

18/ Cartón plegado
Ga - Foll. 208

Ga. Foll.
208-7

MEMORIA
SOBRE LA NECESIDAD
DE MODIFICAR EL CÍRCULO DE MARCAR
Y LAS REGLAS

que para su colocacion estableció su autor,

EL

EXCMO. SR. D. ANTONIO DORAL.

POR

D. Casimiro de Pinos y Encinos de Sejados

Inspector de 2.^a clase de Ingenieros de Marina.



FERROL. 1874.

Imprenta y Lit. de Taxonera.
REAL 113.

Ga - foll. 208-4

R. 132.844

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA DE SANTIAGO



00064570

MEMORIA

SOBRE LA

NECESIDAD DE MODIFICAR EL CÍRCULO DE MARCAR

y las reglas que para su colocacion estableció su autor,

EL

EXCMO. SR. D. ANTONIO DORAL,

PRESENTADA

á la Junta de gefes presidida por el Excmo. Sr.
Capitan General del Departamento de Ferrol el dia 30
de Octubre de 1873.

POR

D. Casimiro del Pomas y Garcias del Seixados

Inspector de 2.^a clase de Ingenieros de Marina.

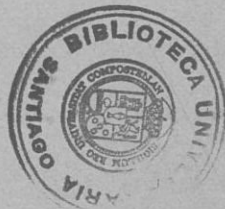


FERROL. 1874.

Imprenta y Lit. de Taxonera.

REAL 113.

C. And.



AL EXCMO. SR.

DR. D. JOSÉ VALENZUELA Y ESCOBAR

DE LA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Al Excmo. Sr.

D. CÁRLOS VALCÁRCEL Y USSEL DE GUIMBARDA,

CONTRA-ALMIRANTE DE LA ARMADA,

tiene el honor de dedicar este pequeño trabajo

SU AFECTISIMO SUBORDINADO

El autor.

MEMORIA

sobre la necesidad de modificar el Círculo de
marcar y las reglas que para su colocacion estableció su autor
el Excmo. Sr. D. Antonio Doral.

Antes de tener el honor de proponer á la Superioridad, la modificación de un aparato debido á un ilustrado General que, por el merecido elevado concepto de que gozaba en la Armada, era considerado como una autoridad en los múltiples ramos del saber á que se extendía su vasta erudicion, y muy especialmente, en todos aquellos que á la Marina se refieren, he necesitado examinar muy detenidamente la cuestion, hasta adquirir el más profundo convencimiento de que, en realidad, el Círculo de marcar, tal como su autor lo proyectó y como actualmente se construye y coloca á bordo, ofrece algunos errores en la determinacion de los ángulos; errores que pueden remediarse con suma facilidad y sin ningun aumento de gasto en su construccion.

Al inquirir la causa de la equivocacion, en mi concepto, padecida por el general Doral, he creido encontrarla en una inexacta definicion del rumbo muy generalmente admitida, tanto en España como en otros paises, segun la cuál, los ángulos medidos por medio de la aguja de bi-

tácora, son los que forma el meridiano magnético con la dirección de la quilla. Esta definición, que el uso ha autorizado y que es inexacta, como lo demostraré mas adelante, conduce, naturalmente, á la idea de que basta que una recta cualquiera no horizontal, tal como el eje de la quilla, esté contenida en el plano longitudinal del buque, para que la proyección horizontal de esta recta, señale la dirección de la proa; lo que equivale á admitir, que un mismo rumbo de la nave ó una misma dirección de la proa, puede estar á la vez determinada por distintas rectas horizontales no paralelas.

Obsérvase, en efecto, que en la obra del general Doral, titulada DESCRIPCIÓN Y APLICACIONES DEL CÍRCULO DE MARCAR, despues de decir en la página 13, que *la exactitud de las distancias angulares que se midan con su aparato, dependerá principalmente de aquella con que la línea del cero se coloque paralelamente al plano vertical longitudinal*, dice, al final de la página 15, despues de indicar la manera de colocar el círculo, que *los lados de la caja, paralelos á la línea del cero, se encuentran en la misma dirección de la quilla*.

Como se vé, el general Doral, impulsado, sin duda, por la costumbre de confundir la dirección de la quilla con la de la proa, habla del paralelismo de dos rectas, una de las cuales, que es la línea del cero del círculo, es horizontal, y la otra, que es la línea de la quilla, no es horizontal, á causa de la diferencia de calados del buque á popa y proa.

Y no ha sido solo el general Doral el que ha aceptado esa errónea definición. Otros autores la han aceptado tambien, y el mérito que, con muy justa razon, se concede á sus obras, hace aun mas trascendental un error, que se presenta apoyado por respetables autoridades en la materia.

En la página 155 de la obra publicada por D. Baltasar Vallarino, titulada ARTE DE APAREJAR Y MANIOBRAS DE LOS BUQUES, dice su autor, que *si el barco pone la proa al N y el viento es ENE, forma con la quilla un ángulo de seis cuartas ó sesenta y siete grados treinta minutos*.

En la obra titulada COURS DE NAVIGATION ET D'HIDROGRAPHIE, dice su autor, Mr. Dubois, en el núm. 6, página 4, lo siguiente: *On nomme angle de route d'un navire en marche l'angle que forme la direction de sa quille (que no es horizontal) avec la vraie ligne nord et sud (que es*

horizontal). Este mismo autor dice despues en la página 9, núm. 10, lo siguiente: *Si l'on fait passer par l'axe du pivot de l'aiguille deux plans, l'un parallèle au plan longitudinal et l'autre parallèle au plan latitudinal, ces deux plans détermineront sur l'intérieur de la cuvette, deux lignes que l'on a tracées en deux traits noirs.*

La ligne qui joint le centre du compas au trait déterminé par le plan longitudinal, est parallèle á la quille par rapport á l'horizon.

