija à la cruceta por medio de un gancho. Por este método puede subirse un navio con un cabrestante de 16 barras y 3 hombres en cada una

El varadero del Arsenal de Ferrol consta de dos anguilas fijas *a* (Fig. 634) en los que hay dos planchuelas de hierro *b* à manera de carriles sobre las que van una serie de dos rolletes *c* unidos entre si por unas gualderas

formando unos cajones dentro de los cuales entra las anguilas de la basada los cuales descansan sobre los rolletes.

389. Sistema empleado en Cartagena para varar los buques. —Demostrado por la esperiencia que los buques se conservan mejor y por mas tiempo en seco que en la mar; cuando una nacion cuente con una gran escuadra deberà en tiempo de paz conservarla en los diques hasta que sea necesario su empleo; pero en este caso seria prsciso disponer de un número de diques considerable lo cual impediria las carenas de los que estan en servicio. Estas consideraciones inspiraron sin dudà la idea al Inspector del cuerpo de ingenieros de la Armadà D. Juan Gàmonal dè construir una serie de gradas donde se conservasen los buques idea que ha sido coronada de un éxito completo en el Arsenal de Cartagena. La (Fig. 635) representa la disposicion de las gradas *a b c* que partiendo de un dique *d* receptor para el flotante, permite por medio de la colocacion de este en diversas posiciones varar hasta 6 buques, dos en cada grada para su conservacion. Para esto se mete en el dique flotante uno de los buques y conduciéndolo hasta una de las tres antegradas hasta que el eje y el del flotante estén en una misma direccion, se puede subir por medio dè una màquina dè vapor al buque con su basadà de carriles hasta là proa de la grada.

390. Varadero de Mr. Labat.—Como los inconvenientes que ofrecen siempre las construcciones hidràulicas se multiplican sobre manera cuando se trata de llevarlas á cabo para buques de mucho calado y eslora puesto que la eslora de aquellos ha dè ser entonces considerable, Mr. Labat ha imaginado unos varaderos transversales copiando en cierta manera el sistema de lanzamiento del Leviathan aunque introduciéndole modificaciones importantes á la vez que ingeniosas que vamos à enumerar: consiste este sistema (Fig. 636) en un tablero de madera é plano inclinadò con una pendiente de 0,^{m}007 sobre el que puede moverse la barada que sostiene el barco. El movimiento dè esta basada es producido por una máquina de vapor que lo tramite al eje *ab* trasformándose en vertical por medio dè engranajes conicos *c* y à los ejes dè los motones *P* por medio de las ruedas *e* y *f*. Las cadenas que pasan por los motones *P* fijos á la grada son las que conducen la basada, fija invariablemente encima de los cuadernales de dos ojos *M*.

Para ver como este movimiento se produce, imaginemos (Fig. 637) dos series dè motones *P* y *P'* fijos à lo largo dè las líneas *AB* y *CD*. Supongamos al mismo tiempo que colocamos otra série de cuadèrnales de dos ojos *M* y que fijando la cadena en el punto *A* lo hagamos pasar por una roldana de dichos cuadernales y por los motones *P* llevando la tira dèl último á los motones *P'* y á los cuadernales *M* alternativamente hasta hacer firme el chicote de la cadena en *C*, es evidente que alando de la tira desde *A*, aproximaremos todos los cuadernales *M* á la línea *AB* y que por el contrario si lascamos la cadena, se aproximarán á la línea *CD*.

Despues de estas indicaciones se comprenderá facilmente que dando un movimiento de rotacion á los motones *P* se conseguirá lanzar el barco cuya basada, como hemos dicho, insiste sobre los cuadernales *C* si el movimiento es en un sentido y vararlo si se produce en otro.

FIN DEL PRIMER TOMO.

INDICE DEL PRIMER TOMO.

PÁGINAS

Prólogo..... 3

CONSTRUCCION NAVAL.

Primera Parte. Buques de guerra.....

Seccion 1.ª Buques de madera. generalidades y trazado..... 7

Preliminares..... 11

Leccion 1.ª Del buque en general. Clasificacion de los buques.....

