

61

# ARMADA DE MEXICO

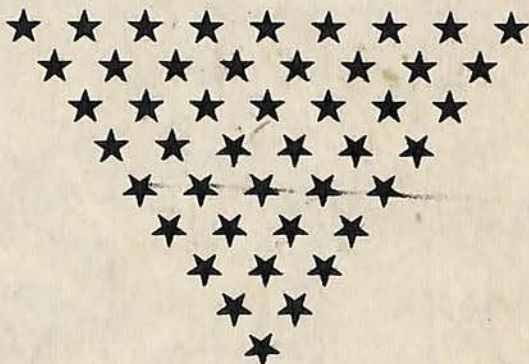
Hca. ESCUELA NAVAL

BIBLIOTECA ESTADO MAYOR NAVAL



ESTE VOLUMEN ES PROPIEDAD  
DEL ESTADO MAYOR NAVAL

## OCEANOGRAFIA



1952

ARMADA  
653



CAPTURADO  
553  
PARA...

HIDROGRAFIA.-APENDICE.- (1).

TERCERA PARTE

(APENDICE)

Oceanografía.

CAPITULO I.

Definición, División, Generalidades.

1.- **DEFINICION.**- Oceanografía es la ciencia que tiene por objeto la "Descripción y estudio del Oceano". Dentro de las ciencias naturales, la Oceanografía es aquella cuya finalidad es el estudio del mar, tanto en sus aspectos físico y químico, como en el biológico. Por ello, constituyendo el mar solo una parte (aunque inmensamente mayor que la restante) de las aguas de nuestro planeta, debiera lógicamente considerarse a la Oceanografía comprendida dentro de la Hidrografía, toda vez que ésta debe abarcar el estudio de todas las aguas, tanto las marinas, como las fluviales y lacustres.

Unicamente desde tiempos muy recientes se considera a la Oceanografía como ciencia independiente (razón por la cual le hemos dado lugar aparte en este Manual, en forma de Apéndice), pues el estudio físico y químico del mar corresponde a la Geología, y en tal sentido la Oceanografía es solamente una parte de la anterior; y por lo que toca al aspecto biológico, el estudio de los seres vivos que pueblan los mares y las aguas en general, corresponde a la Botánica y a la Zoología.

No solo el inmenso cúmulo de conocimientos relativos al mar en los tres aspectos señalados, sino la índole especial de los procedimientos de estudio que el medio marino requiere, son las razones que determinan el que se erija la Oceanografía en ciencia independiente de la Geología y de la Biología.

En concordancia con la constitución de la Oceanografía como ciencia independiente, está la metodización o sistematización de los procedimientos de estudio, pues en sus comienzos han sido las múltiples exploraciones marítimas científicas de nacionalidades diversas, especialmente las denominadas "submarinas" o destinadas a la exploración del seno y fondo del mar, las que de un modo aislado e irregular han suministrado los datos o conocimientos oceanográficos, en tanto que en el siglo actual



son las Comisiones Internacionales para el Estudio del Mar y los Institutos Oceanográficos los que han trazado y llevan a cabo el plan sistemático de exploración y estudio del mar.

2.- DIVISION.- De acuerdo con lo anteriormente explicado, dejaremos a un lado lo referente al "Suelo Submarino" y veremos lo que concierne únicamente al mar, considerado estática y dinámicamente, y solo en sus aspectos físico y químico sin llegar al aspecto biológico, pues sería ir más allá del propósito que perseguimos.

Es imposible comprender la repartición de la temperatura y de las densidades lo mismo en las profundidades que en la superficie, sin tener en cuenta los movimientos que modifican constantemente la masa de las aguas oceánicas; verdaderamente existe una circulación hídrica que asegura el equilibrio de las condiciones físicas de los grandes fondos y determina las anomalías más importantes de la superficie y que fué iniciada en épocas geológicas anteriores a la actual. En virtud de este hecho positivo y experimentado, la Oceanografía puede considerarse dividida en: Oceanografía Estática y Oceanografía Dinámica.

3.- GENERALIDADES.- La Oceanografía moderna estudia la forma y fondos oceánicos, los sedimentos que se depositan en ellos, la disposición química de las aguas marinas, su temperatura y los movimientos que le son propios (olas, mareas y corrientes). Despréndese de ésto, que la Oceanografía está en relación con todas las ciencias físicas y naturales, siendo por consiguiente ciencia de precisión, de cifras y de medidas. La Topografía, la Meteorología, la Física y la Química son ciencias de cuya aplicación rigurosa no puede prescindir la Oceanografía.

La naturaleza de los sedimentos depende de la profundidad y del alejamiento más o menos considerable de la costa. La temperatura y la disposición de las aguas son influencias para la forma de los fondos marinos, su extensión, la media profundidad y la comunicación más o menos abierta de los mares vecinos. Se comprende fácilmente que el movimiento de las aguas es en gran parte regulado por la forma del vaso que las contiene. Las variaciones locales de los mares se deben a la forma de la costa y de los fondos, y las corrientes marinas son inexplicables si no se tiene en consideración los fondos oceánicos.

Ahora bien, el estudio de la configuración del fondo del mar se basa sobre el conocimiento de su "profundidad" con relación a la superficie de las aguas en extensión de éstas, y el estudio de la constitución del mismo en la investigación de los "materiales" que lo componen en los diversos parajes.



Estos dos problemas son los que trataremos en la Oceanografía Estática, indicando los procedimientos e instrumentos empleados para su resolución, y veremos además los otros tres aspectos esenciales que son: Temperatura, Densidad y Salinidad del agua del mar.

Por lo que respecta a Oceanografía Dinámica, haremos únicamente un somero estudio de las mareas y corrientes, de las causas que las originan y de los aparatos usados para su observación, relegando el estudio de las "olas" por considerarlo fuera del campo asignado a este Manual de Hidrografía.

## CAPITULO II.

### OCEANOGRAFIA ESTATICA.

#### Instrumentos de Observación.

1.-PROFUNDIDAD.-En relación al conocimiento de la profundidad del mar, empezaremos diciendo que en los tiempos remotos fué considerado el mar como un abismo insondable. Después, los hombres de ciencia han tratado de determinar por diversos razonamientos teóricos la profundidad del mismo, llegando a conclusiones en extremo diversas. Así, el astrónomo Lacaille las **valuó en 500 mts. como término medio**; Laplace elevó a 1,000 mts la cifra; Young, basándose en la teoría de las mareas, a 5,000 para el Atlántico y 6,000 a 7,000 para los mares del Sur, habiéndose obtenido para el Atlántico una profundidad parecida fundándose en la inclinación de sus vertientes, en tanto que por este último procedimiento se ha llegado para el Pacífico a la exagerada cifra de 25,000 metros.

En los tiempos modernos, es la "Sonda" la encargada de determinar, no solo las pequeñas profundidades, a la que era destinada primitivamente, sino hasta las mayores, entre los 9,000 y los 10,000 mts. hoy conocidas. (En el sitio denominado "Fosa del Nero" se ha encontrado la profundidad de 9,650 mts., que es una de las mayores conocidas).

Las "Sondas" o instrumentos empleados para la determinación de la profundidad, (Sondalezas, Sondas Mecánicas y Eléctricas, Eco-Sondas y Fadómetros) ya los estudiamos detenidamente en la parte IV de este Manual, por lo cual no se hace necesario el referirnos nuevamente a ellos.

El Registro, en cualquiera de sus formas, de las diversas profundidades así obtenidas, nos proporciona el medio básico para la determinación de la configuración del fondo.



HIDROGRAFIA.-APENDICE.-(4).

2.-CONSTITUCION DEL FONDO.-La "Sonda" en la mayoría de los casos, es también el aparato indicado para hacer el estudio de la composición del fondo. Así, tenemos por ejemplo el "Sondador de Cuchara" especialmente diseñado para extraer muestras del fondo al ser adaptado al extremo sandaleza, y que puede verse en la Figuras, 1 y 2 de la Lámina I, el sondador "Leger" de las Figs. 3, 4 y 5 de la misma Lámina, o bien el "Escandallo de Copa" descrito en la parte IV del Manual, y finalmente los "Fadogramas" con sus explicaciones correspondientes, ya estudiados en la misma parte.

Los sedimentos son de diversas clases en cuanto a su constitución orgánica, su forma y su color. La siguiente Tabla clasifica algunas de las más comunes, y a la vez, indica la manera de hacer las anotaciones respectivas en la etiqueta que se fija a la bolsa de lona en donde deben depositarse esos sedimentos en el momento de extraerlos, para ser enviados posteriormente a la Oficina Hidrográfica para su estudio.

MATERIAL DEL FONDO.	DESCRIPCION.	COLOR.
Barro	Ba. Quebrado.	Negro
Coral	Cor. Tosco.	Azul
Grava	Gr. Fino.	Cafe
Lodo	Lo. Duro.	Gris
Fango	Fa. Grande.	Verde
Cascajo	Cas. Rocoso.	Rojo
Arena	Ar. Suave.	Blanco
Concha	Con. Pequeño.	Amarillo

Nótese que los sustantivos aparecen con mayúsculas y los adjetivos no. Así, por ejemplo, las siguientes abreviaciones apareciendo en una etiqueta indicarán:  
Ba-fi-gs = Barro fino gris.

3.-TEMPERATURA. De las diferentes características físicas del agua del mar, es la temperatura la que mayormente afecta la velocidad del sonido, particularmente en aguas poco profundas.

Para el Hidrógrafo, que necesita conocer las diferentes profundidades del agua usando una Eco-Sonda, es absolutamente indispensable conocer con suficiente exactitud la distribución vertical de la temperatura en dichas aguas, desde la superficie hasta el máximo fondo, así como también los cambios de dicha temperatura debidos a las diferentes estaciones del año.

1).- La distribución de la temperatura en el agua del mar puede estudiarse con toda amplitud por medio de gráficas. La gráfica de temperaturas observadas en una Estación dada, y ploteada con referencia a la profundidad, es la que se conoce con



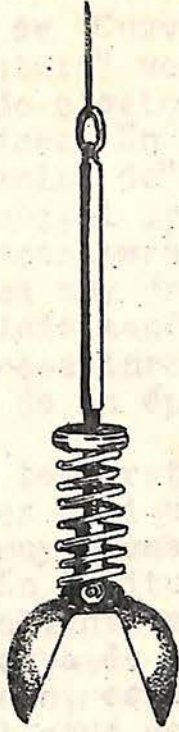


Fig.-1



Fig.-2

Sondador de Cuchara.

