P
UST.
5

ARMADA DEL PERU

ORDENANZAS NAVALES - PARTE IV

Notas sobre instalación de instrumentos de navegación con relación a la línea de crujía



5417

Por el Capitán de Corbeta A. P.

ALFREDO LINO ZAMUDIO

1948

Biblioteca del Oficial de Marina

ARMADA DEL PERU

ORDENANZAS NAVALES - PARTE IV

NOTAS SOBRE INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE NAVEGACION CON RELACION A LA LINEA DE CRUJIA

Por el Capitán de Corbeta A. P.
ALFREDO LINO ZAMUDIO

1948

BIBLIOTECA DEL OFICIAL DE MARINA

NOTAS SOBRE INSTALACION DE INSTRUMENTOS DE NAVEGACION CON RELACION A LA LINEA DE CRUJIA

ARMADA DEL PERU

ORDENANZAS NAVALES - PARTE IV

Notas sobre instalación de instrumentos de navegación con relación a la línea de crujía

Por el Capitán de Corbeta A. P.

ALFREDO LINO ZAMUDIO

1948

RESOLUCION MINISTERIAL

Nº. 1382.

Lima, 22 Junio 1948.— Visto el Folleto "Notas sobre Instalación de Instrumentos de Navegación con relación a la línea de crujía" preparado por el Capitán de Corbeta Alfredo Lino Z.; y.— Estando a los informes anexos al expediente R-IN-2118-48;.— SE RESUELVE: 1º.— Declárese de uso oficial el Folleto "Notas sobre Instalación de Instrumentos de Navegación con relación a la línea de crujía".— 2º.— Agréguese a las Ordenanzas Navales Parte IV y considérese formando parte de la "Biblioteca del Oficial de Marina".— Regístrese y comuníquese como Documento Oficial Público.

(Fdo.).— *M. H. MELGAR*

INDICE

Pág.

1.—Generalidades 11

2.—Caso especial 17

3.—Comprobación del adrizamiento del buque..... 18

4.—Determinación del ángulo de escora 19

5.—Determinación de la línea de crujía..... 21

6.—Observaciones 32

7.—El Girocompás 34

Dr. Julio J. Elías Murguía

Notas sobre instalación de instrumentos de navegación con relación a la línea de crujía

1.—Generalidades

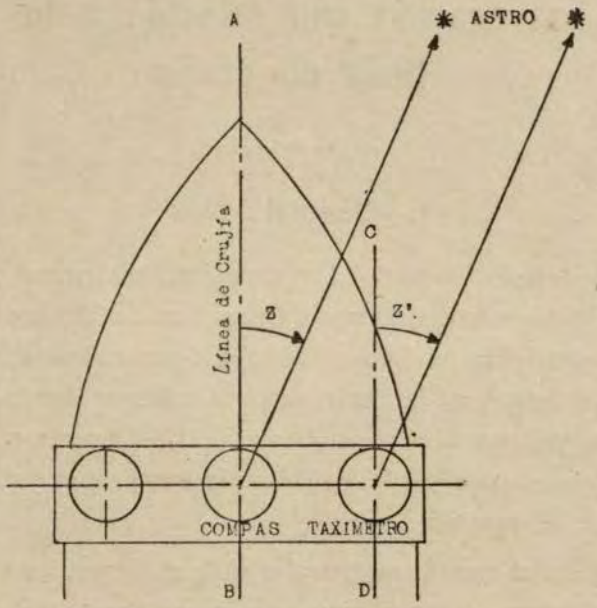
Al instalar a bordo los compases, taxímetros, girocompases, repetidores, etc., se toma como referencia la línea de crujía. Esta se materializa mediante marcas que ponen los fabricantes al construir el buque, en las inmediaciones del lugar donde se instala el compás, que generalmente es la mediania del puente, no obstante que en algunos casos puede ir el compás fuera de crujía, pero con su línea de fe, paralela a aquella.

Instalado el compás magistral o el de gobierno, los otros compases, taxímetros o repetidores, pueden instalarse por referencia al instrumento correctamente instalado.

Los taxímetros, por lo común se instalan en las alas del puente, aunque a veces y sobre todo cuando solo se dispone de uno, éste se instala en el puente alto. En estos mismos lugares también se instalan repetidores del girocompás, orientados con su línea de fe paralela a crujía.

En general los taxímetros pueden instalarse y orientarse, valiéndose de uno de los siguientes métodos conocidos:

a) Haciendo coincidir el azimut de un astro tomado con el taxímetro, con el azimut tomado simultáneamente con el magistral al mismo astro. La Fig. 1, ilustra gráficamente el procedimiento. El taxímetro se irá orientando hasta que ambos azimutes coincidan.



Cuando Z=Z', AB es paralela a CD. La línea de fé del taxímetro, es paralela a crujía.