Leccion 2.ª Representacion del buque. Plano diámetral. Plano horizontal. Plano transversal. Vagras planas lecciones longitudinales. Trazado del buque con diferencia de calados. Instrumentos empleados en la delineacion. Trazado de las directrices de los baos y arcos de circulo de gran radio..... 15

Leccion 3.ª Formacion y representacion de la popa cuadrada. Yugo principal. Terminacion de las vagras en el alefriz del yugo. Proyecciones de la aleta. Interseccion de la popa con el costado. Inconvenientes de la popa cuadrada..... 24

Leccion 4.ª Popas redondas. Distribucion de las reviradas. Proyecciones y rebatimiento de las reviradas dobles triples etc. Popas de los buques de hélice. Generacion geométrica de las popas redondas. Libreta de trazado..... 31

Leccion 5.ª Desplazamiento Areas de las líneas de agua. Método de los trapecios. Limite del error. Método parabólico de Simpson. Comparacion entre los dos métodos. Volumen de la obra viva. Correccion de las lineas de agua en los estremos. Determinacion de la superficie fuera de forros. Centro de gravedad de las lineas de agua y del volúmen de la obra viva. Curvas de desplazamiento y estabilidad..... 36

Leccion 6.ª Teoria de las integrales gráficas de Mr, Rossin. Aplicacion de la teoria de Mr. Rossin á la resolucion de algunos problemas de desplazamiento. Método de Bourjean para calcular el desplazamiento teniendo en cuenta la diferencia de calados. Manera de medir el quebranto. Influencia del quebranto en el desplazamiento..... 49

Leccion 7.ª Fuerzas que actuan sobre un cuerpo sumergido en un liquido en equilibrio. Equilibrio de traslacion de un cuerpo flotante. Del equilibrio de rotacion. Estabilidad del equilibrio de los cuerpos flotantes. Movimiento de un cuerpo flotante separado de su posicion de equilibrio. Par de estabilidad. Determinacion de la estabilidad de un buque. Radio metacentrico trasversal ó latitudinal. Radio metacéntrico longitudinal. Estabilidad del buque girando al rededor de un eje cualquiera Ejes principales de estabilidad. Estabilidades intermedias. Alturas de los metacentros y brazos de palanca de los mismos. Curva de los estremos de los brazos de palanca del metacentro. Efectos de los pares de estabilidad. Momentos de estabilidad referidos á los pares principales. Estabilidad absoluta y mista. Modificacion que debe introducirse en las fórmulas de estabilidad por tener en cuenta el peso de la atmósfera..... 58

Leccion 8.ª Nueva manera de considerar el problema de la estabilidad. Superficie de centros de obra viva. Condiciones de estabilidad ó inestabilidad en el equilibrio. Teorema de Re-ch. Número de posiciones de equilibrio de un cuerpo flotante en el caso de moverse al rededor de un eje horizontal. Evoluta de la curva lugar de los centros de obra viva. Exámen analítico de las posiciones de equilibrio. Posiciones de equilibrio en el caso de variar G. Posiciones de equilibrio de un cuerpo flotante, deducidas de la evoluta metacéntrica cuando el cuerpo tiene un plano de simetria. Definicion precisa de los momentos de estabilidad por la evoluta metacéntrica..... 75

Leccion 9.ª Determinacion del centro de gravedad; método de la trasposicion de pesos. Método analítico para la determinacion del centro de gravedad de un buque. Aplicacion del mismo método al caso de la traslacion de un peso. Regla práctica de Borda para la determinacion de la estabilidad. Influencia que ejerce en la estabilidad la traslacion de pesos y su aumento en el sentido vertical. Variaciones de la estabilidad correspondientes a diferentes formas de buques. Forma mas ventajosa de las obras vivas de los buques bajo el punto de vista de la estabilidad. Embono..... 84

Leccion 10. Sala de galibos Instrumentos empleados en el trazado. Trazado del buque en la sala..... 95

Leccion 11. Operaciones diversas que constituyen el enramado. Labra de piezas rectas. Labra de piezas de una vuelta, y piezas cilíndricas. Labra de las piezas de una vuelta no cilíndricas; cuadernas rectas. Traslacion de las curvas de la sala á los gálibos. Labra de las piezas de dos vueltas..... 101

Leccion 12, De la quilla. Labra y empernado de la quilla. Necesidad de modificar el alefriz de la quilla; aparadura reforzada. Variacion del alefriz dependiente de la oblicuidad de las cuadernas. Dormido; union de dicha pieza con las cuadernas. Labra del alefriz de la quilla. Roda y contraroda. Armadura de la roda y contraroda..... 109.