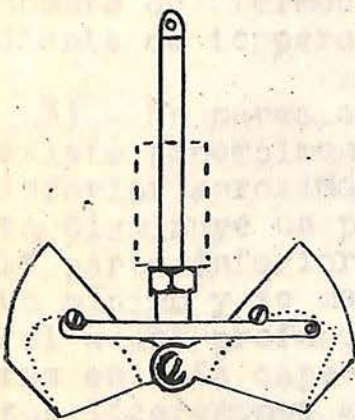


Fig.-1

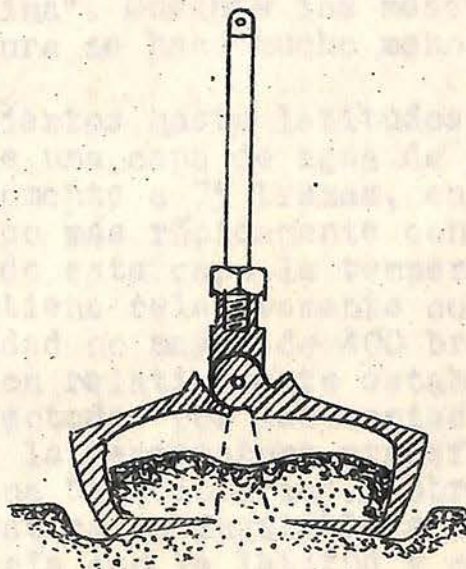


Fig.-2

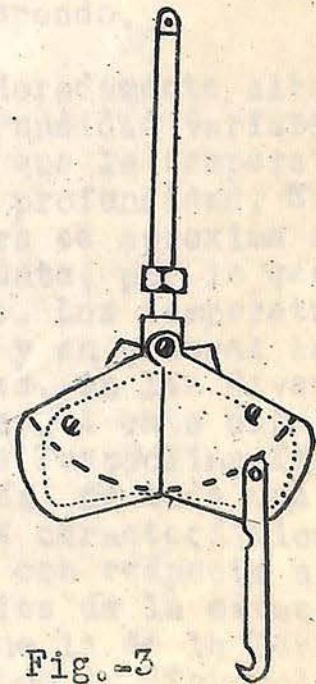


Fig.-3

Sondador "Leger".

ESTE VOLUMEN ES PROPIEDAD DEL ESTADO MAYOR NAVAL



el nombre de "Curva de Temperatura". El caracter de la "Curva de Temperatura" varía con la latitud, teniendo así mismo un pronunciado efecto sobre ella, la profundidad y las corrientes oceánicas. En las Figuras 1 y 2 de la Lámina II pueden verse ejemplos de "Curvas de Temperatura". La radiación solar es el principal agente que afecta, ya directa o indirectamente, la temperatura del agua del mar. El agua tiene una capacidad térmica muy grande, consiguientemente el agua cercana a la superficie tendrá una temperatura máxima a continuación de la época calurosa del año, y una temperatura mínima a continuación de la época de frío.

2).- La temperatura de las aguas cercanas a los polos terrestres es casi uniforme desde la superficie hasta el fondo, teniendo muy pocas variaciones en las diferentes estaciones del año. En latitudes más bajas, durante los meses más calurosos, se calienta el agua superficial existiendo por lo general, una capa de agua caliente por encima del agua más fría. Por lo tanto, es de suponerse un decrecimiento de la temperatura en el agua del mar, conforme la profundidad aumente. El calor superficial se transfiere hacia abajo por conducción, por corrientes de convección, así como por la agitación de las aguas superficiales debida al viento y al oleaje. El espesor de esta capa superior de agua caliente varía con la localidad pero es generalmente menor de 40 brazas (Véanse Figs. 1 y 2 de la Lámina II). A esta capa se le dá el nombre de "Epitalasa", y a la inferior más fría el de "Hipotalasa". Entre el agua caliente superficial y el agua inferior más fría, existe una capa en la cual la temperatura cambia rápidamente con la profundidad. Este gradiente de temperatura recibe el nombre de "Termóclina". Durante los meses más fríos este gradiente de temperatura se hace mucho menos marcado.

3).- En mares abiertos hasta latitudes moderadamente altas, existe generalmente una capa de agua de profundidad variable, inferior aproximadamente a 75 brazas, en la que la temperatura disminuye un poco más rápidamente con la profundidad. En la parte inferior de esta capa la temperatura se aproxima a un mínimo y se mantiene relativamente constante, por lo general a una profundidad no mayor de 400 brazas. Las temperaturas en esta capa son relativamente estables y en general solo son ligeramente afectadas por las variaciones, en las diversas estaciones, de la temperatura atmosférica. A esta capa se le llama "Termóclina Estacionaria". Sobre la Termóclina Estacionaria la temperatura es inestable a través de toda una capa cuyo espesor varía con la latitud y otras características del lugar. Su temperatura varía rápidamente con respecto a la profundidad, y en verano la progresión térmica de la estación del año hace que su temperatura sea mayor que la de la Termóclina Estacionaria. Esta capa recibe el nombre de "Termóclina de Verano". La Termóclina de Verano puede extenderse desde la superficie hacia abajo hasta unirse con la Termóclina Estacionaria, pero esto es inestable, debido al viento, a las



## HIDROGRAFIA.-APENDICE.- (6).

olas superficiales y a los cambios en densidad que causan una mezcla en las capas superficiales. Se ha observado que esta mezcla se extiende hasta una profundidad de 35 brazas durante una tormenta; consecuentemente, sobre la Termoclina de Verano, existe por lo general una capa de espesor variable en la que las características físicas, exceptuando la presión hidrostática, son casi del todo uniformes.

4).- Las condiciones de temperatura en las aguas de la Cuenca Continental o en las cercanas a tierra son generalmente diferentes a las correspondientes a los mares abiertos, ya que las temperaturas a través de la profundidad completa del agua experimentan un ciclo según las estaciones, y la Termoclina Estacionaria es evidente por sí misma. La Termoclina de Verano es por lo general más pronunciada en aguas de poco fondo que en mar abierto. Ocasionalmente hay una capa de agua superficial más fría que, moviéndose hacia la costa desde el mar abierto por los vientos, causa la que se conoce como "Gradiente Reversible de Temperatura". En algunas localidades y sobre las áreas de "Bajos" lejanos a la costa, en los que hay fuertes corrientes y vientos, la Curva de Temperatura es vertical durante la mayor parte del año, y sólo durante los meses calurosos con cielos despejados la absorción de calor podrá ser suficiente para formar la Termoclina de Verano. En las altas latitudes, conforme el invierno se acerca, la Termoclina de Verano comienza a desaparecer. El agua superficial comienza a enfriarse, y el consecuente cambio en la densidad causa las corrientes de agua de convección, mezclándose así con la capa inferior. En los meses más fríos existe a menudo una capa de agua fría que se sobrepone a la capa de agua más caliente, de bajo de la cual la temperatura va disminuyendo gradualmente con la profundidad, formando también un Gradiente Reversible de Temperatura.

5).- La Figura 1 de la Lámina II, corresponde a un ciclo anual del promedio mensual de la distribución vertical de temperatura en Monterey, California, a una profundidad de 55 brazas. Las observaciones se hicieron en 1933 en una Estación cercana a la costa, en donde las temperaturas son bastante afectadas por la corriente de aire. El ciclo no es necesariamente el representativo de las Curvas de Temperatura de mar adentro. El retrazo en la Temperatura del agua con referencia a las estaciones del año se atribuye parcialmente al hecho de que cuando aumenta la temperatura del agua, la evaporación tiende a reprimir la rapidez del aumento; y cuando disminuye, la condensación del vapor de agua en la capa de aire por encima de la superficie reprime también la rapidez de la disminución.

6).- En adición al cambio por las estaciones del año, existe también una variación diurna en la temperatura de las aguas superficiales. Durante el día, la temperatura de una muy delgada capa superficial de agua aumenta unos pocos grados, dependiendo desde luego de la latitud y de la época del año.



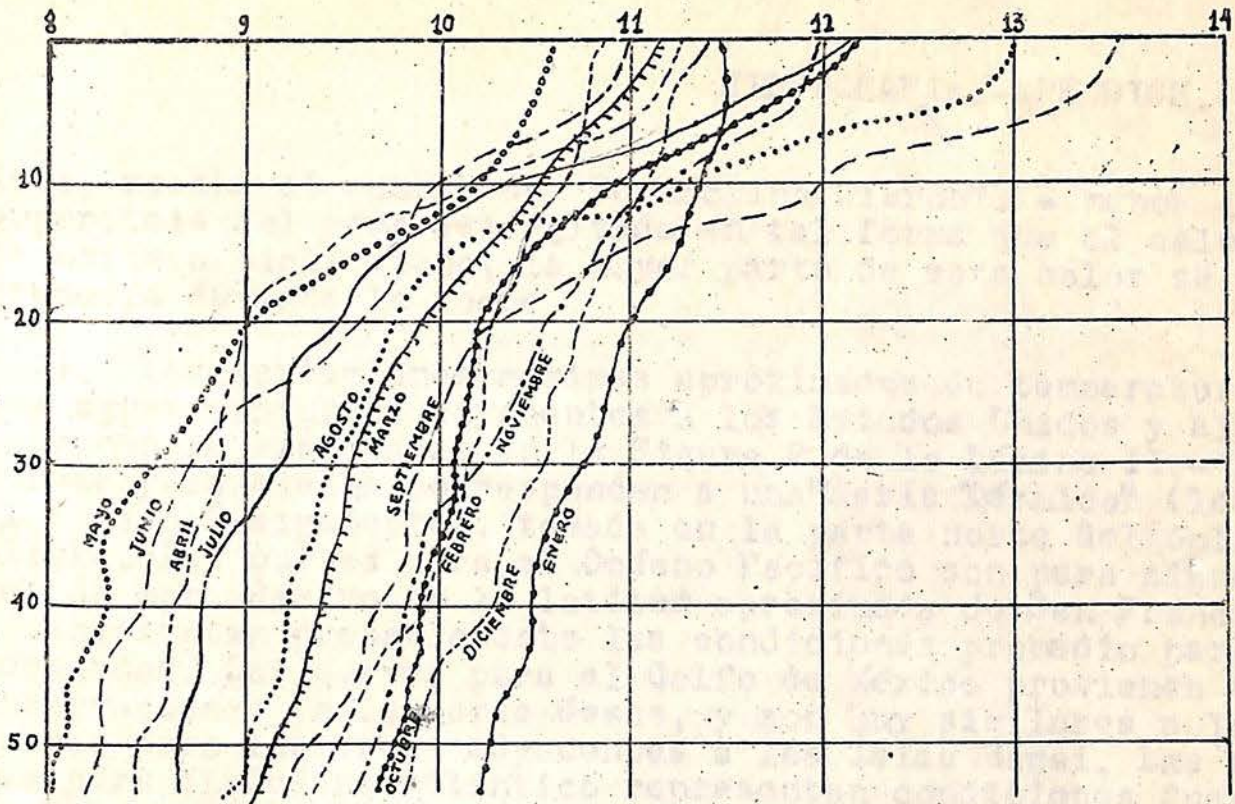


Fig.-1.-Ciclo Anual de la distribución de Temperatura en el agua de mar cercana a la superficie.