Esto último es completamente falso cuando el barco no está adrizado, porque la línea horizontal que une el eje del pivote de la aguja al trazo que señala el plano longitudinal, está contenida en este mismo plano longitudinal; y la línea de la quilla con relacion al horizonte, ó sea la proyeccion horizontal de esta línea, supuesto el buque con diferencia de calados, no es paralela al plano longitudinal, sino en el solo caso en que este plano sea vertical, porque entónces, únicamente, la quilla y la espresada recta que pasa por el eje del pivote de la aguja, coincidirán con un mismo plano vertical proyectante.

Como se vé, Mr. Dubois, es el autor que confunde de una manera mas marcada la direccion de la proa, ó sea la recta horizontal que une el eje del pivote de la aguja con el eje de la roda, y la proyeccion horizontal de la quilla que, á causa de la diferencia de calados del buque, no será paralela al plano longitudinal en el momento en que este plano abandone la posicion vertical.

Para demostrar que, en este caso, las dos expresadas rectas no son paralelas, y, por consiguiente, que es inexacta la definicion dada por los autores, si ha de considerarse aplicada á las diferentes posiciones del buque, ya sean debidas á cambios en la estiva ya á movimientos de balance y cabezada, empezaré por suponer el barco adrizado, esto es, con su plano longitudinal vertical, y supondré que este plano coincide con el vertical de proyeccion. En este caso si hay diferencia de calados, la línea de la quilla estará representada en su verdadera magnitud por la $a'b'$ (fig. 1), no paralela á la línea de tierra, puesto que no es horizontal; y la proyeccion horizontal de dicha línea $a'b'$ será la ab , que se confundirá con la línea de tierra. Si se separa el plano longitudinal de su coincidencia con el vertical de proyeccion, haciéndole girar al rededor de una vertical QR' , hasta que quede perpen-

dicular á este último plano, las trazas de dicho plano longitudinal, en su nueva posicion, serán P Q y Q R', ambas perpendiculares á la línea de tierra; siendo entónces $a'_1 b'_1$ la proyeccion vertical de la quilla, y $a_1 b_1$ su proyeccion horizontal. En esta posicion del plano longitudinal, es indudable que la proyeccion horizontal $a_1 b_1$ de la quilla, y la de la recta horizontal, no paralela á la quilla, que en el plano longitudinal pasa por el eje del pivote de la aguja, se confundirán ambas con la traza horizontal P Q del mismo plano longitudinal; pudiendo admitirse, en este caso particular, como exacta la definicion dada por Dubois; pero, si por un cambio en la estiva ó en un balance, se supone que el plano longitudinal gira al rededor de su traza horizontal P Q, hasta formar un ángulo cualquiera B con su posicion primitiva, en la nueva posicion P Q R' de dicho plano longitudinal, la proyeccion vertical de la quilla será $a'_2 b'_2$, y su proyeccion horizontal $a_2 b_2$, estará determinada por las intersecciones de las proyecciones horizontales $a_1 a_2$ y $b_1 b_2$ (paralelas á la línea de tierra) de los círculos que en el giro habrán descrito los puntos extremos de la quilla, con las perpendiculares $a'_2 a_2$ y $b'_2 b_2$ á la línea de tierra, bajadas desde las nuevas proyecciones verticales a'_2 y b'_2 de estos mismos puntos. Es evidente que, en este caso, la línea horizontal que en el plano longitudinal pase por el eje del pivote, se proyectará horizontalmente segun una perpendicular á la línea de tierra, formando un ángulo $i a_2 b_2$ con la proyeccion horizontal de la quilla; y este ángulo medirá el error que resulta de la definicion admitida por los ya mencionados autores.

Resulta de lo expuesto, que la direccion de la proa no está dada por la de la quilla ni por la de su proyeccion horizontal, sino por una recta horizontal, que coincide con el plano longitudinal ó es paralela á este plano; y, por consiguiente, en todos los aparatos en que la direccion de la proa esté señalada por una recta horizontal, esta recta deberá ser siempre paralela al plano longitudinal, ó estar contenida en este plano en todas las posiciones del buque.

Fácilmente se comprenderá, que en el Círculo de marcar la línea del cero no llena esta condicion, sino en uno de los dos siguientes casos:

1.º Cuando el buque está adrizado y es, por consiguiente, vertical su plano longitudinal.

2.º Cuando no siendo vertical el plano longitudinal del buque, el eje fijo de la suspension de Cárdano es horizontal.

En todos los demas casos, resulta un error en la medida de los ángulos que se pretenden determinar por medio de este aparato; error que varia con la escora del buque y con la inclinacion del eje fijo, sobre una recta horizontal situada en el plano longitudinal ó paralela á este plano. Este error puede determinarse, exactamente del mismo modo indicado ya al hallar el ángulo de la direccion horizontal de la proa con la proyeccion horizontal de la quilla, supuesto el buque escorado y con diferencia de calados.

En la figura 2.ª, que es una copia de la primera de la lámina de la ya citada obra del general Doral, se ve, bien á las claras, que el eje fijo ao de la suspension, ó sea el que se apoya en las gualderas de la caja, debe quedar paralelo al plano longitudinal; y de las reglas dadas por el autor en las páginas 13, 14, 15 y 16 de dicha obra, se deduce que colocada la línea cr del cero del círculo, paralela al plano longitudinal, supuesto vertical, como esta línea del cero y la ao del eje fijo, son ambas perpendiculares al otro eje mn de la suspension, que siempre es horizontal, determinarán un plano que siempre será vertical, cualquiera que sea la posicion del buque. La traza horizontal de este plano coincidirá, por consiguiente, con las proyecciones horizontales de las dos expresadas rectas que le determinan, ó lo que es lo mismo, la proyeccion del eje fijo ao de la suspension de Cárdano, sobre el plano horizontal del círculo, será la línea cr del cero de este mismo círculo.