Leccion 13. Diferentes modos de hacer las cuadernas. Necesidad de hacer las cuadernas de varias piezas. Composicion de las cuadernas estremas. Distribucion de la madera que constituye las cuadernas, roda quilla, etc. Labra de las cuadernas rectas. Labra de la superficie interior de las cuadernas rectas. Eleccion de una pieza capaz de dar una ligazon. Vitolas Curva de bragadas. Determinacion de la curva de bragadas Aserrado mecánico de las ligazones. Rectificacion de las cuadernas rectas y union de las ligazones. Labra del segundo cuerpo de las cuadernas. Empernado de los dos cuerpos de las cuadernas rectas. Razones que obligan á emplear el cobre con preferencia al hierro para pernos de encoramento y para hacer uso de los dados. De las ventreras..... 116

Leccion 14. Necesidad y confeccion de las cuadernas reviradas. Labra de las reviradas haciendo uso de los escantillones tomados segun las lineas de agua. Labra de las reviradas por medio de las vagras planas: método del ángulo plano. Labra de las reviradas empleando el ángulo de reviro. Método del plano normal. Labra de las reviradas haciendo uso de dos galibos. Labra de la pieza de codillo. Reviradas cilindricas. Comprobacion de las reviradas..... 130

Leccion 15. Labra del alefriz de la roda: apóstoles. Macizado de proa. Labra de los codastes. Curva coral. Disposiciones diversas de los yugos en la popa cuadrada. Labra de los yugos y de la aleta. Disposicion, confeccion y labra de las gambotas de toda clase de popas..... 17

Leccion 16. Gradas. Condiciones de las gradas. Forma y disposicion de las gradas; gradas cubiertas. Antegradas. Picaderos. Arreglo de la cama del buque, Sentado de la quilla. Arbolado de las diversas piezas. Operaciones que constituyen el arbolado, Aparejo de plumas. Motones y cuadernales. Cabrestantes. Diferentes medios de trasporte de piezas. Arbolado de la roda. Rectificacion definitiva de la roda, Arbolado de las cuadernas..... 145

Leccion 17. Necesidad de las vagras para la correccion de las cuadernas y para conservar su invariabilidad. Labra de las vagras planas por medio del plano tangente. Labra de las vagras planas por medio del gálibro interior. Labra de las vagras de doble curvatura, Vagras de correccion y consolidacion, labra de sus estremidades. Colocacion de las vagras de rectificacion. Rectificacion general de las cuadernas. Colocacion de las escoras..... 155

Leccion 17. (*bis.*) Curvas de enchimiento. Colocacion y forma de los batiportes de las portas de las baterias. Macizado de los fondos y de las claras de las cuadernas..... 165

Leccion 18. Aparado de la superficie dentro de miembros. Manera de prevenir los vicios de las maderas á consecuencia de un esceso de sámago; sobresanos. Labra y colocacion de la sobrequilla. Colocacion de la sobrequilla en la popa segun las diferentes clases de estas. Forro de bodega y palmejares..... 169

Leccion 19. Trazado de las cubiertas. Altura de entrepuentes y su determinacion. Alturas de entrepuentes usados en Francia. Relacion entre la altura de entre-puentes y la distancia entre las rectas..... 174

Leccion 20. Trazado práctico de las cubiertas Durmientes, sotadurmientes y cairele; labra y empernado. Labra y colocacion de los baos. Distribucion de los baos. Baos de hierro. Trancaniles; labra y colocacion. Contra-trancanil es. Entremiches y cosederas. Tablones de entrechaza; tapas de regala. Maderámen de las cubiertas, baos, barrotines, esloras y tapas. Esloras y entremiches..... 181

Leccion 21 Aberturas de la cubierta. Cuerdas por debajo y aparado de las cubiertas. Aparado de la superficie fuera de miembros. Macizados que son necesarios antes de la colocacion del forro esterior. Reparticion de los tablones de forro en la superficie esterior del buque. Forro de cola de atun. Clasificacion del forro esterior —Disposicion de las aparaduras. Carenotes de balance. Materiales que deben emplearse en el forro esterior. Esfuerzos á que se hallan sometidos los tablones del buque en sus diversas partes y su colocacion. Reblandecimiento de la madera Máquinas para encorvar la madera. Estufa para reblandecer la madera. Labra de las piezas de forro en que se quiere evitar el rodero. Labra de los cucharros ó galimas. Costuras..... 193

Leccion 22. Empernado del forro esterior. Cabillas de madera para asegurar el forro. Colocacion de las cabillas. Cabillas comprimidas y torneadas. Empleo de los clavos para el forro. Precauciones necesarias para obtener un buen empernado. Disposicion antigua de la regala. Disposicion moderna de la regala. Entablado de las cubiertas; diversas disposiciones de entablado. Sugeccion de los tablones de las cubiertas..... 209