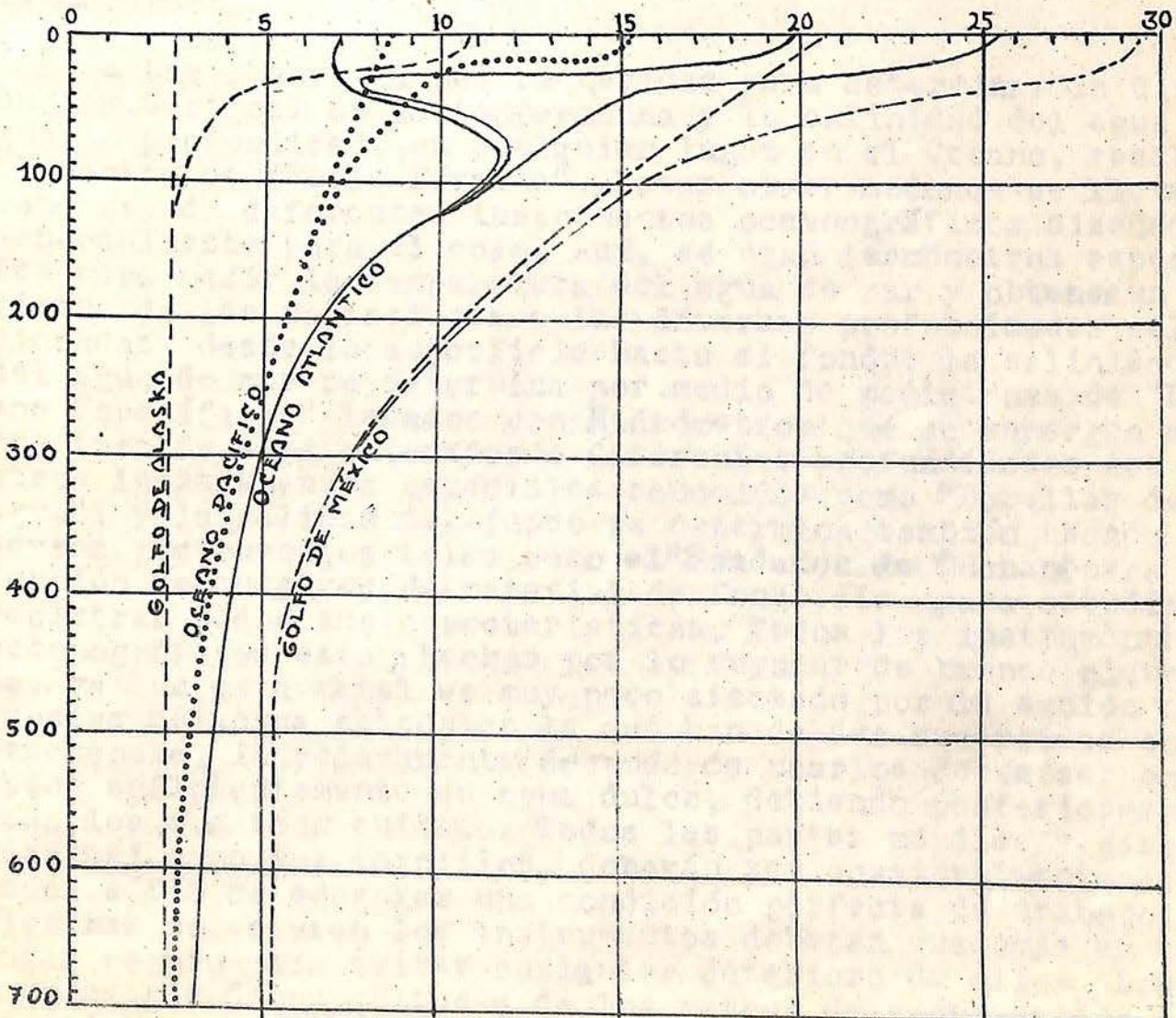


Fig.-2.- Curvas de Temperatura en aguas oceánicas profundas.



Esta, recibe el nombre de "Termoclina Diurna". A menos que la superficie del agua sea agitada en tal forma que el calor se transfiera hacia abajo, la mayor parte de este calor se desprenderá durante la noche.

7).- Las variaciones máximas aproximadas de temperatura en las aguas profundas adyacentes a los Estados Unidos y Alaska, aparecen representadas en la Figura 2 de la Lámina II.- Las curvas para Alaska corresponden a una "Serie Térmica" (léase el inciso 8 siguiente), tomada en la parte norte del Golfo de Alaska. Las curvas para el Océano Pacífico son para situaciones de mar adentro en la latitud aproximada de San Francisco, y representan probablemente las condiciones promedio para esa localidad. Las curvas para el Golfo de México provienen de observaciones en la parte Oeste, y son muy similares a las curvas para las aguas adyacentes a las Islas Hawai. Las curvas para el Océano Atlántico representan condiciones fuera de la Cuenca Continental a la latitud aproximada de Washington D.C.- Las curvas para el Océano Atlántico son realmente interesantes; dos de ellas representan las variaciones máximas aproximadas y la tercera un gradiente reversible máximo de temperatura.

ESTE VOLUMEN ES PROPIEDAD DEL ESTADO MAYOR NAVAL

8).- Las observaciones requeridas para determinar la distribución vertical de la temperatura y la salinidad del agua según la profundidad, en cualquier lugar en el Océano, reciben el nombre de "Serie Térmica". Estas observaciones se llevan a cabo usando diferentes instrumentos oceanográficos diseñados especialmente para el caso. Así, se usan termómetros especiales para medir la temperatura del agua de mar y obtener un registro de las variaciones a las diversas profundidades seleccionadas desde la superficie hasta el fondo; la salinidad del agua de mar se determina por medio de mediciones de "Pesos Específicos" tomados con Hidrómetros que se sumergen en muestras de agua obtenidas a diferentes profundidades con otros instrumentos especiales conocidos como "Botellas de Agua"; y la calidad del fondo se determina también usando diversos instrumentos tales como el "Sondador de Cuchara" para obtención de muestras del material de fondo, etc. para estudiar y registrar todas sus características. Todos los instrumentos oceanográficos están hechos por lo regular de bronce niquelado, ya que este metal es muy poco afectado por la acción corrosiva del agua salada en la que han de ser sumergidos con frecuencia. Inmediatamente después de usarlos deben ser enjuagados suficientemente en agua dulce, debiendo posteriormente secarlos con todo cuidado. Todas las partes móviles y giratorias así como los tornillos, deberán ser ocasionalmente aceitados a fin de asegurar una condición perfecta de trabajo. Mientras no se usen los instrumentos deberán quedarse en un lugar seguro para evitar cualquier deterioro de ellos. Los Termómetros deben quitarse de los marcos de sustentación, colocándolos cuidadosamente en sus estuches. Igualmente, los instrumentos oceanográficos deben ser comprobados antes de



## HIDROGRAFIA.-APENDICE.- (8).

usarlos para asegurarse de que funcionarán correctamente. Estas comprobaciones se efectúan generalmente a 2 ó 3 brazas de profundidad para observar su acción al ser sacados a la superficie.

9).- Los termómetros usados para medir la temperatura del agua de mar son de un diseño especial, puesto que deben registrar la temperatura no solamente a cualquier profundidad sino también conservar el registro de dicha temperatura hasta ser sacados a la superficie en donde podrán hacerse las lecturas pertinentes. En general, existen dos tipos de termómetros usados para este propósito. El primero es de tipo "Reversible" y el más exacto y el más sencillo de usar. A la vez, los termómetros reversibles son de dos clases, el "Protegido" y el "No Protegido" contra la presión del agua. El tipo de termómetro protegido puede tener o no un termómetro auxiliar para la medición de la temperatura de la columna interior de aire. El segundo tipo de termómetro para aguas profundas, es un termómetro ordinario montado en una botella de agua especial, y aislado para mantener constante la temperatura mientras es izado a la superficie.

a).- Termómetro "Protegido" reversible.- El termómetro de este tipo para aguas profundas, generalmente en uso, no está provisto del termómetro auxiliar; es un instrumento bastante delicado y deberá ser siempre manejado por expertos. Está construido en tal forma que la columna de mercurio en el tubo capilar puede dividirse en dos partes al invertir el instrumento. (Véase la Figura 1 de la Lámina III). En dicha Figura vemos la posición en que el instrumento debe ser sumergido en el agua. El termómetro completo se encuentra dentro de un recipiente de cristal grueso A para protegerlo contra la presión del agua. El tubo capilar de cristal B está sostenido en su extremo superior por un anillo de hule o arandela metálica C, y en su extremo inferior por una abrazadera D, de composición especial, que sirve también para encerrar suficiente mercurio en la parte inferior a manera de rodear el recipiente E de mercurio del termómetro, proveyendo así una rápida conducción de temperatura del agua que lo cubre. Los aditamentos especiales del termómetro son: Un estilete en el tubo capilar en F, hecho por medio de un apéndice del mismo tubo; un cuello G que puede tener la forma U ó de S ó de un círculo completo como aparece ilustrado en la Figura y es la parte en que el tubo capilar está ensanchado, y finalmente, un recipiente suplementario H de mercurio, en el extremo superior del tubo. Cuando el termómetro se invierte, el peso extra del mercurio en la sección ensanchada del tubo capilar en el cuello, divide la columna de mercurio por medio del apéndice; el mercurio fluye entonces hacia el recipiente suplementario, extendiéndose a lo largo del vástago graduado en el que se