Resulta, pues, que todo lo que se diga con referencia á la proyeccion horizontal del eje fijo ao , podrá considerarse como dicho con referencia á la línea cr del cero del círculo, que es la proyeccion horizontal del expresado eje ao . De este modo, el problema de la determinacion del error, queda reducido á hallar el ángulo de la traza horizontal del plano longitudinal, con la proyeccion horizontal del eje fijo, en el supuesto de que este eje ha sido colocado en el plano longitudinal, formando un cierto ángulo A con una horizontal que pasa por uno de sus puntos en este mismo plano. Esto es, precisamente lo mismo que he hecho ya, al demostrar que la línea horizontal que señala la proa, no es paralela á la proyeccion horizontal de la quilla, cuando el plano longitudinal no

es vertical y el buque no tiene el mismo calado á popa y á proa. En efecto; si se supone como ántes, que el plano longitudinal del buque y el vertical de proyeccion se superponen, el eje fijo de la suspension, supuesto no horizontal, estará representado en verdadera magnitud por una recta $a' o'$ (fig. 3), que formará con la horizontal $a' m$ un ángulo $o' a' m$ que designaré con la letra A. En este caso, la proyeccion horizontal de esta recta será $a o$; y si se hace $a' o' = 1$, se tendrá $a o = \cos A$; $o' m = \sin A$.

Haciendo girar el plano longitudinal al rededor de la vertical $Q R'$, hasta que quede perpendicular al plano vertical de proyeccion, la proyeccion vertical del eje fijo será ahora $a'_1 o'_1 = \sin A$, y la proyeccion horizontal será $a_1 o_1 = \cos A$. En esta posicion del plano longitudinal, el eje fijo y la direccion horizontal de la proa, se proyectarán horizontalmente sobre la traza $P Q$ del plano longitudinal y no resultará error en la medida de los ángulos por medio del círculo; pero al abandonar el plano longitudinal su posicion vertical, girando al rededor de su traza horizontal $P Q$, hasta formar un ángulo, que designaré con la letra B, con su posicion primitiva, la proyeccion vertical del eje fijo será $a'_2 o'_2 = \sin A$; y su proyeccion horizontal será la recta $a_2 o_2$, que formará con la direccion horizontal de la proa, un ángulo $i a_2 o_2$, que designaré con la letra x , que medirá el error. Este error dependerá, por consiguiente, de la inclinacion A del eje fijo de la suspension de Cárđano, sobre una horizontal en el plano longitudinal, y de la inclinacion B de este último plano con relacion á su primitiva posicion vertical.

La determinacion del ángulo x por el cálculo, es muy sencilla, puesto que en el triángulo $i a_2 o_2$, se tiene el cateto $i a_2 = a_1 o_1 = a o = \cos A$, y el $i o_2$, que es igual al $a'_2 n$ del triángulo $a'_2 o'_2 n$, en el cual se tiene $a'_2 n = i o_2 = a'_2 o'_2 \sin a'_2 o'_2 n = \sin A \sin B$; y, por consiguiente, se tendrá

$$t g x = \frac{i o_2}{i a_2} = \frac{\sin A \sin B}{\cos A}$$

ó bien

$$t g x = t g A \sin B$$

Por medio de esta fórmula he calculado la siguiente:

TABLA

DE LOS ERRORES QUE PUEDEN RESULTAR DE LAS OBSERVACIONES HECHAS CON EL CIRCULO DE MARCAR, TAL COMO SU AUTOR LO PROYECTO Y COMO ESTÁ EN USO EN LA ACTUALIDAD.

Inclinaciones del plano longitudinal, ó sean valores del ángulo B.

Inclinaciones del eje fijo de la suspension sobre una horizontal que pasa por uno de sus puntos en el plano longitudinal, ó sean valores del ángulo A.

	0°	5°	10°	15°	20°
0°	0° 0' 0''	0° 0' 0''	0° 0' 0''	0° 0' 0''	0° 0' 0''
1	0 0 0	0 5 14	0 10 25	0 15 32	0 20 31
2	0 0 0	0 10 28	0 20 51	0 31 4	0 41 3
3	0 0 0	0 15 42	0 31 17	0 46 43	1 1 37
4	0 0 0	0 20 57	0 41 43	1 2 13	1 22 12
5	0 0 0	0 26 13	0 52 12	1 17 50	1 42 51
6	0 0 0	0 31 30	1 2 44	1 33 30	2 3 32
7	0 0 0	0 36 47	1 13 18	1 49 13	2 24 17
8	0 0 0	0 42 6	1 23 53	2 4 59	2 45 7
9	0 0 0	0 47 28	1 34 32	2 20 51	3 6 3
10	0 0 0	0 52 50	1 45 13	2 36 47	3 27 4

Se ve que el error es de alguna consideracion, tratándose de un aparato destinado á apreciar arcos de 5 minutos; y que este error resulta de suponer que es indiferente la posicion del eje fijo, con tal de que cumpla la condicion de ser paralelo al plano longitudinal ó estar contenido en este plano, que es precisamente lo mismo que suponer, que

cualquiera que sea la diferencia de calados, la proyeccion horizontal de la quilla es la que señala la direccion de la proa, y á esta errónea definicion, debe atribuirse el origen de la equivocacion padecida por el general Doral.

Pero aun hay mas; aunque el buque se suponga sin diferencia de calados, esto es, con su quilla horizontal, y que, además, el eje fijo de la suspension del Círculo se coloque exactamente paralelo á la quilla, la línea del cero solo señalará la direccion de la proa, mientras la quilla no pierda su posicion horizontal; pero al verificarse el movimiento de cabezada, si el plano longitudinal ha abandonado su posicion vertical, la línea del cero ya no será paralela á este plano.

Se ve, efectivamente, que si el eje fijo de la suspension es horizontal y está contenido en el plano longitudinal $P Q R'$ (fig. 4) en la posicion vertical de este plano, dicho eje fijo se proyectará verticalmente en un punto a'_2 , y horizontalmente segun la traza $P Q$.