Leccion 23. Necesidad de las consolidaciones longitudinales y trasversales. Consolidaciones trasversales. Disposicion antigua de la cu veria de madera: curvas de alto á bajo y curvas valonas. Necesidad de las curvas de hierro; curvas de Brest Curvas de hierro usadas en España. Curvas mistas ó de togino. Curvas de hierro inglesas Disposicion general de las curvas y sus dimensiones. Puntales de bodega y torneados. Colocacion de estos puntales. Puntales levadizos y de rosca. Medios de prevenir trasversalmente la deformacion del barco; bularcamas. Polines de las máquinas Consolidaciones trasversales de las estremidades; busardas 217

Leccion 24. Necesidad de las consolidaciones longitudinales. Manera de disminuir el quebranto. Sisteuia de consolidaciones de *Roberto Sepping*. Forro oblicuo de consolidacion. Otros medios de combatir el quebranto. Espesores de madera. Peso del casco. Sistemas empleados para aligerar el peso del casco. Construcciones de los Estados-Unidos. De las portas y sus dimensiones..... 226

Leccion 25. Del tajamar y su instalacion. Tajamar de los buques antiguos. Buques de roda limpia. Jardines de popa. Adornos de la popa. Del puente. Portalones y escalas. Tambores de los vapores de ruedas..... 242

Leccion 26. Tiempo de duracion de los buques. Causas de destruccion de los buques. Precauciones necesarias para la conservacion de la madera antes de su empleo. Condiciones á que se ha de sugetar la madera durante su empleo y despues de terminado el buque. Reconocimienio de las maderas y vicios mas notables que adquieren. Recibo y nomenclaturas de las maderas 250

Leccion 27. Orificios practicados en la obra viva del buque. Necesidad del calafateo y mision del calafate. Manera de calafatear el buque. Brea, alquitran y manera de dar el preservativo. Reglas particulares para el empleo de la estopa y el preservativo. Forro de cobre: su colocacion..... 280

Leccion 28. Condiciones necesarias para botar un buque al agua. Basada ó armamento de trincas. Medios de retener el buque antes y despues del lanzamiento. Manera de botar el buque al agua con las basadas de trincas y medios de impulsion empleados con este objeto. Basada de madera ó de cuñas usada en Inglaterra. Basada de *Mr. Le Roux.* Basada de anguilas fijas. Lanzamiento sobre anguilas fijas y almohadas volantes. Lanzamiento de costado. Lanzamiento en canales estrechos..... 289

Leccion 29. Teoria del lanzamiento. Determinacion de la presion sobre el pié de roda. Causas que obligan a botar los buques de popa. Curva que describe el pié del codaste al separarse el buque de la grada. Influencia de la resistencia del agua en el valor de la fuerza r. Determinacion de la longitud de la ante-grada. Manera de evitar los inconvenientes que resultan de tener gradas de poca longitud. Gradas curvas. Pendientes de la grada. Estabilidad trasversal durante el lanzamiento..... 307

Leccion 30. Aparatos que concurren á la sugecion del buque. Partes de que se compone el ancla. Dimensiones de las anclas. Anclas francesas. Anclas usadas en la marina inglesa. Anclas de diversos sistemas. Anclas giratorias. Ancla Hunter: Rezones. Dimensiones de las anclas inglesas; peso y número de ellas que llevan los buques Cables y cadenas: ventajas é inconvenientes Dimensiones de las diferentes partes de las cadenas usadas en Francia. Dimensiones y formas de los cables y cadenas usadas en Inglaterra. Escobenes y caja de agua. Dimensiones de los escobenes. Bitas empleadas en los buques antiguos. Bitas modernas..... 313

Leccion 31. Cabrestantes de leva. Cabrestantes franceses para cadenas: sistema Barbotin. Cabrestantes ingleses. Cabrestantes usados en nuestra marina. Cabrestante multiplo de Philips. Molinetes. Molinete de Coussin. Molinete de Napier. Molinetes de vapor ó chigres Dimensiones que deben darse á los cabrestantes. Rolletes para guiar las cadenas á la caja y gateras. Mordazas y estopores. Entalingadura de las cadenas. Serviolas Manera de disparar el ancla; bozas y disparadores..... 334

Leccion 32. Del timon y su objeto en el buque. Efectos del timon; ecuacion de la trayectoria del centro de gravedad del buque. De las fuerzas que actuan sobre el buque en el movimiento giratorio y de su medida Ecuaciones generales del movimiento giratorio

del buque. Valor del ángulo de deriva. Cálculo del radio de rotacion. Angulo del timon con la quilla correspondiente al efecto máximo. Tiempo de duracion para una evolucion completa. Movimientos giratorios del buque por medio de la máquina de hélices gemelas. 349