Fig. 1

b) Mediante un proceso similar pero valiéndose de puntos ú objetos lejanos, en lugar del astro. Estos objetos, sin embargo resultan relativamente cercanos si se compara la distancia a que se encuentran, con las distancias astrales; pero, no obstante, el paralelaje prácticamente queda eliminado en vista de la pequeña distancia que generalmente separa dichos instrumentos a bordo. Los

rayos provenientes del objeto lejano, al compás y al taxímetro, pueden considerarse como sensiblemente paralelos para los fines prácticos de la instalación.

c) Por marcaciones recíprocas entre el instrumento correctamente instalado y el que se instala; es evidente que si las líneas de fe de ambos instrumentos están en, o paralelas a la línea de crujía, la marcación de las pínulas del uno al otro, coincidirán. Se entiende que una de las marcaciones estará invertida. La Fig. 2,

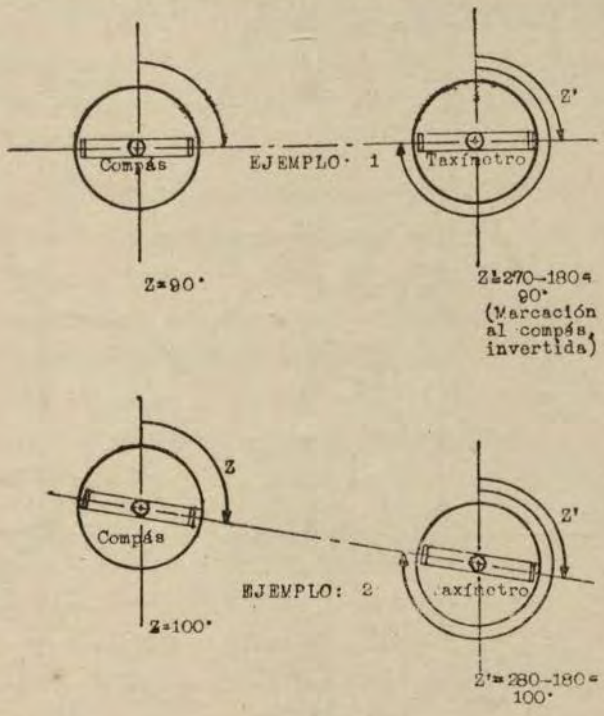


Fig. 2

ilustra gráficamente el procedimiento. Si ambas marcaciones no coincidieran, bastará mover el instrumento que se instala, hasta

que ambos azimutes coincidan; entonces las líneas de fe de ambos instrumentos coincidirán con la dirección de la línea de crujía.

d) Calculando el ángulo subtendido en el taxímetro por la línea proa-popa, que pasa por el centro del taxímetro y la línea trazada del centro del taxímetro al centro del asta del jack; poniendo luego las pínulas en el taxímetro a éste ángulo y visando el asta del jack. La Fig. 3, ilustra gráficamente el procedimiento. En el triángulo rectángulo AMT, calculamos el ángulo α, que será

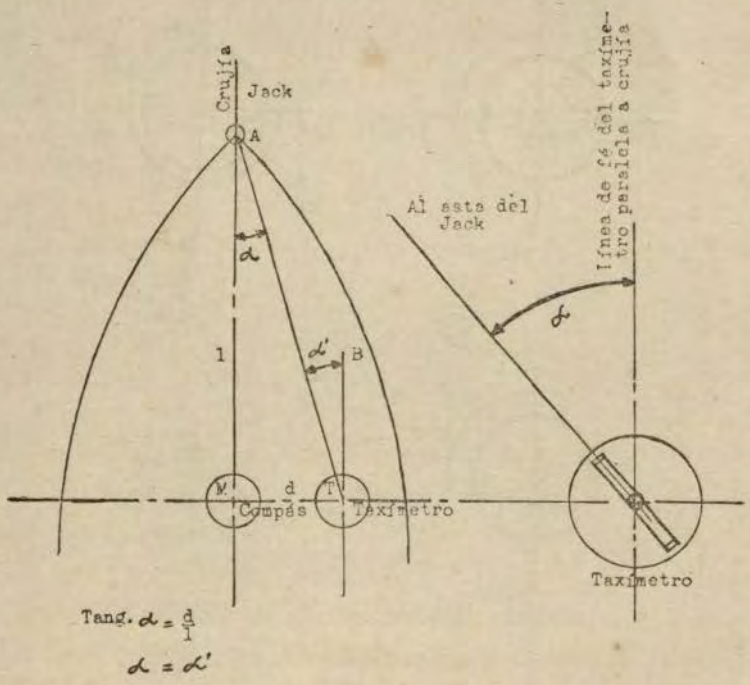


Fig. 3

igual al α', por alternos internos; BT por lo tanto, será paralela a AM o sea a crujía.

Aparte de estos métodos generales, que fuera de las ilustraciones, son los dados en el curso de navegación de Bowditch, (Ed. 1926), daremos otros, originados por la observación y relacionados directamente con la determinación de la línea de crujía, que es el punto llave para la instalación de los instrumentos de navegación indicados. Por lo demás, el trabajo es muy sencillo.

Cuando no se tiene a mano las marcas de referencia, de construcción, ya sea por haberse perdido o por no conocerse, la materialización de la línea de crujía es sólo cuestión de tomar unas cuantas medidas a partir de puntos simétricos de referencia, en la estructura del buque, siempre que ésta no haya sufrido deformaciones.

También puede determinarse ésta línea, mediante visuales entre puntos de referencia, previamente elegidos; por ejemplo: estando el buque a flote o en dique, se podrán determinar puntos en el puente mediante tangentes entre el asta del jack y el palo trinquete, prolongándolas hasta el puente; unir los puntos que estas líneas determinan en el puente, tomar el punto medio y unirlo a su vez con el medio del trinquete. Esto se ilustra en la Fig 4. La tangente JA determina el punto F y la tangente JB, el punto G. El punto medio de FG será el punto C que unido con el punto medio D, del trinquete, nos determina la línea de crujía, que al prolongarse irá a coincidir con el centro del asta del jack. Este método se basa en la correcta posición del trinquete y del asta del jack. Se hace especial referencia a esta condición, por que es natural que si el palo trinquete no estuviera adrizado, la determinación que a base de él se haga, estará afectada del error que la inclinación del palo produzca en la dirección de la línea que tratamos de determinar. Por otra parte, a veces el asta del jack no está precisamente al

medio de la roda, sinó ligeramente a un costado; en este caso la línea de crujía no pasaría por el centro del asta.