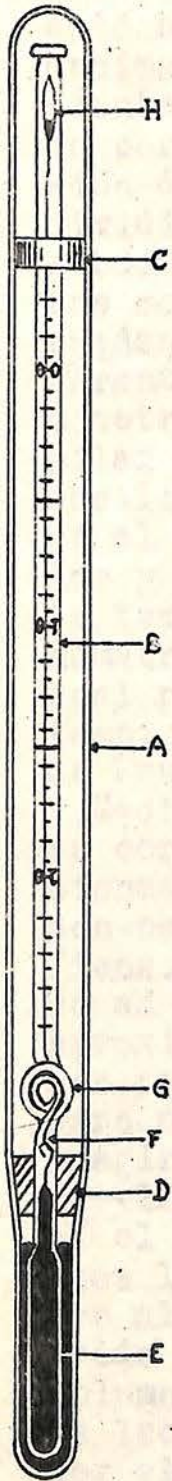


Fig.-1

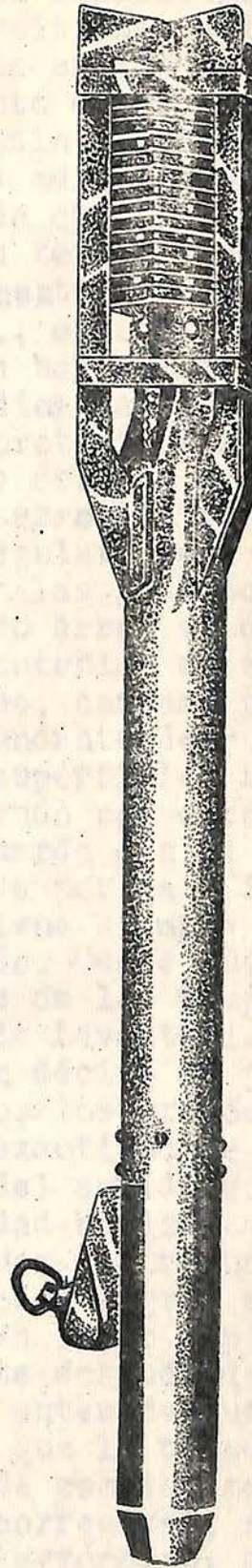


Fig.-2

Termómetro y Batitermógrafo.



leerá la temperatura al sostener el instrumento en posición invertida. Este tipo de termómetro contiene un gran volumen de mercurio, permitiendo así una extensa escala de graduaciones, ya que estas dependen de la expansión y contracción del monto de mercurio en el recipiente y en el tubo capilar; sin embargo, la lectura está basada en la cantidad de mercurio existente por encima del apéndice después de que fluya hacia el recipiente pequeño. Esta clase de termómetro, está graduado por lo general en grados centígrados con una extensión desde  $-2^{\circ}$  hasta  $+35^{\circ}$  C., estando cada grado subdividido en cinco partes; los hay también que están subdivididos solamente en medios grados. Las temperaturas medidas con termómetros protegidos reversibles pueden tener pequeños errores debidos a dos causas diferentes. Una de ellas es el error intrínseco del termómetro debido a ligeras irregularidades en el tubo capilar y a pequeños errores en las graduaciones de la escala de temperatura. El otro error se debe al cambio en el volumen del mercurio contenido en el tubo capilar y en el recipiente pequeño, causado por la diferente temperatura del aire circundante después que el termómetro ha sido sacado a la superficie. La temperatura real puede obtenerse corrigiendo por estos errores la temperatura observada, de acuerdo con el "Certificado de Prueba de Calibración" dada por la Oficina de Pesas y Medidas. Cada termómetro viene siempre acompañado de su correspondiente Certificado. Desde luego, las mediciones absolutamente precisas de las temperaturas no son necesarias para el caso de Levantamientos Hidrográficos. Una aproximación de un décimo de grado centígrado es satisfactoria para todos los propósitos. Esta aproximación equivale a una exactitud de medio metro por segundo en la velocidad del sonido que es adecuada para el cálculo de la velocidad horizontal y para corregir las Eco-Sondas. En aguas de profundidad moderada (100 brazas o menos) se podrá lograr esta exactitud si el termómetro reversible es izado rápidamente y se hace la lectura inmediatamente después que el termómetro alcance la superficie, y antes de que haya transcurrido suficiente tiempo para que la temperatura de la columna interior de aire pueda cambiar materialmente. La lectura observada deberá corregirse, sin embargo, por el error intrínseco del termómetro, que se obtendrá de las correcciones basadas en pruebas recientes verificadas por la Oficina de Pesas y Medidas. Si la temperatura no se lee inmediatamente, o si las observaciones se hacen en aguas profundas, deberá determinarse la temperatura de la columna interior de aire, haciendo la corrección total.

b).-Termómetro reversible "No-protegido". Existen también termómetros reversibles para aguas profundas de tipo



"no-protegido" los cuales no tienen el tubo exterior de cristal que los protege de la presión del agua. Aunque no son de uso común en los Levantamientos Hidrográficos, sí se usan en Estudios Oceanográficos.

Un termómetro reversible no-protegido dará una temperatura ficticia, mayor que la temperatura verdadera, debido a la compresión del cristal. Sin embargo, usado en combinación con un termómetro reversible protegido a la misma profundidad, la diferencia de temperatura de los dos termómetros dará el valor de la presión, y de estos datos podrá calcularse la profundidad a la que los termómetros hayan sido invertidos. Este método se usa para determinar las profundidades en las que se hagan las observaciones, especialmente durante un mal tiempo cuando el alambre de la Sonda no pueda permanecer vertical.

c). - Batitermógrafo. El Batitermógrafo es un instrumento especialmente diseñado para obtener una gráfica continua de temperatura y profundidad del agua del mar. Con el, las temperaturas pueden ser medidas rápidamente y podrá obtenerse una mejor información sobre la distribución vertical de las temperaturas. Este instrumento es realmente nuevo y puede considerársele aún como en el período de su desarrollo, pero ciertamente tiene cualidades muy deseables que simplifican el problema de determinar las temperaturas tan variables de las capas superiores de agua en forma adecuada para su uso en los Levantamientos Hidrográficos. Hay dos tipos principales de Batitermógrafos, el de "Junquillo Bimetálico" y el "Bourdón", que difieren solamente en el dispositivo empleado para medir la temperatura y en la construcción necesaria para acomodar este dispositivo. Ambos instrumentos miden temperaturas entre 0° y 30° centígrados. El primer modelo de Batitermógrafo contiene un elemento de temperatura de junquillo bimetálico colocado en un tubo de metal de 2 1/2 pulgadas de diámetro por 27 pulgadas de largo. La parte superior del tubo de metal tiene pequeñas perforaciones que permiten el libre acceso del agua del mar. El junquillo está unido, por medio de un material aislante del calor, al elemento de presión en el compartimento estando inferior del tubo. El elemento de presión consiste en una serie de fuelles metálicos que, comprimidos por un incremento cualquiera de la presión, mueven el junquillo bimetálico longitudinalmente en el tubo. Las variaciones de la temperatura flexionan el junquillo bimetálico que mueve a su vez un estílete adaptado en su extremo superior, y el cual está en contacto con una placa de cristal fija o estacionaria. La cara de contacto de la placa está ahumada por un proceso especial, y sobre ella queda trazada una curva de temperatura correlacionada con la profundidad, por la acción de fleccionamiento del junquillo bimetálico y la compresión del elemento de presión. El Batitermó---



grafo del tipo de junquillo bimetálico hace un registro de la temperatura durante su descenso en el agua y otro durante su ascenso. El trazo sobre el cristal ahumado tiende a ser más ancho cuando se hacen las observaciones durante un mal tiempo, debido a la excesiva vibración del junquillo bimetálico. Este modelo puede usarse hasta profundidades de 82 brazas, pero el buque deberá permanecer sin movimiento y, debido a errores instrumentales, la velocidad de ascenso y descenso del batitermógrafo no deberá ser mayor de 10 brazas por minuto a fin de evitar un doble trazo. El segundo modelo de Batitermógrafo, es un nuevo diseño de batitermógrafo que incluye un elemento para medición de temperaturas tipo Bourdón, eliminando muchos de los dispositivos objeccionables del tipo de junquillo bimetálico. Su tamaño es casi el mismo que el del anterior y el elemento de presión es esencialmente el mismo pero se encuentra colocado en la parte superior del tubo metálico. La placa de cristal, en la que se traza el registro, está unida al extremo inferior del elemento de presión y se mueve longitudinalmente a lo largo del eje del instrumento por los cambios en la presión. La espiral del elemento de temperatura se encuentra montada dentro de la parte más baja del tubo en un rebajo de forma cuadrada, y solo la cápsula del sistema del registro de temperatura está exteriormente en completo contacto con el agua que la rodea. Un brazo en forma de estilete está unido al espiral Bourdón, siendo dicho estilete el que marca la curva "profundidad-temperatura" sobre la placa ahumada. El tipo de Batitermógrafo Bourdón, es más sensitivo a los cambios de temperatura y menos sensitivo a las vibraciones pudiendo ser, por consiguiente, sumergido y sacado a flote con mayor rapidéz que el de tipo de junquillo bimetálico. Su uso está limitado para profundidades menores de 75 brazas. Con él, puede lograrse una gráfica de temperatura a bordo de un buque en movimiento, habiéndose obtenido resultados satisfactorios a la velocidad de 15 nudos. Para usarlo mientras se navegue, se harán necesarios una considerable longitud de alambre y un peso adicional para permitir que el instrumento alcance la máxima profundidad. Cuando el batitermógrafo se usa a bordo de un buque sin movimiento, el registro de ambos trazos es útil como una comprobación y para asegurarse además de que el instrumento trabaja correctamente. Sin embargo, cuando el instrumento se usa durante la navegación, podrán no coincidir las dos curvas debido a que las trayectorias de ascenso y descenso corresponderán a lugares diferentes, y las temperaturas, a profundidades iguales, podrán diferir. La Fig. 2 de la Lámina III, muestra el Batitermógrafo tipo Bourdón en su apariencia exterior, siendo sus principales partes las siguientes, que aparecen en la Lámina III-A.