Al girar el plano longitudinal al rededor de esta traza, hasta tomar la posición $P Q R'_1$, formando un ángulo B con su posicion primitiva, la proyeccion vertical del eje fijo seguirá proyectándose en un solo punto de la traza vertical $Q R'_1$ de este plano, y la proyeccion horizontal del mismo eje será paralela á la traza horizontal $P Q$. Hasta aqui no habrá error en los ángulos medidos por el círculo, pero, si en esta posicion del plano longitudinal, se verifica un movimiento de cabezada, ó bien, si se supone que el plano de la cuaderna maestra, antes vertical, y cuya traza horizontal es, por ejemplo, la recta as paralela á la línea de tierra, ha girado al rededor de esta traza, hasta formar un ángulo dado $a'_2 a_1 Q$ con el horizonte, la traza vertical del expresado plano de la maestra, será la recta $a'_2 s'$ paralela á la línea de tierra. La interseccion del plano longitudinal y el de la maestra, que antes del giro de este último plano era $(as \gg QR'_1)$, será despues del giro $(ab \gg Qb')$, (puesto que el punto b'_1 habrá descrito un arco igual al $a'_1 a'_2$, proyectado verticalmente en $b'_1 b'$ siendo su rebatimiento horizontal la recta $a' b''$). Ahora bien; el rebatimiento horizontal de la interseccion del plano $as \gg a'_2 s'$ de la maestra, con un plano de perfil mno , será la recta mo_1 , que cortará en i á la interseccion rebatida $a' b''$, del mismo plano de la maestra con el longitudinal; y si en el punto i se levantan

ta una perpendicular it á la recta $m o_1$, el punto t de interseccion de esta perpendicular y de la traza horizontal mn del plano de perfil, será la traza horizontal de una recta perpendicular al plano de la maestra, y que pasa por un punto de la interseccion de este último plano con el longitudinal; y como la traza horizontal de esta última interseccion es el punto a , la recta at será la traza horizontal de la nueva posicion del plano longitudinal. El error x , en este caso, será el ángulo $t a Q$ que forma esta nueva traza horizontal at , despues de la cabezada, con la $a Q$ del mismo plano longitudinal, ántes de su giro al rededor de la horizontal as , porque en este giro, la proyeccion horizontal del eje fijo habrá seguido siendo paralela á la expresada traza $a Q$.

Se ve, pues, que la posicion paralela al plano longitudinal, dada por el general Doral al eje fijo de la suspension de su círculo, es defectuosa; y que, únicamente, la línea del cero señalará la direccion de la proa, cuando el plano longitudinal conserve su posicion vertical, ó cuando al escorar el buque, esté horizontal el eje fijo de la suspension.

Pero esta última condicion, no se verificará sino en casos muy escepcionales; porque del movimiento de balance resulta siempre un movimiento de cabezada.

Para demostrarlo, supóngase que qb , (fig. 5) es el contorno de una semicuderna de proa, y $q'd$ el de una semicuderna de popa, que se halla á igual distancia que la qb del centro de gravedad del buque. Cuando el balance se verifique, la flotacion, que ántes era FL , por ejemplo, vendrá á ser $F'L'$; y el aumento de superficie sumerjida á estribor de la cuderna de proa, será el triángulo boa . Al mismo tiempo, en la parte de babor de la misma cuderna, la disminucion de la superficie sumerjida habrá sido la de un triángulo igual al aob_1 indicado en la parte de estribor.

La diferencia entre este triángulo y el aob será el $ma b$, de donde resulta que, por efecto del balance y cuando la flotacion sea tal como la $F'L'$, la proa del buque tenderá á elevarse. En la mitad de estribor de la cuderna de popa, el aumento de superficie sumerjida, cuando la flotacion sea $F'L'$, será igual á la del triángulo ocd , que, para mayor claridad en la figura, se ha indicado en la parte de babor, y en esta misma cuderna, en la parte de babor, la disminucion de superficie sumerjida será la del triángulo cod_1 .

La diferencia entre las superficies de los triángulos $co\bar{d}$ y $c\bar{o}d$, será la del $cu\bar{d}$, y por consiguiente, también tenderá á elevarse la popa al pasar, en el balance, de la flotacion FL á la $F'L'$.
Ahora bien; para que este movimiento de balance no produjese al mismo tiempo el de cabezada, seria preciso que los triángulos, tales como el $ma\bar{b}$, de todas las cuadernas situadas á proa del centro de gravedad del buque, fuesen iguales en superficie á los $uc\bar{d}$, correspondientes á las cuadernas de popa igualmente distantes del centro de gravedad; y como esto no se verifica nunca, cualquiera que sea la nueva flotacion en el balance, porque las formas del buque á popa y proa son muy diferentes, resulta que el movimiento de balance produce siempre un movimiento de cabezada; y, por consiguiente, aunque se haya colocado el eje fijo de la suspension exactamente horizontal, cuando el barco estaba adrizado, sólo tendrá su línea del cero en la direccion de la proa, mientras el barco conserve esta posicion, esto es, mientras el plano longitudinal conserve su primitiva posicion vertical, lo que muy rara vez se verificará en la navegacion.

De todo lo que de jo expuesto, resulta:

1.º Que por direccion de la proa debe entenderse, lo mismo en el Círculo de marcar que en la roseta de la aguja de bitácora, una recta horizontal paralela al plano diametral del buque, ó contenida en este plano; y que esta recta no es paralela á la quilla ni á su proyeccion horizontal, sino en el solo caso en que la quilla es horizontal.

2.º Que la línea del cero del Círculo de marcar, tal como su autor lo proyectó, y como actualmente se construye y se coloca á bordo, no cumple con la condicion de ser siempre paralela á la direccion de la proa.