Estando el buque en dique, la determinación puede hacerse desde tierra, valiéndose de un instrumento óptico tal como el teodolito, colocado en el extremo del dique y en la enfilación del trin-

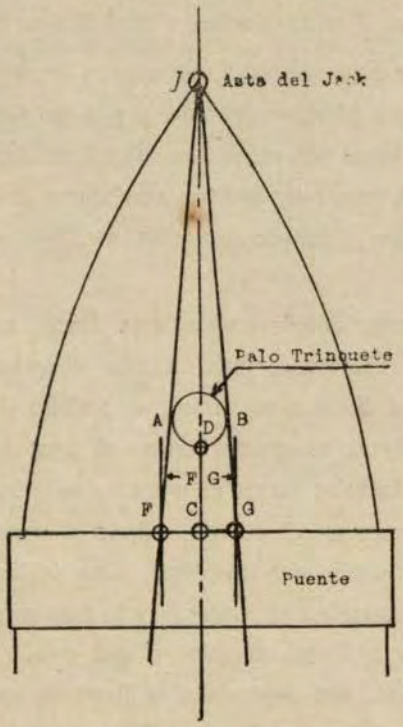


Fig. 4

quete con la roda (o asta del jack, si es que ésta está al medio de la roda). Luego, con el limbo horizontal del instrumento en cero y el instrumento perfectamente nivelado, se visará primero la parte de la superestructura (del puente) donde se trata de determinar los puntos de referencia, asegurándose el anteojo a este ángulo verti-

cal, que no se deberá alterar yá, si es que el buque está adrizado. Si tuviera alguna escora, se pondrá el instrumento con su eje vertical, inclinado igual ángulo que el de escora del buque, para lo cual se visará la roda a lo largo, o también puntos simétricos del puente. Luego se tomará igual ángulo a ambos lados del cero del limbo horizontal y se marcarán los puntos en que el eje óptico del instrumento toca la superestructura, determinándose así puntos similares a los F y G de la Fig. 4.

También pueden visarse tangentes al trinquete y determinar los puntos F y G. Lo demás como en el caso anterior.

2.—Caso especial

Además, pueden improvisarse diversos procedimientos; de acuerdo con las condiciones observadas en la estructura del buque é inclusive valerse de plomadas bajadas por proa y popa, roda y codaste, o por una banda (cuando el buque está en dique). Es indudable que en buques cuya estructura no presenta alteraciones o deformaciones, los métodos que se valen del empleo de puntos simétricos, son todos aplicables, lo que no sucede cuando se trata de buques cuya estructura, por diversas causas, ha sufrido deformaciones o alteraciones, ya sea por siniestros, reparaciones, transformaciones o accidentes. Por ejemplo, a continuación vamos a describir el método empleado en la determinación de la línea de crujía, en el B.A.P. "Callao", para la instalación de sus instrumentos de navegación.

3.—Comprobación del adrizamiento del buque

Estando el buque en dique se hicieron las siguientes comprobaciones y determinaciones:

a) *Primera comprobación*: Valiéndose del teodolito y colocándolo en la proa del dique, lo más aproximadamente posible a la enfilación de la roda con el centro del dique y con el instrumento perfectamente nivelado, se visó de arriba abajo, en un plano vertical, partiendo del centro de la roda en su parte superior y observando que el eje óptico del instrumento fué a caer, al visar la parte baja notablemente al lado de Er., indicando con ésto, que el buque tenía escora a esta banda.

b) *Segunda comprobación*: Esta se efectuó bajando una plomada desde el punto medio de uno de los baos del cielo del pañol alto de proa, al piso del pañol siguiente al de cabos. En una distancia vertical de 22' 02" (6.77 mts.), la plomada cayó 3/8" (9.5 mm.) a Er., del medio del piso. Los puntos medios en ambos casos se determinaron por medio de medidas simétricas desde los costados, empleando wincha de acero.

c) *Tercera comprobación*: Refiriéndonos a la Fig. 5.—En el plan de la bodega 3, se tomaron medidas sobre la sobrequilla y a partir de los costados, para determinar el centro de la sobrequilla, a la altura en que se proyecta verticalmente el lado de popa de la brazola de dicha escotilla, y se marcó el punto.