## HIDROGRAFIA.-APENDICE.- (12).

- a.- Elemento de Presión.
- b.- Aletas.
- c.- Cabeza o Naríz.
- d.- Elemento de Temperatura.
- e.- Tubo del cuerpo.
- f.- Manguito Móvil.
- g.- Placa de cristal ahumada (Tamaño natural). Nótese el trazo.
- h.- Porta Placas. (Marco Visor y Cuadrícula).

4.- SALINIDAD Y DENSIDAD DEL AGUA DE MAR.- La composición del agua de mar es tan complicada como la composición de la tierra, por lo mismo es obvio que cualquier substancia soluble en la tierra podrá ser eventualmente arrastrada hacia el mar.- En adición a las aguas solubles en agua, el agua pluvial al pasar a través de la atmósfera absorbe ácidos, esto ayuda a disolver los minerales de la tierra en compuestos solubles arrastrándolos hacia el mar en donde ellos podrán permanecer en solución o formando compuestos insolubles que se irán al fondo del mar.- El agua del mar es, por consiguiente, una solución diluída de un número de compuestos salinos que son grandes electrólitos.- A causa de la simplicidad, el monto total de sólidos disueltos en el agua de mar ha sido designado arbitrariamente con el nombre de "salinidad".- Podemos así definir la salinidad como el número total de gramos de material sólido disuelto en 1 Kgm. de agua, y se expresa en partes por millar, escribiéndose 0/00.- La cantidad de sólidos puede también ser expresada en términos de "clorinidad", la cual se define como el monto total de cloro existente en 1 Kgm. de agua de mar.- Se ha encontrado una relación constante existente entre la salinidad y la clorinidad y que se expresa por la ecuación:

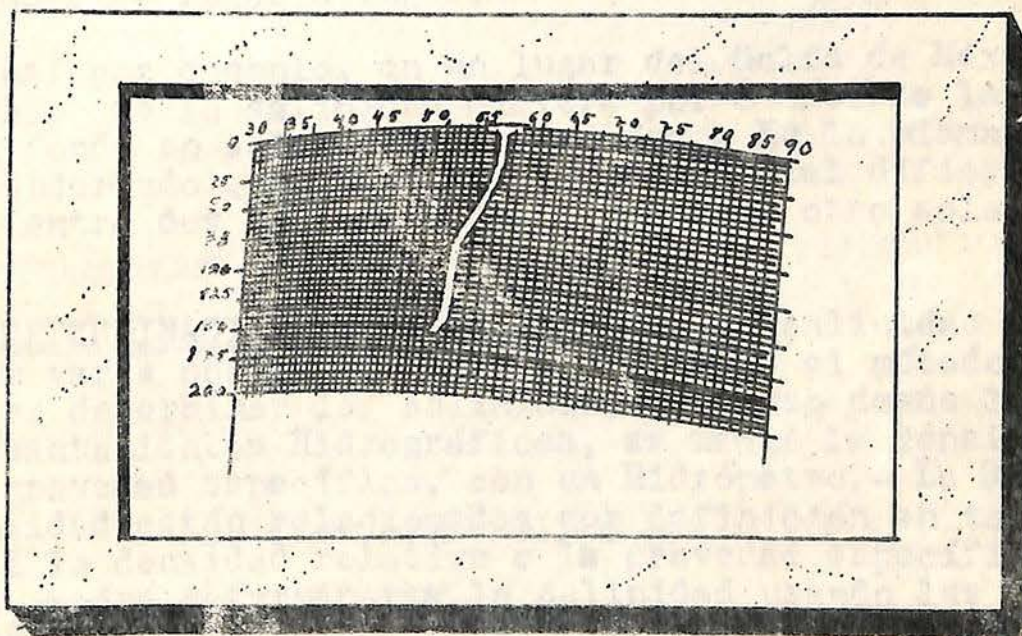
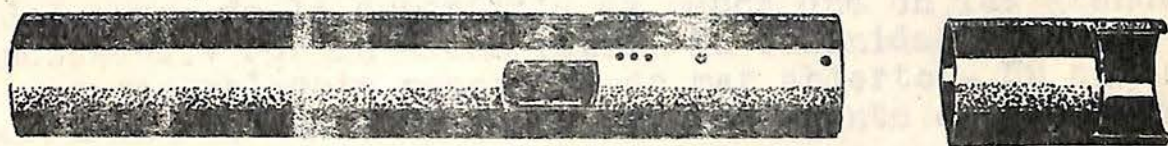
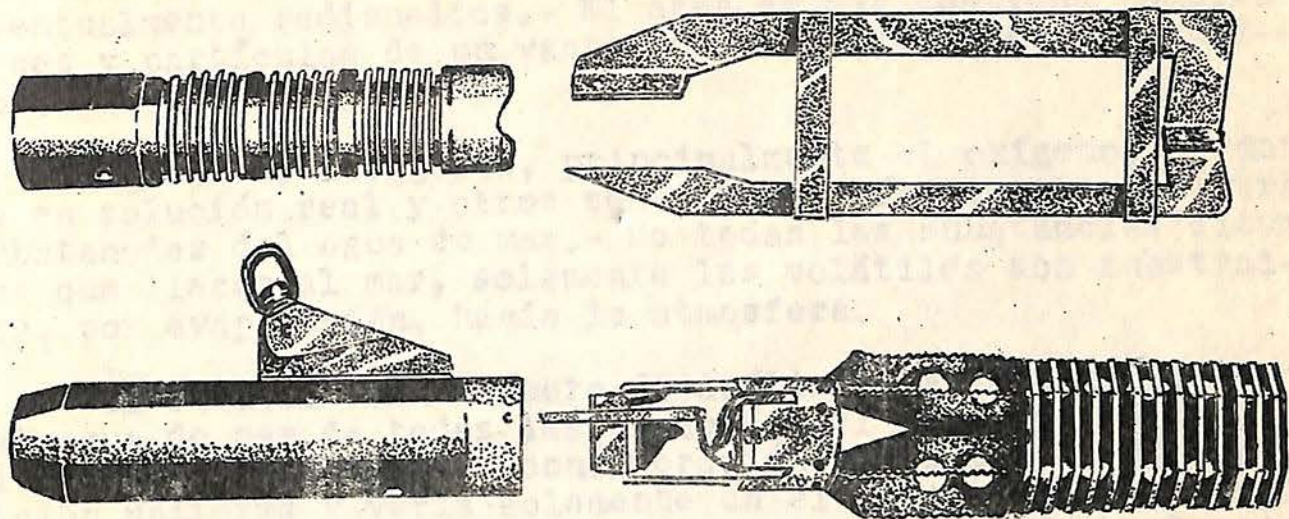
$$\text{SALINIDAD} = 0.03 + 1.805 \times \text{CLORINIDAD}.$$

La salinidad es pues, otra forma de expresar la clorinidad, pero está solo indirectamente relacionada al contenido total de sal verdadera, con la que en realidad está del todo mezclada.- Los oceanógrafos prefieren el uso del término "Clorinidad" para describir la naturaleza del agua; pero en Hidrografía se usa exclusivamente el término "Salinidad"; y por lo mismo, las Tablas para la velocidad del sonido (en relación con las Eco-Sondas, etc.,) han sido preparadas en términos de Salinidad.-

El promedio del agua de mar contiene cerca de 35 0/00 de sólidos en solución, de los cuales el cloruro de sodio (27.2 0/00) y el cloruro de magnesio (3.8 0/00) son dos de los principales constituyentes; sin embargo, hay otros muchos compuestos salinos en forma de bromuros, fluoruros, yoduros y carbonatos, algunos de los cuales existen en tan pequeñas proporciones que pueden casi desprejarse en los análisis químicos cuantitativos.- Algunos compuestos son absorbidos por los animales marinos, por las plantas y otros organismos siendo temporalmente suprimidos de la solución pero volviendo a ser



BIBLIOTECA ESTADO MAYOR NAVAL



Partes del Batitermógrafo  
LAMINA III-A.



eventualmente redisueltos.- El agua de mar contiene también gases y partículas de un vasto número de compuestos orgánicos.

Algunos de los gases, principalmente el oxígeno, permanece en solución real, y otros se combinan rápidamente con otras sustancias del agua de mar.- De todas las sustancias disueltas que llegan al mar, solamente las volátiles son substraidos, por evaporación, hacia la atmósfera.

El estudio de un número de análisis de la composición del agua de mar de todas las regiones del mundo, muestra que dicha agua, sin tener en consideración el lugar, es de composición uniforme y varía solamente en el porcentaje del total de sales existentes en la solución.- La salinidad usualmente es mayor en aquellas regiones en donde la temperatura atmosférica y la evaporación son grandes y las lluvias poco frecuentes y viceversa.- El agua pluvial y el agua de los ríos tiende a flotar en la superficie del mar y debido a esto, la salinidad cerca de la superficie es menor que en las grandes profundidades.- Por la misma razón, la salinidad cerca de la costa, es generalmente menor que en mar abierto.- En algunas regiones la salinidad varía considerablemente de la superficie al fondo y de lugar a lugar.

Así por ejemplo, en un lugar del Golfo de México se ha observado que la salinidad difiere por 6 O/00 de la superficie al fondo en solo 8 brazas de agua.- En la misma localidad se ha observado que la salinidad superficial difiere por 8 O/00 entre dos lugares distantes uno de otro solamente 10 millas.