3.º Que siendo aplicable á la suspension de la aguja de bitácora, todo lo dicho respecto á la suspension del Círculo de marcar, la resolucion del problema de colocacion del eje fijo de la suspension, para obtener siempre con exactitud la direccion de la proa, es de una importancia suma para la navegacion.

La resolucion de este problema es muy sencilla; reduciéndose á colocar el eje fijo ao (fig. 6) de la suspension de Cárđano, exactamente perpendicular al plano longitudinal del buque; en cuyo caso, el otro eje

$m n$, ó lo que es lo mismo, la línea del cero $c r$, que siempre es paralela al eje $m n$, no saldrá nunca del plano longitudinal, ó de un plano paralelo al longitudinal, según el sitio de la cubierta en que se coloque el círculo. Se ve, en efecto, que en este caso, en todas las posiciones que tome el buque, el eje $m n$, que siempre será horizontal y nunca dejará de ser perpendicular al eje fijo $a o$, estará siempre contenido en un plano perpendicular á este último eje, y, por consiguiente, será paralelo al longitudinal del buque; y como la línea del cero $c r$, será siempre paralela al eje $m n$, también lo será al plano longitudinal en todas las posiciones que tome este plano en la navegacion.

Tal es la modificacion que tengo la honra de proponer; modificacion que, como ya dejo indicado, se extiende á las agujas de bitácora, cuya suspension suele á veces disponerse del mismo modo que lo está la del círculo de Doral; restándome ahora hacer ver, que sólo de la manera que propongo podrá conseguirse que la línea del cero sea siempre paralela al plano longitudinal del buque.

Para ello, empezaré por suponer que el eje fijo $o' a'$ (fig. 7) sin ser perpendicular al plano longitudinal $P Q R'$, está colocado en coincidencia con un plano vertical perpendicular al longitudinal. En este caso la proyeccion horizontal $o a$ de este eje, será paralela á la línea de tierra; y cuando el plano longitudinal tome, en el balance, la posicion $P Q R'_1$, también será paralela á la línea de tierra la proyeccion horizontal del mismo eje fijo; siendo, en uno y otro caso, las proyecciones horizontales $c r$ y $c_1 r_1$ del otro eje ó de la línea del cero perpendiculares á esta misma línea de tierra, y, por consiguiente, paralelas á la traza horizontal $P Q$ del plano longitudinal. Se ve que, en este caso, en el movimiento de balance la línea del cero estará en la direccion de la proa: pero en el movimiento de cabezada, el eje de la suspension, paralelo á la línea del cero, que siempre es horizontal, estará en sus distintas posiciones contenido en un plano que no será paralelo al longitudinal, puesto que el eje fijo no es perpendicular á este último plano; y, por consiguiente, la línea del cero no estará ya en la direccion de la proa. El error, en este caso, será igual al ángulo que, despues del giro al rededor de una paralela á la línea de tierra $X Y$, forme la nueva traza horizontal del plano longitudinal con la línea de cero, ó lo que es lo

mismo, la diferencia entre el ángulo recto, que formaba la proyeccion horizontal $o_1 a_1$ del eje fijo de la suspension con la traza horizontal P Q del plano longitudinal, ántes del giro al rededor de una paralela á la línea de tierra, y el nuevo ángulo que, despues del giro al rededor de esta línea, forme la proyeccion horizontal del eje fijo, con la nueva traza horizontal del plano diametral.

Ahora bien; esta última traza, la he determinado ya al tratar del caso en que el eje fijo de la suspension del círculo de Doral se considere paralelo á la quilla sin diferencia de calados; y sólo me queda, en el caso presente, indicar la manera de determinar la nueva proyeccion horizontal del eje fijo. Esto se conseguirá muy fácilmente por un cambio de plano vertical de proyeccion.

Se vé, en efecto, que si el eje fijo, despues del balance era ($o_1 a_1 \gg o'_1 a'_1$) (fig. 8) cuando la nueva línea de tierra sea $X' Y'$ (perpendicular á $X Y$) la expresada recta será ($o_1 a_1 \gg o''_1 a''_1$); y despues del giro, esto es, cuando el plano de la cuaderna maestra forme un ángulo A con su posicion primitiva, supuesta vertical, ó un ángulo con el horizonte igual al complemento del ángulo A, la nueva proyeccion vertical del eje fijo será $o'_2 a'_2$, y su proyeccion horizontal, que es la que se quiere determinar, será $o_2 a_2$.

Si el eje fijo de la suspension se coloca horizontal, sin que sea perpendicular ni paralelo al plano longitudinal, sus proyecciones, estando el buque adrizado, serán tales como $o a \gg o' a'$ (fig. 9) y en la posicion P Q R'₁ del plano longitudinal dicho eje fijo será ($o_1 a_1 \gg o'_1 a'_1$). En este caso, los dos triángulos $i o a \gg i_1 o_1 a_1$ tendrán iguales los catetos $i o$ y $i_1 o_1$; pero el otro cateto $i a$ del primer triángulo será mayor que el $i_1 a_1$ del segundo, y, por consiguiente, el ángulo $i_1 o_1 a_1$ será menor que el $i o a$, que formará la direccion de la proa con la proyeccion del eje fijo cuando el barco esté adrizado, resultando un error cuya medida será la diferencia de los dos ángulos expresados. De igual modo podría demostrarse, que existiría error en el caso en que el eje fijo de la suspension no fuese horizontal, y ocupase una posicion intermedia entre los planos longitudinal y vertical trasversal del buque; resultando, en fin, que sólo en el caso en que se coloque el eje fijo de la suspension de Cárđano exactamente perpendicular al plano longitudinal, estará la

línea del cero en la dirección de la proa, en todas las posiciones que tome el buque.