Luego, en la cubierta del entrepuente inmediato, se tomaron medidas desde ambos costados, para determinar el punto medio A,

equidistante de ambos costados y se marcó en la brazola de dicha escotilla, bajándose una plomada a partir de dicho punto, que

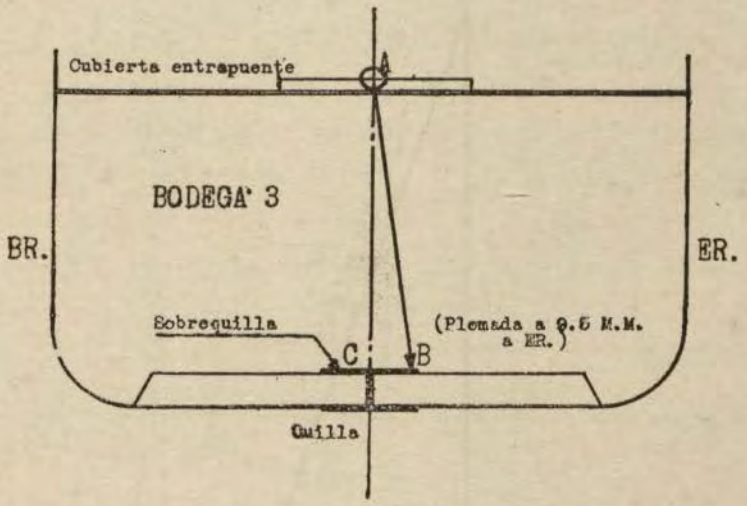


Fig. 5

fué a caer en B, 9.5 mm. a Er. del centro de la sobrequilla obtenido anteriormente. La distancia vertical AB, fué de 5.18 mts. (longitud de la plomada).

4.---Determinación del ángulo de escora

Con la anterior comprobación, quedó confirmada la escora a Er., (estando el buque en dique) y por observación de la obra

viva en la parte correspondiente a esta bodega, se decidió tomarla como base para calcular la escora.

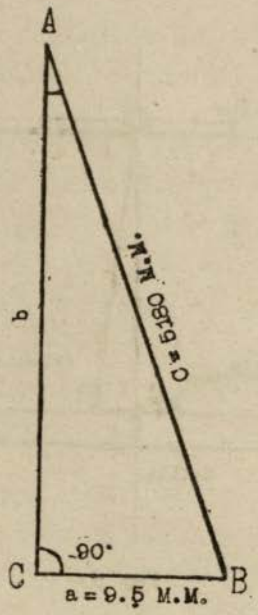


Fig. 6

Entonces tenemos en la Fig. 6, el triángulo ABC, el que:

$$a = c \text{ sen } A.$$

$$\text{sen } A = \frac{a}{c}$$

$$a = 9.5 \text{ mm.}$$

$$c = 5180 \text{ mm.}$$

$$A = 0° 06' 20'' \quad \#$$

Que es el ángulo de escora que tiene el buque a Er., estando en dique; muy pequeño en la práctica, pero que sin embargo, in-

fluirá grandemente en la determinación de la línea de crujía, como se verá.

5.—Determinación de la línea de crujía

Nos referiremos a la Fig. 7. Estando el buque en dique, se eligieron dos puntos sobre la banda de Br., uno A, a la altura del

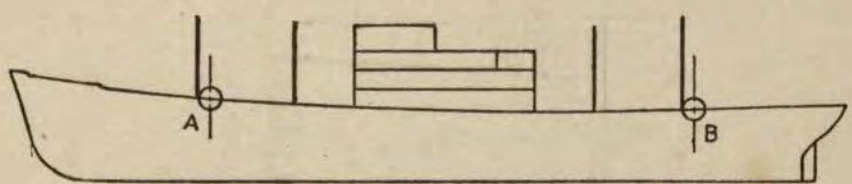


Figura 7

palo trinquete y otro B, a la altura del palo mayor, aproximadamente y a partir de los cuales se bajaron plomadas tangentes a la borda. Se midieron luego las distancias horizontales sobre un plano transversal, desde las plomadas al centro de la plancha de quilla, en proa y popa, obteniéndose: En la Fig. 8.-En proa, tangente borda al centro de quilla 8.2245m. En la Fig. 9.-En popa, tangente borda al centro de quilla 8.2275m.

Ahora, siendo necesario tener dos puntos de referencia, que disten igualmente del plano longitudinal vertical que pasa por el medio de la quilla, restaremos a las medidas anteriores una misma cantidad que nos permita situar estos puntos en lugar aparente para tomar una enfilación. Así, tendremos:

En proa (Fig. 8): 8.2245 — 7.4795 = 0.745 m. y si tomamos a partir de la tangente a la borda, esta cantidad, tendremos el punto A_1.

En popa (Fig. 9): 8.2275 — 7.4795 = 0.748 m. y si tomamos a partir de la tangente a la borda, esta cantidad, tendremos el punto B_1.

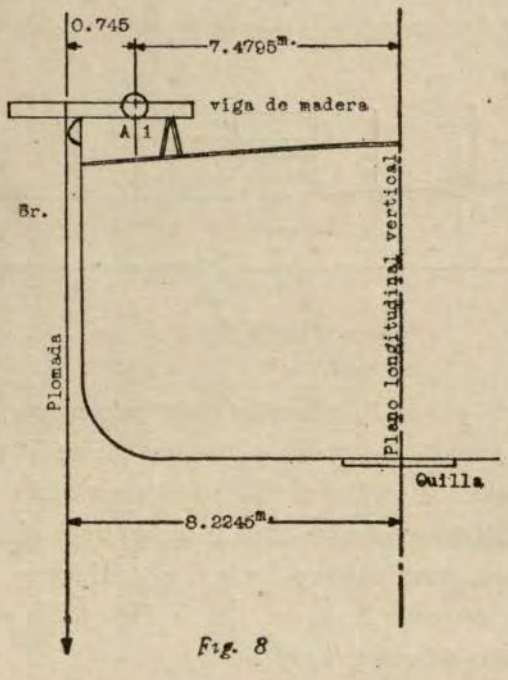


Fig. 8

Los puntos A_1 y B_1 determinan una línea paralela a crujía, cuyo plano vertical dista del plano vertical longitudinal que pasa por el medio de la quilla, una distancia horizontal de 7.4795 m.