5.- DETERMINACION DE LA SALINIDAD.- La salinidad del agua del mar varía con la densidad del agua, y el método más sencillo para determinar la salinidad, para uso desde luego en los levantamientos Hidrográficos, es medir la densidad relativa, o gravedad específica, con un Hidrómetro.- La Salinidad y la densidad están relacionadas por definición en tal forma que, si la densidad relativa o la gravedad específica, es conocida, podrá determinarse la salinidad usando las Tablas o las Gráficas construidas para el propósito.

Por este método, la salinidad puede ser determinada con aproximación hasta de una o dos unidades en la tercera cifra decimal si la temperatura de la muestra de agua se mide hasta el más cercano décimo de grado C. (0.1° C) y la gravedad específica hasta la 4/a. cifra decimal.- La temperatura y la gravedad específica de una muestra de agua se mide por medio de un juego de Hidrómetros (Véase la Figura III-B de la Lám) que consiste en una Probeta para Hidrómetros, un Termómetro centígrado de laboratorio y un juego de 3 Hidrómetros graduados para diferentes valores de la gravedad específica.

ESTE VOLUMEN ES PROPIEDAD DEL ESTADO MAYOR NAVAL



## HIDROGRAFIA.-APENDICE.- (14).

Existen otros instrumentos, usados por los hombres de ciencia, para medir la densidad del agua de mar, por medio de los cuales puede obtenerse la salinidad, pero ordinariamente no se usan para los propósitos de Hidrografía.-Así, el "Pignómetro" da resultados muy exactos, pero no puede usarse a bordo de un buque, pues incluye una balanza, y el método de "Peso Hidrostático", que es una modificación de la balanza de Mohr, no puede usarse por la misma razón.

6.- HIDROMETROS.- Un hidrómetro de cristal consta esencialmente de un pequeño tubo graduado y de una pequeña cápsula -- con contra-peso de acuerdo con las dimensiones del tubo graduado.- Con objeto de reducir la longitud del tubo del hidrómetro para usarlo en una muestra de agua de pequeña cantidad, se cuenta con un objeto de tres hidrómetros graduados para -- los siguientes valores de gravedad específica.

0.9960 a 1.0110; 1.0100 a 1.0210 y 1.0200 a 1.0310.

Este total de valores es suficiente para incluir la gravedad específica de cualquier muestra, desde agua dulce hasta la más salina que pueda encontrarse en el mar.

Las escalas de los hidrómetros están graduadas para 0.0002 de **gr. esp.** pudiendo estimarse hasta 0.0005.- Los hidrómetros son comprobados en su exactitud por la Oficina Federal de Pesas y Medidas, la que a su vez, da una tabla de calibración que deberá usarse al ratificar las mediciones de gravedad específica, para corregirlos por los errores de graduación antes de usar las Tablas de Salinidad.

Los Hidrómetros usados en los Trabajos Hidrográficos están graduados usualmente para indicar la **gr. esp.** a una temperatura estándar de 15° C., en relación al agua dulce tomada como unidad a una temperatura de 40° C.- Esta base de medición viene indicada en el correspondiente hidrómetro por la siguiente inscripción: D 15°/40 C.

Las tablas de salinidad se encuentran calculadas de acuerdo con esta base.

Otro tipo de corrección que debe ser aplicado a las lecturas observadas en un hidrómetro antes de entrar a las tablas de salinidad, es la corrección por la variación de la temperatura de la muestra de agua con respecto a los 15° C. -- estándar, con los que han sido calculadas las tablas, usándose para ello el termómetro centígrado de laboratorio graduado de 0 a 50°, pudiéndose hacer lecturas de temperatura hasta décimos de grado.- El termómetro deberá sumergirse en la probeta para hidrómetros tomando simultáneamente las lecturas de la temperatura y el hidrómetro, sin sacar para nada del agua la cápsula del termómetro.



Finalmente, se hacen necesarias algunas precauciones durante las mediciones de la gravedad específica; así, el hidrómetro debe flotar cerca del centro de la columna de agua sin que su cápsula toque los costados de la probeta ni al termómetro.- Las pequeñas burbujas de aire que pudieran estar adheridas a la cápsula del hidrómetro deben ser eliminadas antes de hacer la lectura de la gr. espec., ya sea haciendo girar el hidrómetro o bien moviéndolo hacia arriba y hacia abajo en el agua.

Si la temperatura del aire difiere materialmente de la de la muestra de agua, el agua deberá ser agitada tomando la lectura de la temperatura de la muestra antes y después de la medición de la gravedad específica, registrando el promedio de las dos temperaturas.

Es frecuente experimentar algunas dificultades en la lectura de un hidrómetro a bordo de un buque, y las lecturas exactas son casi imposibles cuando hay mal tiempo y el buque se mueve excesivamente. Ordinariamente, estas mediciones se efectúan a bordo sobre una plataforma o mesa nivelada que se encuentra cerca de la sonda mecánica). En la Lámina III -B puede verse un "Juego de Hidrómetros".

Las muestras de agua tomadas en tales ocasiones deben guardarse en la botella de cristal, tapada herméticamente para prever la evaporación, guardándolas en un lugar frío y obscuro hasta que las mediciones puedan hacerse en mejores condiciones.- Estas pruebas o mediciones no deberán dejarse para más tiempo del necesario pues las muestras de agua se deterioran con el tiempo.

### CAPITULO III

#### OCEANOGRAFIA DINAMICA.- MAREAS:-

1.- DEFINICIONES.- Recibe el nombre de "Marea" el fenómeno de ascenso y descenso vertical de las aguas del mar.-Este fenómeno se debe, principalmente, a la atracción lunar y, en menor grado a la atracción solar.- Las mareas son el resultado de la diferencia de las fuerzas de atracción que actúan sobre el agua y partes sólidas de la tierra, debido a las diferencias en distancias de los cuerpos celestes.

a).- FLUJO Y REFLUJO:- Al movimiento ascendente de las aguas se le llama "Flujo".- Al movimiento descendente de las aguas se le llama "Reflujo".

b).- PLEAMAR Y BAJAMAR:- "Pleamar" o "Marea Alta" es el nivel máximo alcanzando por una marea ascendente.- "Bajamar" o "Marea Baja" es el nivel máximo alcanzado por una marea descendente.

c).- PAUSA:- "Pausa" es el breve período de tiempo en la



HIDROGRAFIA.-APENDICE.- (16).

pleamar o bajamar durante el cual no se registra ningún cambio en el nivel del agua.

d).- ALCANCE DE LA MAREA:- El ascenso o descenso total -- desde la bajamar hasta la pleamar, o viceversa, recibe el nombre de "Alcance de la Marea".

e).- ALTURA DE LA MAREA:- La distancia vertical desde la superficie del agua al plano de referencia desde el cual se registran las mareas, recibe el nombre de "Altura de la Marea".

f).- PROFUNDIDAD DEL AGUA:- "Profundidad del Agua" es la distancia vertical desde la superficie hasta el fondo.

g).- PROFUNDIDAD CARTOGRAFIADA:- "Profundidad Cartografiada" es la distancia vertical desde el plano de referencia -- hasta el fondo.

h).- MAREAS VIVAS:- Las "Mareas Vivas" son las que ocurren cerca del plenilunio y del novilunio, es decir, cuando las fuerzas atractivas del sol y de la luna están en fase -- (conjunción y oposición), resultando por consiguiente pleamares mayores que las promedio y bajamares mayores que las promedio.

i).- MAREAS MUERTAS:- Las mareas muertas se producen cerca de las épocas del primero y último cuartos, (o sea que la luna se encuentra en cuadratura), cuando los efectos sobre las mareas del sol y de la luna, están opuestos respectivamente, resultando pleamares menores que las promedio y bajamares menores que las promedio.

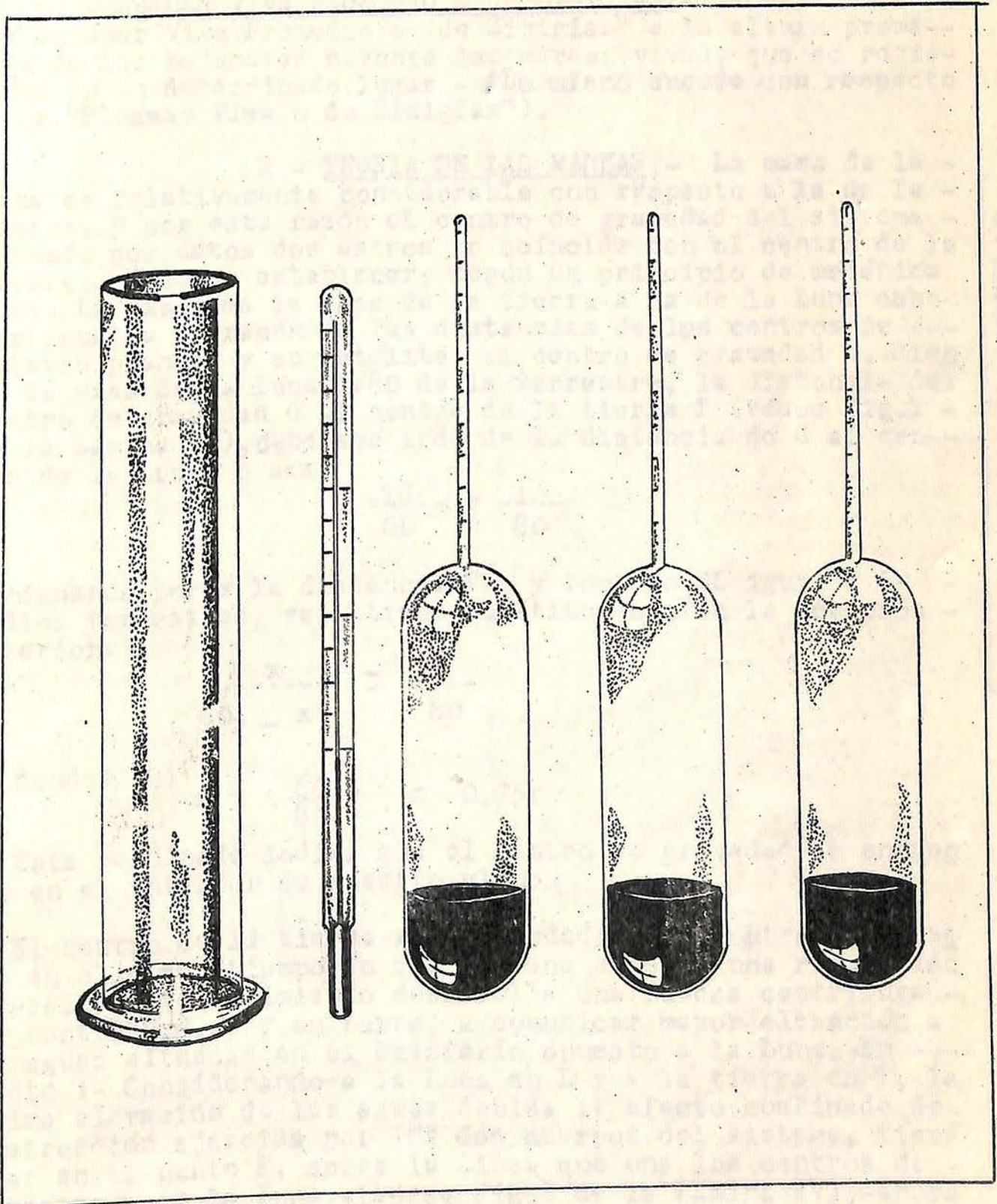
j).- ADELANTO Y RETRAZO DE LAS MAREAS:- El "Adelanto de las mareas" ocurre cuando las mareas causadas por efecto del sol se producen un poco antes de las causadas por la luna, resultando mareas anteriores a las usuales.- El "Retrazo de las mareas" ocurre cuando las mareas causadas por efecto del sol se producen un poco después de las causadas por la luna, resultando mareas posteriores a las usuales.