Para colocar el círculo con su eje perpendicular al plano longitudinal, será preciso determinar exactamente la posición de este plano; y para ello no basta, como suponía el general Doral, colocar dos plomadas, cuyas extremidades inferiores *c* (fig. 10), coincidan con el eje de la sobrequilla, al mismo tiempo que los hilos estén tangenteando á las brazolas de la escotilla, porque de este modo, si el barco no está enteramente adrizado y, por consiguiente, el plano longitudinal no es vertical, no será este plano el determinado por los dos hilos verticales de las plomadas.

Para que el plano determinado por el método del general Doral fuese el longitudinal del buque, sería preciso que al colocar el círculo, cada uno de los hilos *a c* de las plomadas, formase un ángulo recto con la línea recta *b o* del bao; puesto que, á no haber ocurrido una gran deformación en el buque, el plano longitudinal será perpendicular á todas las líneas rectas de los baos en sus puntos medios.

Para determinar por medio de dos rectas la prolongación del plano longitudinal por encima de la cubierta alta del buque, lo que habrá que hacer será unir por medio de una lienza el punto medio *i* de la línea recta *b o* de cada uno de los baos de la escotilla, con un punto *c* del eje de la sobrequilla, y prolongar cada una de estas líneas *c i* por medio del canto de una regla *i a* clavada al pié de carnero, ó á la brazola de la escotilla. El plano determinado por los cantos de las dos reglas, será la prolongación del longitudinal del buque; y para colocar el círculo de marcar, con su eje fijo perpendicular á este plano, se pondrá la alidada en la línea del cero, que ahora será paralela al otro eje, se colocará la caja en la cubierta, de modo que el plano de la alidada y el determinado por las dos reglas coincidan exactamente, y se verá si en todas las posiciones de la línea del cero, al girar al rededor del eje fijo de la suspensión, puede establecerse la coincidencia de los dos planos expresados, sin que para ello sea preciso mover la caja, en cuyo caso quedará bien colocado el círculo. Si esta coincidencia no se puede establecer de este modo, el eje fijo no será perpendicular al plano longitudinal, y será preciso preparar el asiento de la caja en la cubierta de

modo que se llene esta condicion. La colocacion del círculo en otro punto cualquiera del buque, con su línea del cero siempre en coincidencia con un plano paralelo al longitudinal, no ofrecerá ninguna dificultad, pudiendo determinarse fácilmente la diferencia $o i = s t$ (fig. 11) entre las flechas ó vueltas $u i$ y $u o$ del bao, correspondientes á las dos semimangas $i s$ y $o n$, que determinan las caras de las igualderas laterales de la caja del círculo. Hecho esto, y colocando un henchimiento triangular $n s t$, el asiento de la caja será entónces una superficie plana perpendicular al plano longitudinal. De este modo, y siendo exactamente iguales las alturas de las extremidades del eje fijo de la suspension del círculo sobre la base de la caja, la colocacion del círculo, por comparacion con el que se colocó en el eje de la escotilla, será sumamente fácil. (*)

(*) Tambien padeció error el general Doral en las reglas que dió para rectificar su aparato en las páginas 10, 11 y 12 de su obra.

Se ve, en efecto, que cualquiera que sea la direccion $m n l$ (fig. 12) de la línea del cero del círculo en la posicion $a b c d$ de la caja, esto es, con el lado $a b$ en coincidencia con uno de los del barrote $X Y$, al cambiar el aparato de modo, que el mismo lado que ántes apoyaba en el barrote, esté ahora al otro lado de éste en $a' b'$ la nueva direccion $n' m' l$ de la línea del cero, será exactamente paralela á $m n l$; puesto que siempre se tendrá $a n = a' n'$; $b m = b' m'$, y tambien $b' a = a' b$, en atencion á que los dos lados del barrote se suponen paralelos.

Es, pues, evidente que si, colocada primero la caja en $a b c d$ y puesta la alidada en el cero, se observa un objeto lejano, al colocar despues la caja en la posicion $a' b' c' d'$, haciendo al mismo tiempo girar 180° á la alidada, quedará enfilado el mismo objeto que ántes, siempre que la distancia á que se halle el objeto observado sea bastante grande para que las dos líneas que le unan con las dos posiciones del centro del círculo puedan considerarse como paralelas; y como esto sucederá, cualquiera que sea el ángulo que forme la línea del cero del círculo con el lado $a b$ de la caja, resulta en fin, que la rectificacion propuesta por el general Doral no conduce al resultado que este autor suponía, esto es, que el ser enfilado el mismo objeto lejano

A los errores padecidos por el general Doral en la construcción y colocación de su círculo, se agrega otro importante: cuando se trata de situar en la carta el punto en que se halla el buque por marcaciones de puntos conocidos en la costa. Este error, que depende de la imposibilidad de marcar dos ó tres puntos á la vez por medio del círculo, desaparecería con la adopción de mi aparato azimutal. Después de tener el honor de explicar á la Junta la disposición y aplicaciones de este aparato, por si considera oportuno proponer á la Superioridad su construcción en el taller de Instrumentos náuticos de este Arsenal, para su ensayo práctico en alguno de los buques del Estado, sólo me resta indicar aquí las siguientes ventajas que, en mi concepto, resultarían de su adopción:

1.^a Poder colocar rápidamente el aparato, sin necesidad de barótes ni de marcas de ninguna especie, con la línea del cero de su círculo azimutal paralela al plano longitudinal.

2.^a Poder determinar, á la vez, la variación de la aguja del aparato y la variación de la aguja de bitácora.

3.^a Un solo observador, en una sola observación, puede determinar los ángulos de los verticales de dos puntos conocidos en la costa con

en las dos indicadas posiciones de la caja y de la alidada, no es una prueba de que la línea del cero del círculo sea paralela al lado *ab* de la caja; pudiendo, por el contrario, ocurrir en algunos casos, que si el objeto observado no está á bastante distancia del observador, al intentar éste rectificar el círculo por dicho método, lo que hará en realidad será destruir el paralelismo de la línea del cero con el lado de la caja. Aunque con el método que propongo para la colocación del círculo, no hace falta para nada el paralelismo de los lados de la caja con la línea del cero, no me parece inútil presentar esta prueba mas de la necesidad de modificar el aparato de que se trata, en su construcción y en la manera de colocarlo á bordo; con tanto mas motivo, cuanto que en la página 16 de la citada obra del General Doral, impresa en virtud de Real orden en el año de 1848, está prevenido que *la exacta colocación de la bitácora, se compruebe con el círculo de marcar.*

(Nota del autor.)