Esta cifra resulta caprichosa y su única razón de ser es que la cantidad tomada originalmente para situar convenientemente

los puntos antes determinados, fué 7.50 m., a la que hubo después que corregir por defecto de la wincha, en una cantidad igual a 0.0205 m.

Obtenidos dichos puntos se instala el teodolito con su eje vertical en exacta coincidencia con el punto A_1, utilizándose para ésto la propia plomada del instrumento y la wincha.

Una vez nivelado el instrumento se visa el punto B_1 de popa (Fig. 9) y luego, moviendo el anteojo en el plano vertical, pero

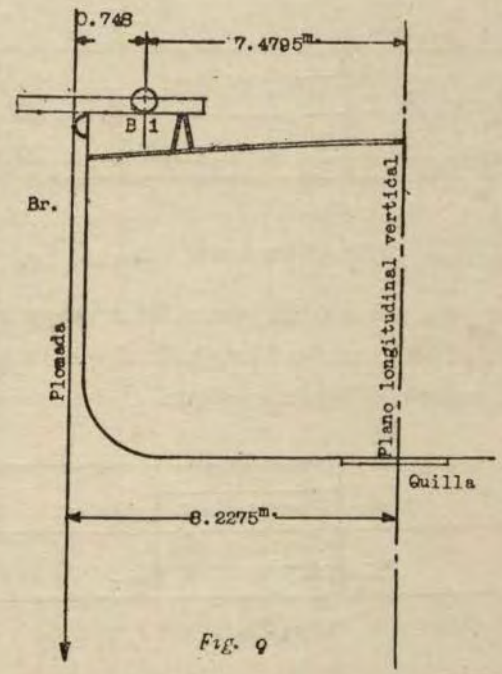


Fig. 9

sin variar el azimut, se marcan los puntos C y D, a proa y popa, en la superestructura, lado de Br., como se muestra en las figuras 10

y 11. En la Fig. 12 se apreciará la posición que ocupa el punto C de las Figs. 10 y 11; el punto D de la Fig. 11, quedaría longitudinalmente opuesto en popa al punto C de la Fig. 12.

Estos puntos están a una distancia de 7.4795 m. del plano vertical que pasa por el medio de la quilla, estando el buque en dique.

También se marcaron los puntos E y F (Fig. 12), en la estructura del puente de navegación; el punto E vá a caer sobre el tajaviento y el punto F, sobre un bao del puente.

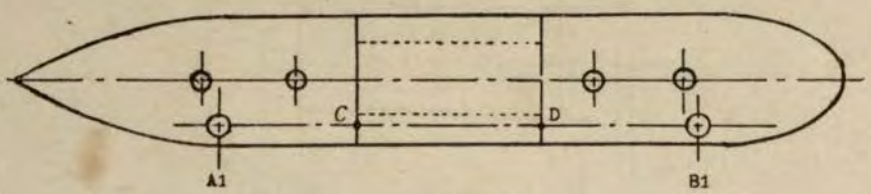


Figura 10

Es evidente que todos estos puntos están en un mismo plano vertical paralelo al plano vertical longitudinal que pasa por el medio de la quilla estando el buque en dique.

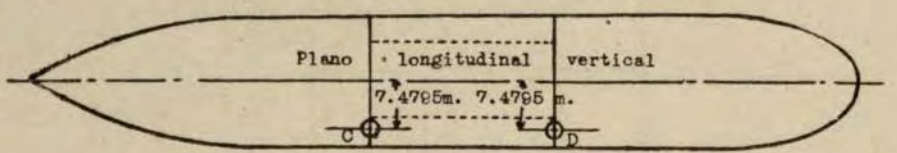


Figura 11

Refiriéndonos a la Fig. 13. En el punto F se instala una plomada y en exacta coincidencia con la vertical determinada por ella, el eje vertical del teodolito y éste, perfectamente nivelado.

Desde F se visa la marca A_1 de la Fig. 10; se pone en cero el limbo horizontal del teodolito y haciendo girar el anteojo 90° en azimut se marca el punto G, en que el eje óptico del anteojo toca la curva del tajaviento en el ala de Er. del puente.

Luego, tomando 7.4795 mts. a partir de F y en dirección FG, determinamos el punto H, que deberá quedar dentro del plano vertical longitudinal que pasa por el medio de la quilla.