k).- BAJAMAR PROMEDIO:- "Bajamar Promedio" es la altura promedio de las bajamares que ocurren en un determinado lugar.- (Lo mismo sucede con respecto a la Pleamar Promedio.),

l).- MÁXIMA BAJAMAR:- Se da el nombre de "Máxima Bajamar" a la más baja de las dos bajamares que pueden ocurrir en un lugar durante un día lunar.- (Lo mismo con respecto a la máxima pleamar).

m).- MÁXIMA BAJAMAR PROMEDIO:- "Máxima Bajamar Promedio" es la altura promedio de las Máximas Bajamares que ocurren en un lugar dado.- (Lo mismo con respecto a la máxima pleamar).





Hidrómetros.  
LAMINA III-B.



mar promedio).

n).- BAJAMAR VIVA PROMEDIO O DE ZIZIGIAS:- Se da el nombre de "Bajamar Viva Promedio o de Zizigias" a la altura promedio de las bajamares durante las mareas vivas, que se registran en un determinado lugar.- (Lo mismo sucede con respecto a la "Pleamar Viva o de Zizigias").

2.- TEORIA DE LAS MAREAS.- La masa de la Luna es relativamente considerable con respecto a la de la tierra, y por esta razón el centro de gravedad del sistema formado por estos dos astros no coincide con el centro de la tierra.- Podemos establecer, según un principio de mecánica que:- La razón de la masa de la tierra a la de la Luna debe ser igual a la razón de las distancias de los centros de nuestro planeta y su satélite, al centro de gravedad G.- Siendo la masa de la Luna 1/80 de la terrestre, la distancia del centro de gravedad G al centro de la tierra T (Véase Fig. 1 de la Lámina IV), debe ser 1/80 de la distancia de G al centro de la Luna, o sea:

$$\frac{TG}{GL} = \frac{1}{80}$$

Designando por x la distancia TG, y tomando TL igual a 60 radios terrestres, se obtiene substituyendo en la ecuación anterior:

$$\frac{x}{60r - x} = \frac{1}{80}$$

de donde:

$$x = \frac{60}{80}r = 0.75r$$

Este resultado indica que el centro de gravedad se encuentra en el interior de nuestro globo.

El centro de la tierra gira alrededor del centro de gravedad en el mismo tiempo en que la Luna efectúa una revolución sideral.- Este movimiento desarrolla una fuerza centrífuga que contribuye, por su parte, a comunicar mayor elevación a las aguas situadas en el emisferio opuesto a la Luna.- En efecto :- Considerando a la Luna en L y a la tierra en T, la máxima elevación de las aguas debida al efecto combinado de la atracción ejercida por los dos cuerpos del sistema, tiene lugar en el punto F, sobre la línea que une los centros de la tierra y de la Luna.- (Véase Fig. 2 de la Lámina IV).- Ahora bien, la fuerza centrífuga debida a la rotación de la tierra al rededor del centro de gravedad del sistema y la cual sigue la dirección DH en sentido contrario a TL, hace que se eleve el agua en el punto D, en el cual la atracción de la Luna es más pequeña que la fuerza mencionada, por lo cual ésta predomina; en el punto B, la fuerza centrífuga tiende a deprimir el agua, pero ésta es muy pequeña comparada con la

ESTE VOLUMEN ES PROPIEDAD DEL ESTADO MAYOR NAVAL



atracción Lunar, pues el centro de gravedad del sistema está muy cerca de B, así es que habrá una elevación de agua en B.- En el centro de T de la tierra hay completo equilibrio entre la acción lunar y la fuerza centrífuga.- El sol también produce efectos análoga los de la Luna, pero como está muy distante de la tierra su influencia es mucho menor, se considera ser de 4 décimos de la acción lunar no obstante ser su masa sumamente superior a la de la Luna, pues la masa del sol equivale a 26,600,000 masas de la Luna.- Los efectos de las dos atracciones se suman en la oposición y en la conjunción, y se restan en las cuadraturas.

En la Fig. 3 de la Lámina IV, si "L" es la Luna y "fp" representa la magnitud de la atracción en un punto "f", su componente en la dirección de la vertical será "ft", y en dirección tangencial a la tierra será "fd".-Sabemos que los cuerpos se atraen en razón directa de su masa y en razón inversa del cuadrado de sus distancias o, en este caso, la fuerza de atracción es directamente proporcional a la masa e inversamente proporcional al cuadrado de las distancias; por consiguiente, designando por "m" la masa de la Luna, por "D" la distancia "TL" de la tierra a la Luna y por "r" el radio de la tierra, se tiene:

$$fp = \frac{m}{(fL)^2} \quad \text{y} \quad (fL)^2 = D^2 + r^2 \cos(fTL) \quad (1)$$

Puesto que se conoce al ángulo "fTL" y designándolo por  $\alpha$ , se puede determinar el ángulo "fLT" valiéndose de las fórmulas:

$$\frac{\text{sen } fLT}{r} = \frac{\text{sen } \alpha}{fL} \quad \text{ó} \quad \text{sen } fLT = \frac{\text{sen } \alpha \cdot r}{fL} \quad (2).$$

Ahora bien; la componente vertical de la atracción tiene por valor:

$$ft = fp \cos(\alpha + fLT)$$

$$\text{ó} \quad ft = \frac{m}{(fL)^2} \cos(\alpha + fLT). \quad (3).$$

Como se vé, primeramente se calcula "fL" por la (1); luego el ángulo "fLT" por la (2) y en seguida la atracción "ft" por la (3).- De lo anterior podemos sacar las siguientes conclusiones: que el valor de ft es máximo para  $\alpha = 0$  y  $fLT = 0$ ; es nulo para  $\alpha + fLT = 90^\circ$ , que corresponde al punto en que la tierra es encontrada por el elipsoide de las aguas en la figura; y es negativo en B, es decir, indica que hay depresión de las aguas, pues por ser  $\alpha + fLT > 90^\circ$  el valor de ft resulta negativo.

Como la Luna se va moviendo de este a oeste, la marea se irá trasladando en este sentido constantemente, hacia el me-