Leccion 33. Maderámen del timon, forma y disposicion. Limera y capa del timon. Capas metálicas y timones con coraza. Herrages del timon y varones. Detalles importantes sobre la forma del timon. Timones articulados de Lumley y Ruthwen. Disposicion antigua de la caña. Cañas modernas; reduccion de su longitud y supresion del seno. Cañas de vapor é hidráulicas. Axiómetros ó acusones de los timones. Aparatos para trasmitir órdenes al timonel. Averías del timon; Timones de respeto y de fortuna. Buques de dos timones. Dimensiones de la mecha, caña y rueda del timon..... 366

Leccion 34. Necesidad de los timones compensados. Timones compensados ingleses. Timones compensados franceses. Timones helizoidales de Mr. Napier y Rankine. Necesidad de proteger los timones..... 378

Leccion 35. Fogones para la coccion de los alimentos y hornos de pan. Destiladores de agua dulce y condensadores; cocina Rocher, destilador Normandy y condensadores Sabatier. Conservacion del agua. Cocinas higiénicas de los buques. Ventilacion natural y artificial; ventiladores. Bombas de los buques y su instalacion..... 383

Leccion 36. De los objetos que necesita llevar un buque de guerra: esponente de carga. De la estiva y condiciones á que debe satisfacer. De la estiva del buque, bajo el punto de vista de la estabilidad y del máximo andar. Teoria de los movimientos de balance. Duracion de las oscilaciones en los balances. Teoria moderna del balance de Mr. Kranz. Indicador de balance. 395

Leccion 37. Método empleado para la descripcion de los repartimientos interiores de un buque de hélice. Repartimiento de la bodega. Reparticiones del falso sollado. Reparticion del sollado. Cubierta de la bateria. Cubierta alta ó de alcázar. Cubierta de la bateria y castillo. Distribucion de las escotillas 408

Leccion 38. Necesidad de emplear el viento como propulsor de los buques. De la deriva y resistencias oblicuas. Del viento relativo ó de la manera mejor de orientar las velas. Accion del viento 422

Leccion 39. Del mejor modo de navegar de vuelta y vuelta ó de bordear. Inclinacion del buque durante su marcha. Rotacion al rededor del eje de las z. Influencia de la inclinacion sobre la posicion del centro vélico 439

Leccion 40. Influencia del género de velámen en la marcha. Influencia del balance y cabezada. Coger en facha; tomar la lua. Buque empeñado. Observaciones sobre el calado. Dibujo de Mr. Dupuy de Lome. 449

Leccion 41. Necesidad de dividir la superficie de velámen en varias velas; diversas clases de velas y aparejos. Clasificacion de los buques segun su aparejo. 455

Leccion 42. Jarcia fija del bauprés. Jarcia fija de los palos. Jarcia de labor de las vergas. Jarcia móvil de los picos cangrejos y botavara. Jarcia móvil de los palos y botalones. Jarcia de las velas cuadras. Jarcia de las velas aaricas ó de cuchillo. Aparatos necesarios para el auxilio de las maniobras. 461

Leccion 43. Forma de los palos y manera de labrarlos. Formas y disposiciones de los masteleros. Tamborete, cofas y crucetas. Forma y disposicion de las vergas, botavara y botalones. Disposicion del baupres, botalones de foque y moco. Determinacion de la superficie de velámen de un buque. Dimensiones de la arboladura. Manera de representar el aparejo de un buque. 476

Leccion 44. Embarcaciones menores. Embarcaciones menores para servicio de arsenales y puertos. Embarcaciones para servicio de los buques. Construccion de las embarcaciones menores. Medios de propulsion de las embarcaciones menores. Colocacion de los botes á bordo de un buque. Utensilios que acompañan á un bote. Madera empleada en las embarcaciones menores y manera de carenarla. Reformas introducidas en el lanzamiento de los botes y botes salvavidas 490

Leccion 45. Sintomas que indican la fatiga de un buque: manera de reconocerlos y carenarlos. Medios empleados para carenar un buque. Dar de quilla, dar pendoles, camellos. Carena de los buques en diques de piedra. Diques del sistema Clarck Diques flotantes. Varaderos y manera de varar los buques. Sistema empleado en Cartagena para varar los buques. Varadero de Mr. Labat.