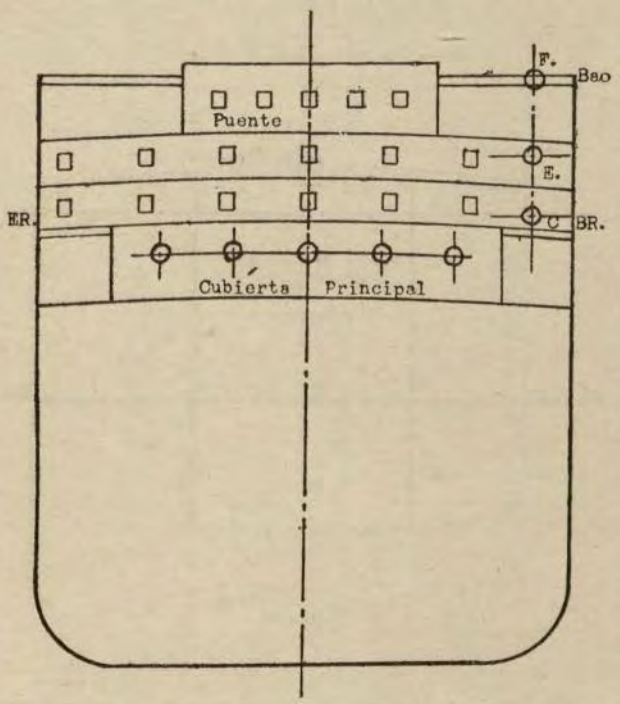


Figura 12

Colocando el teodolito con su eje vertical exactamente sobre el punto H y estando perfectamente nivelado el instrumen-

to, se visan alternativamente los puntos F y G, para cerciorarse que el instrumento está exactamente sobre la línea FG. Luego con el anteojo dirigido a F y colocado como anteriormente el limbo horizontal del teodolito en cero, se hace girar el anteojo 90° en azimut hacia proa, marcándose en el palo mayor los puntos I y J,

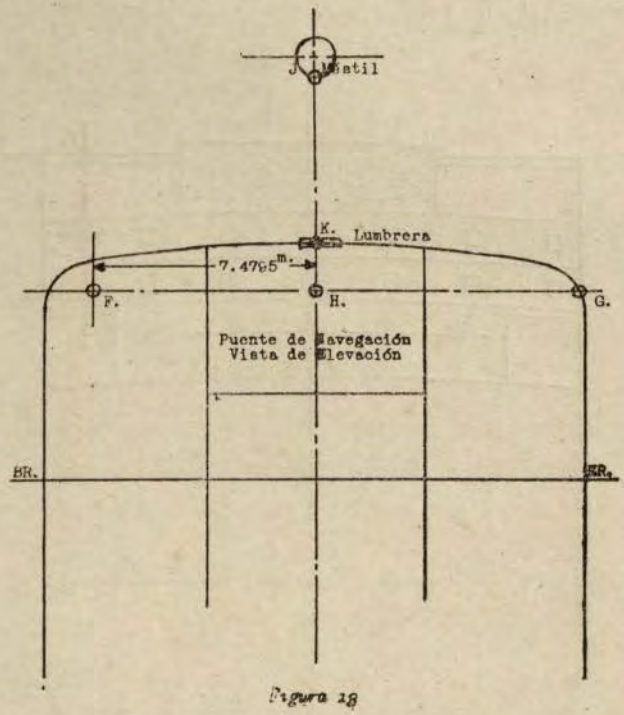


Figura 18

separados una distancia vertical de tres metros más o menos, pero el punto J en el plano horizontal del instrumento. Luego se marcó en el marco de la lumbrera central de la caseta de gobierno el punto K, notándose que dicho punto cayó a la izquierda del centro del

borde inferior del marco o sea a Br. Todos estos tres puntos están en el plano vertical longitudinal que pasa por el medio de la quilla.

Pero éste plano no coincide con el plano longitudinal vertical del buque, cuando éste está adrizado o sea con el plano de crujía, puesto que antes se determinó que en dique el buque tenía escora a Er. En consecuencia, para materializar la línea de crujía o sea

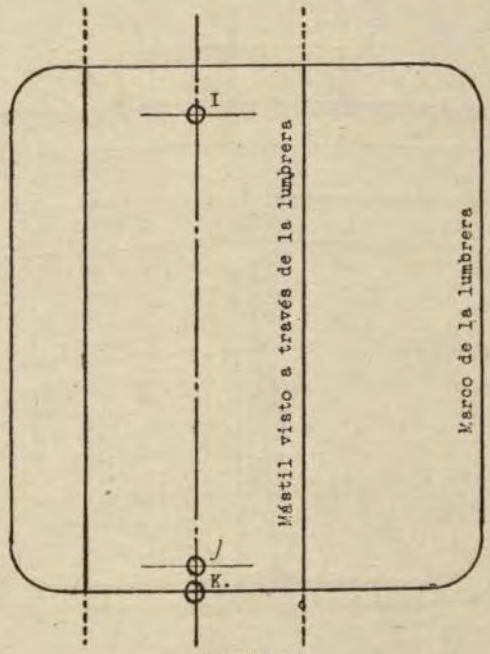


Figura 14

la línea que pasa por el plano longitudinal vertical del buque, habrá que aplicar una pequeña corrección por escora de éste. Pero antes determinamos si la línea determinada por los puntos J y K, pasa realmente por el plano longitudinal vertical que pasa por el centro de la quilla estando el buque en dique; en otras palabras,

comprobamos la exactitud de nuestro alineamiento. Esto se hace bajando una plomada desde el punto K a la sobrequilla, en el plan de la bodega 3; el resultado fué que en una altura de 18.75, la plomada cayó a 7 mm. a Er., del centro de la sobrequilla (Fig. 15); siendo así que debió coincidir con el punto determinado como centro de la sobrequilla.