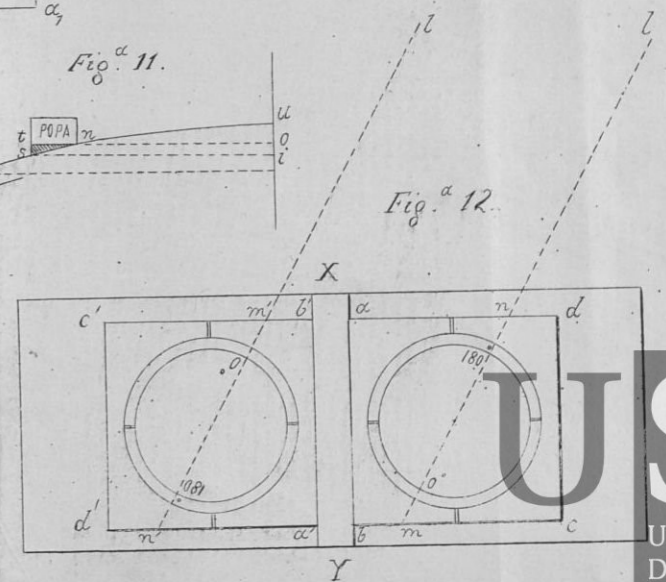
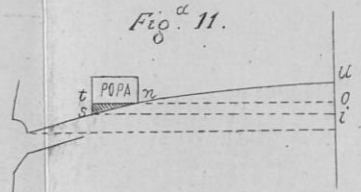
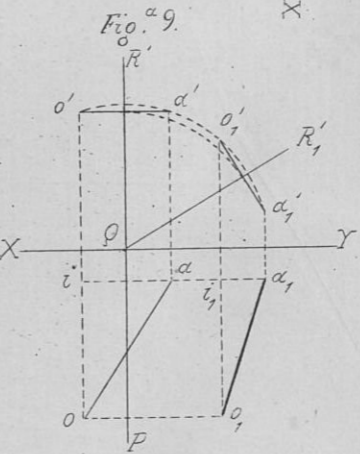
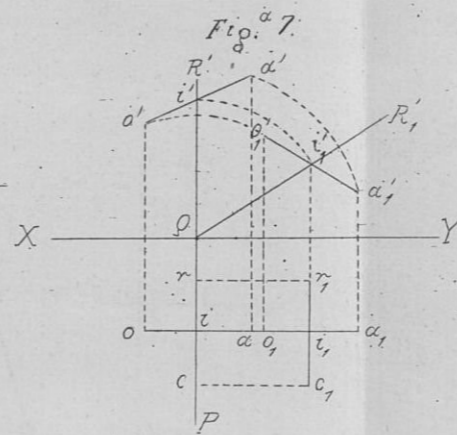
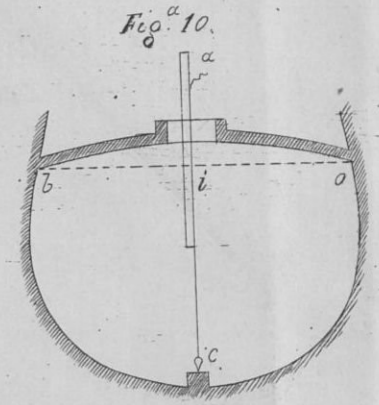
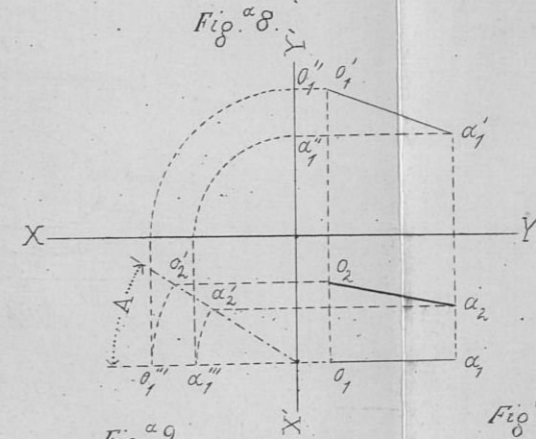
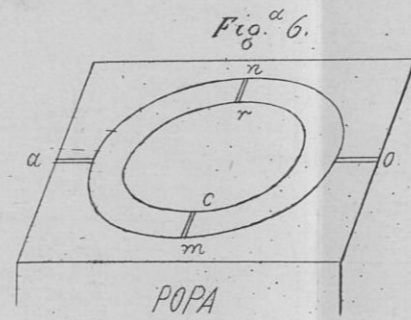
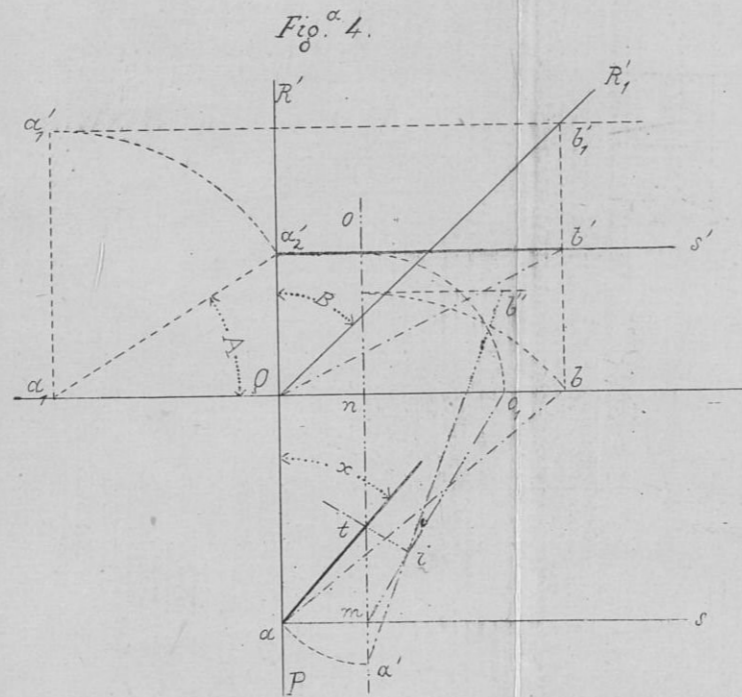
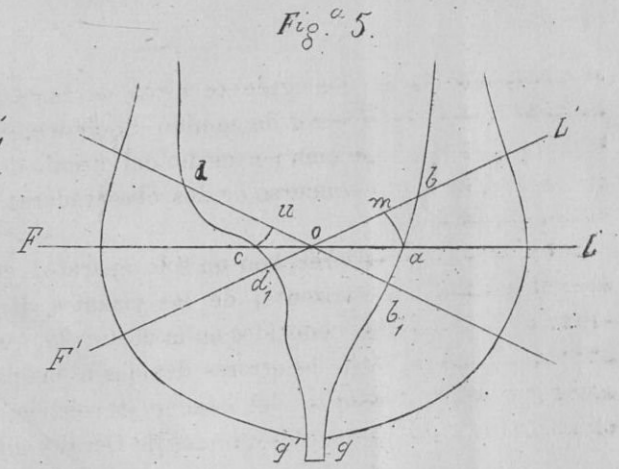
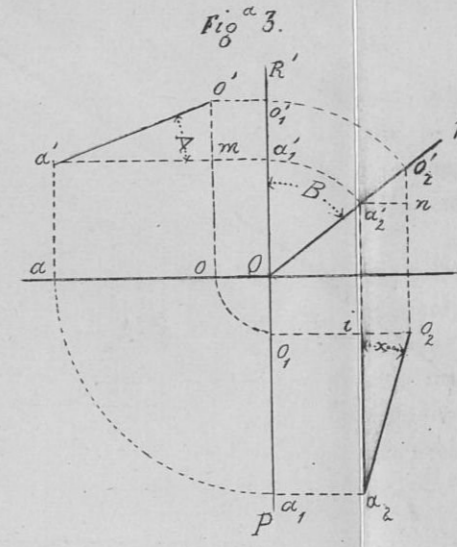
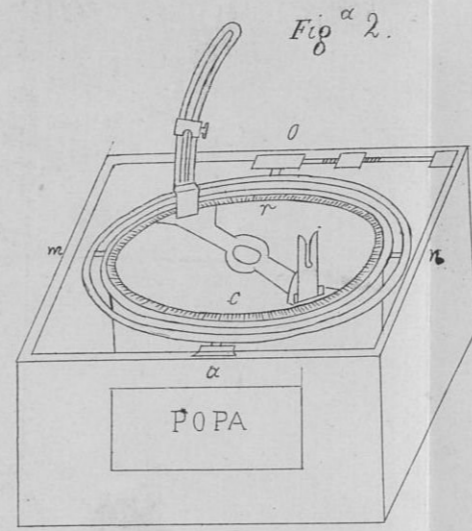
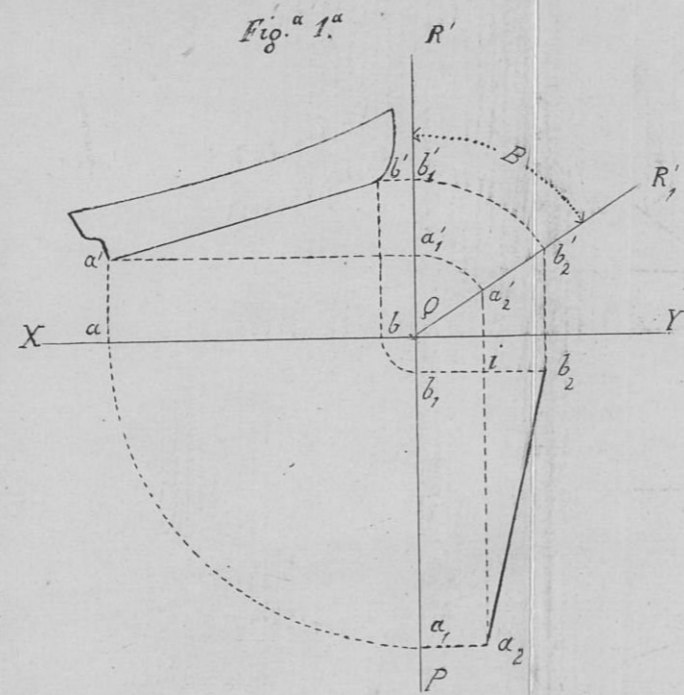
el meridiano; y, por consiguiente, situar en la carta el punto en que se halla el buque, sin el error de cambio de vértice que resulta de la resolución del mismo problema por medio del círculo de marcar, con el cuál se hace preciso el concurso de dos observadores, uno en el círculo y otro en la bitácora.

4.^a Dos observadores, con un solo aparato, determinan los ángulos, ya reducidos al horizonte, de las visuales dirigidas en un mismo instante á tres puntos conocidos en la costa; lo que permite situar el punto en la carta, sin los errores debidos á las perturbaciones de la aguja, y sin el que resulta del cambio de vértice, cuando este mismo problema se resuelve con dos círculos de Doral y en observaciones hechas en dos instantes diferentes.

Ferrol, Octubre de 1873.

Casimiro de Bona.







M. 192410