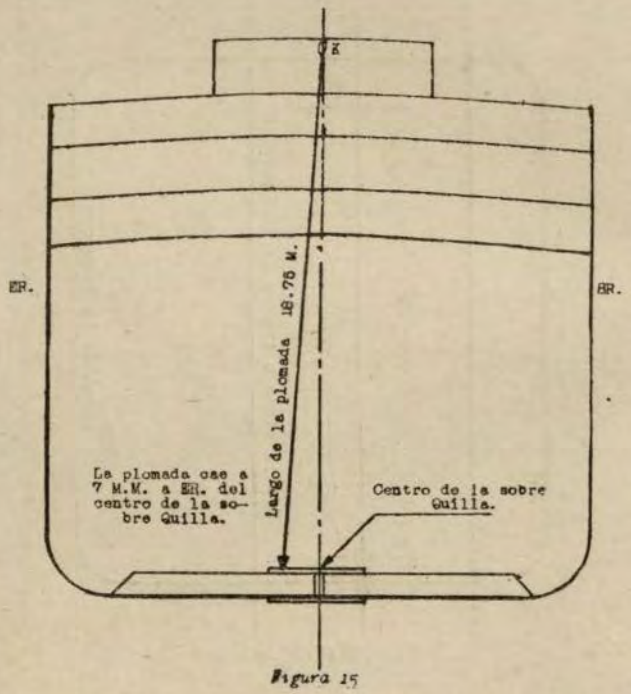


Figura 15

Con esta comprobación hacemos las siguientes consideraciones:

1º Que ella sirve para comprobar la correspondencia entre el punto K y el determinado antes como centro de la sobrequilla.

2º Que la magnitud de esta discrepancia, determinará el grado de confianza que nos merezca el alineamiento efectuado.

3º Que no siendo grande esta discrepancia, en el caso presente, veremos hasta donde merece tomarse en cuenta, después de relacionar las circunstancias concurrentes en la determinación de los puntos en cuestión.

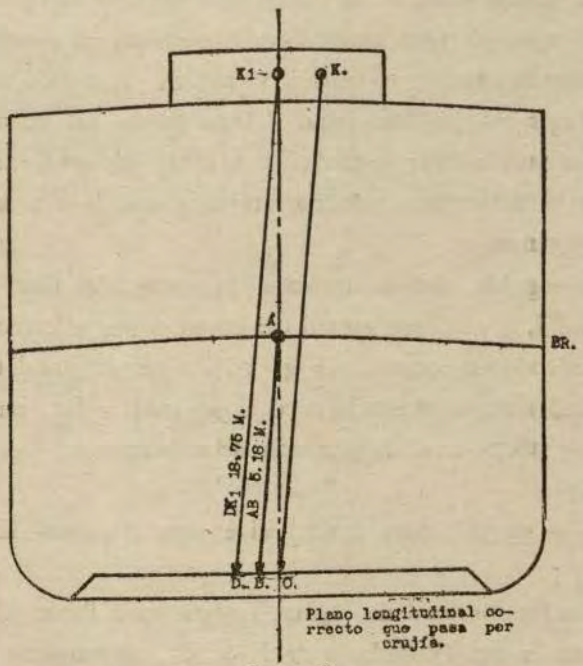


Figura 16

Tendremos presente que el trabajo se efectuó de día y que debido a los cambios de temperatura, la estructura del buque constantemente se altera, dilatándose o contrayéndose; por otra parte, la influencia de vibraciones y estrepadas, producidas por las má

quinas en funcionamiento y las maniobras efectuadas en el buque con pesos, materiales, etc., y por último, que en la determinación del centro de la sobrequilla las mediciones se hicieron empleando wincha de acero, y que pudo dársele mayor o menor tensión en las diferentes mediciones o también pudieron haber irregularidades tanto en los bordes de la plancha de sobrequilla como en los costados del buque donde se tomaron las puntos de referencia, no apreciables a la simple vista.

Luego pues, si consideramos como correcto un punto, el error recaerá íntegramente en el otro y viceversa. Tampoco conviene a priori corregir íntegramente uno ú otro punto, no sabríamos con seguridad a cual aplicar toda la corrección, por esta razón consideraremos ½ del error, como corrección a aplicar a ambos puntos o sea ± 3.5 mm.

En seguida determinaremos la corrección final a aplicar a los puntos I, J y K, por escora del buque y por el error antes deducido, teniendo en cuenta (Fig. 16), que si para una altura AB = 5.18 mts. la plomada cayó a 9.5 mm. a Er., para una altura KC = 18.75 mts., la plomada debería caer a:

$$\frac{18.75 \times 9.5}{5.18} = 34.3 \text{ mm. a Er.,}$$

si es que el punto K estuviera en el plano longitudinal de crujía. Luego, para llevar dicho punto a este plano o sea trasladarlo de K a K_1, aplicaremos como corrección la suma algébrica de las dos correcciones que acabamos de determinar:

— 3.5 mm. a Br., como corrección por error de alineamiento.
+ 34.3 mm. a Er., como corrección por escora del buque en dique.

+ 30.8 mm. a Er., como corrección total.

Luego, corrigiendo los puntos I, J y K, tendremos (Fig. 17) los puntos trasladados a Er. una cantidad igual a 30.8 mm., I_1, J_1 y K_1.

Uniendo los puntos J_1 y K_1 *tendremos determinada la línea de crujía.*

El plano longitudinal de crujía pasará por los puntos J_1, K_1 *y el punto determinado como centro de la sobrequilla.*

En cuanto a las marcas C y D, hechas en la superestructura, a Br. del alcázar (Fig. 11), se corregirán de igual manera, pero la corrección por escora se determinará para una altura de 12.27 mts., a que se encuentran sobre el plan de la bodega 3, como sigue:

$$\frac{9.5 \times 12.27}{5.18} = 22.5 \text{ mm. a Er.}$$

Corrección total: — 3.5 mm. a Br.
+ 22.5 mm. a Er.

+ 19.0 mm. a Er.

MUSEO NAVAL DEL PERU Julio J. Elías

Quiere decir, que los puntos C y D quedarán a una distancia: 7.4985 + 0.019 = 7.5175 mts., a Br. del plano longitudinal de crujía.

Poniendo los puntos J_1 y K_1 por medio de un hilo muy fino, tendremos materializada la línea de crujía. Con ella se hizo coincidir la línea de fe del compás de gobierno al instalarlo.

Estos puntos además, quedaron marcados mediante placas de bronce de 1" × 3", atornilladas. (Fig. 18)

6.—Observaciones

Deberá observarse ciertas precauciones en el empleo de las plomadas, pues si éstas son muy livianas, el viento las moverá pro-

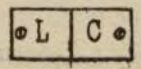


Figura 18

Figura 17

duciendo un constante movimiento pendular y no servirán por lo tanto de buena referencia. Las plomadas bajadas por el costado deberán pesar de 15 a 20 libras por lo menos y como línea se usará

alambre de acero de 1/32" de diámetro. Para el trabajo a bordo, las plomadas empleadas son bastante más livianas; se empleó con buen resultado la del teodolito y como línea, cerda de pescar Nº 20, que es muy fina y resistente. El instrumento empleado fué el WILD T-2.

Durante el trabajo con teodolito, deberá tenerse especial cuidado de rectificar constantemente la nivelación del instrumento, las medidas y la posición de las marcas. Se procurará visar en los momentos en que no se perciban vibraciones ni golpes, a fin de evitar en lo posible las causas de error. Las visuales se materializarán, valiéndose de una escala graduada en milímetros a guisa de mira parlante.

Con el empleo de éste procedimiento para determinar la línea de crujía, no pretendo establecerlo como el más práctico; simplemente he tratado de explicar el recurso de que me he valido para trabajar en un buque en el cual no existían marcas de referencia y que después del incendio sufrido, fué sometido a una seria reparación, inclusive le fué desarmada y vuelta a armar la superestructura en su casi totalidad.

Es indudable que en caso parecido se tenga que trabajar de acuerdo con las circunstancias y condiciones del buque, pero de todos modos, quizá sirvan estos apuntes como referencia para trabajo similar que pudiera presentarse.

7.—El Girocompás

En cuanto al girocompás, sabemos que éstas instalaciones constan de uno o dos compases magistrales y determinado número de compases repetidores, que en su aspecto exterior se parecen a los compases magnéticos.

En los buques grandes, es corriente instalar dos compases magistrales, uno a proa y otro a popa, bajo la cubierta protegida y de 15 a 20 repetidores, distribuídos en aquellos lugares donde es necesario conocer en cualquier momento el rumbo del buque. Además se instalan en las alas del puente con objeto de poder tomar marcaciones valiéndose de ellos. En los buques chicos solo se instala un compás magistral.

El girocompás puede ir instalado con su línea de fe en crujía o paralela a ella, siendo en todo caso de vital importancia su correcta orientación. En cuanto a la instalación misma del aparato, se podrá efectuar estando el buque en dique o a flote.

Estando el buque en dique y conociendo la orientación verdadera del plano longitudinal del dique, bastará colocar la línea de fe en dicho azimut. Es condición necesaria que el buque al asentar sobre sus calzos, lo haga con su quilla en el plano longitudinal del dique. Esta condición, se obtendrá por lo general, pues es sabido que al entrar un buque a dique una de las cosas que con más cuidado se hace, es centrar el buque mediante visuales y marcas de referencia.

Estando el buque en dique o a flote, se podrá instalar el girocompás, con referencia al compás magistral magnético, siempre

que se determine exactamente la proa verdadera del buque, a la cual se pondrá la línea de fe del girocompás.

Con igual objeto se podrá emplear la marcación verdadera de una enfilación conocida, aproando el buque exactamente a ella y luego colocando la línea de fe del girocompás en coincidencia con la marcación verdadera de la enfilación.

Estando el buque amarrado a muelle, y conociendo la orientación verdadera de éste, se procederá de manera similar que estando el buque en dique; sin embargo, este método no ofrece la misma confianza que los anteriores, pues siempre existe la posibilidad de una ligera diferencia entre la dirección de la línea de crujía y la del muelle, debido al movimiento del buque e irregularidades de los costados del muelle.

En todo caso, como cuestión previa, el girocompás deberá marcar el norte verdadero o conocerse su error.

Los repetidores instalados en las alas del puente y puente alto, se podrán orientar de igual manera que los taxímetros, excepto el que sirve de compás de gobierno, que generalmente va fuera de crujía, próximo al timonel y colocado de tal manera que sea perfectamente visto por aquel. No es pues necesario que la línea de fe de este repetidor esté en crujía o paralela a ella, puesto que las indicaciones de la rosa en este caso no dependen de la posición de la línea de fe del repetidor sinó de las indicaciones del girocompás.

SE TERMINO DE IMPRIMIR ESTE LIBRO EL DIA
DIEZ DE JULIO DE MIL NOVECIENTOS CUA-
RENTIOCHO EN LA IMPRENTA DEL MINISTERIO
DE EDUCACIÓN PÚBLICA