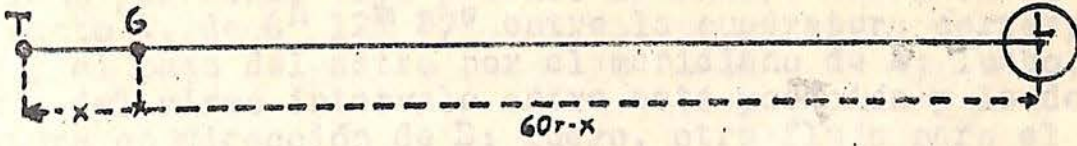


Fig. 1

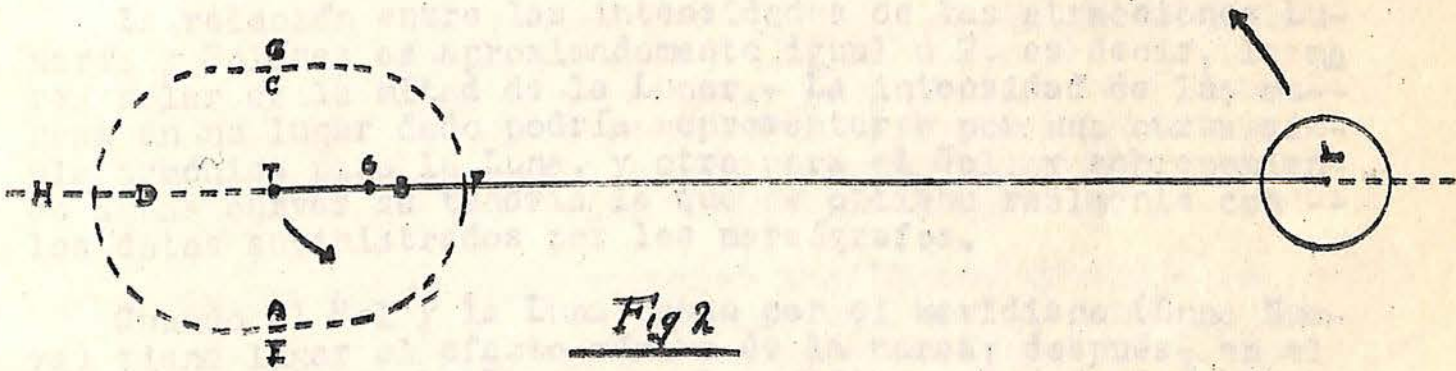


Fig. 2

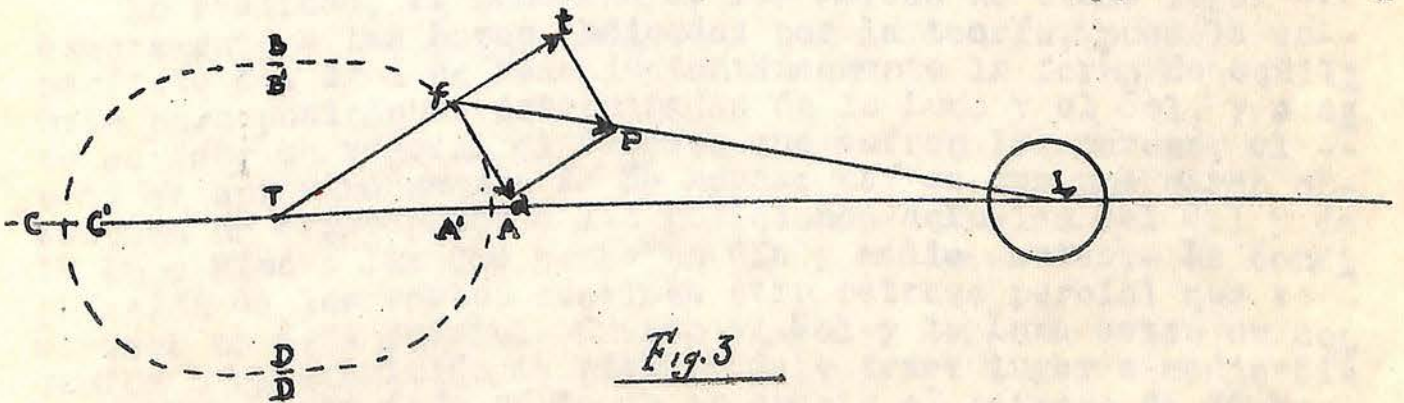


Fig. 3



ridiano por donde vaya pasando la Luna.- Habrá un flujo para el punto A, de  $6^h 12^m 37^s$  entre la cuadratura correspondiente a D y el paso del astro por el meridiano de A; luego, un reflujo del mismo intervalo entre esta posición y la de su cuadratura en dirección de B; luego, otro flujo para el mismo punto A entre esa cuadratura y el paso de la Luna por el meridiano en dirección de C'G, y por último otro reflujo entre este paso inferior de la Luna y su cuadratura correspondiente a D.

Se ve que el intervalo entre dos pleamares y dos bajamares es de  $12^h 25^m 14^s$ .- Estos son los intervalos teóricos que difieren más o menos de los reales.

La relación entre las intensidades de las atracciones Lunares y Solares es aproximadamente igual a 2, es decir, la marea solar es la mitad de la Lunar.- La intensidad de las mareas en un lugar dado podría representarse por una curva simple armónica para la Luna, y otra para el Sol; y sobreponiendo ambas curvas se tendría la que se obtiene realmente con los datos suministrados por los mareógrafos.

Cuando el Sol y la Luna pasan por el meridiano (Luna Nueva) tiene lugar el efecto máximo de la marea; después, en el paso siguiente de la Luna por el meridiano, que tendría lugar  $24^h 50^m 28^s$  más tarde, ya el Sol se habrá adelantado  $50^m 28^s$ , y la componente vertical de la atracción ejercida por este astro será más pequeña que la que había en la conjunción, así es que la marea será más pequeña.- Estos retrazos de la Luna se irán acumulando y, al cabo de  $7 \frac{1}{4}$  días el retrazo será igual a  $6 \frac{1}{4}$  horas, o sea, al intervalo entre una pleamar y una bajamar.- Al cabo de 14 días y medio, el paso de la Luna por el meridiano coincidirá con el opuesto del Sol por el mismo, así es que volverán a sumarse los efectos de sus mareas.- Se ve que durante una Lunación varían las alturas de las mareas a causa de las combinaciones de las atracciones producidas por los dos astros, aunque siempre predominan las Lunares.

En realidad, el fenómeno de las mareas no tiene lugar exactamente a las horas indicadas por la teoría, pues la superficie del agua no toma instantáneamente la forma de equilibrio para posiciones determinadas de la Luna y el Sol, y a esto se debe en general el retrazo que sufren las mareas, el cual es aproximadamente de 36 horas; así es que una marea observada no corresponde a las posiciones actuales del Sol y de la Luna sino a las que ocupaban día y medio antes.- La configuración de las costas ocasiona otro retrazo parcial que se observa en cada puerto.- Cuando el Sol y la Luna están en conjunción o en oposición la pleamar debe tener lugar a medio día o a media noche (aún teniendo en cuenta el retrazo de 36 horas), así es que la diferencia entra la hora a que se verifica y el medio día o la media noche, es el retrazo, el cual recibe el nombre de "Establecimiento del Puerto".

Este término no debe confundirse con el de "Establecimiento"



o "Intervalo Luna-marea de la Pleamar" de un Puerto, que es el intervalo promedio desde el paso de la Luna por el meridiano hasta la próxima pleamar.

El Establecimiento vulgar, al que primero nos referimos, es el intervalo desde el paso por el meridiano de la Luna Llena o Nueva hasta la siguiente pleamar.- También se le llama "Pleamar Llena y Nueva", entendiéndose con esto la hora de la Pleamar en los días en que la Luna es Llena o Nueva.- Puesto que el paso por el meridiano ocurre cerca del medio día o de la media noche en estos días, el Establecimiento vulgar es una tosca aproximación de la hora de la pleamar.

3.- OBSERVACIONES DE LAS MAREAS:- El trabajo de observación de las mareas tiene por objeto ayudar al marino, al Ingeniero, al hombre de ciencia y al público en general. Se originó en la necesidad de reducir a un nivel común o plano de referencia los sondeos efectuados en las diversas etapas de las mareas.- Otros propósitos fundamentales son los siguientes:

- a).- Determinar planos de referencia de las mareas para uso de los Ingenieros.
- b).- Derivar los datos necesarios para la predicción de las mareas.
- c).- Obtener informes sobre la altura media y extrema de la pleamar y la bajamar, que pueden ser necesarios para la construcción de muelles, puentes y otras obras de las cuales las condiciones de las mareas constituyen factor de importancia.
- d).- Obtener datos para el estudio de los movimientos de la corteza terrestre.

Las mareas se observan en las "Estaciones de Observación de Mareas".

Las "Estaciones Primarias" se fundan para que funcionen durante un largo período de tiempo.

Las "Estaciones Secundarias" son aquellas que operan durante un pequeño período de tiempo.

La observación de las mareas se lleva a cabo por medio de instrumentos llamados "indicadores de mareas".- Estos indicadores se dividen en dos clases principales que son:- Mareómetros y Mareógrafos.

Entre los mareómetros podemos citar tres tipos principales, a saber:- Mareómetro de Vara, Mareómetro de Cinta y Mareómetro de Tubo.



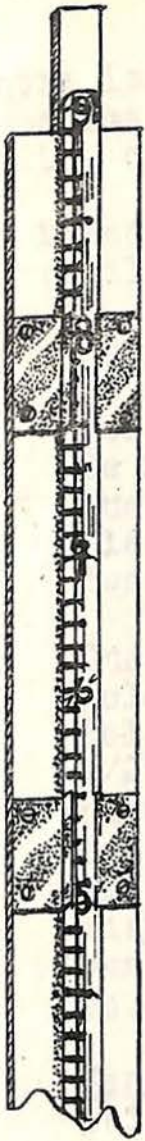


Fig.-1

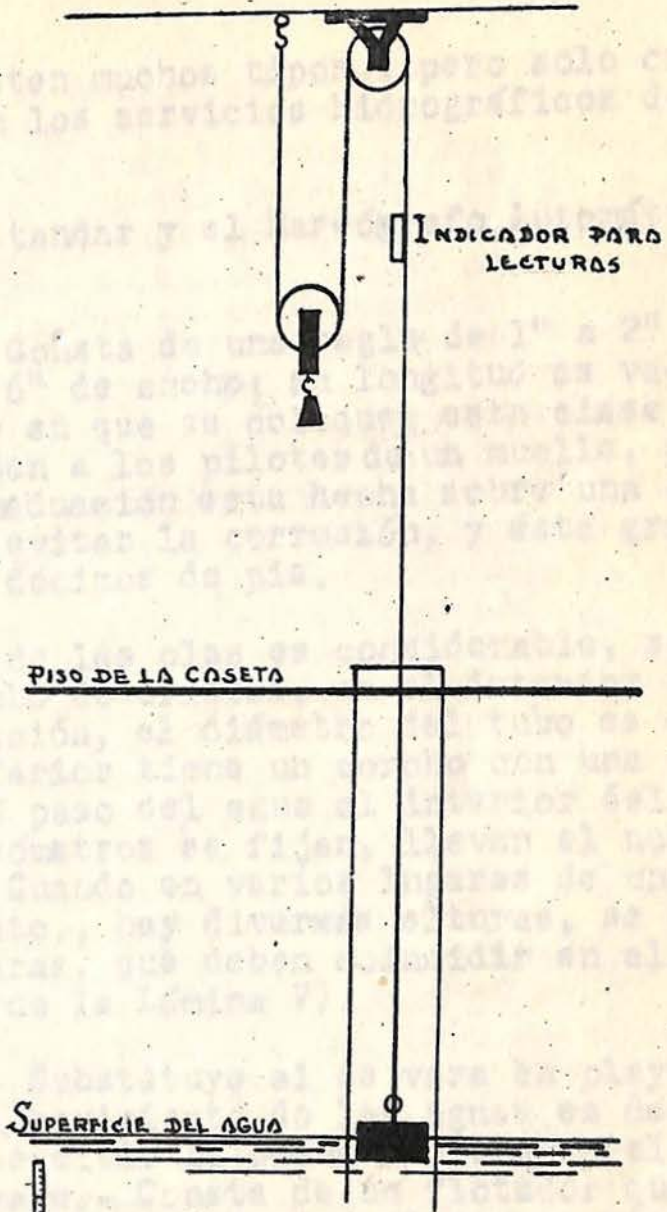


Fig.-2

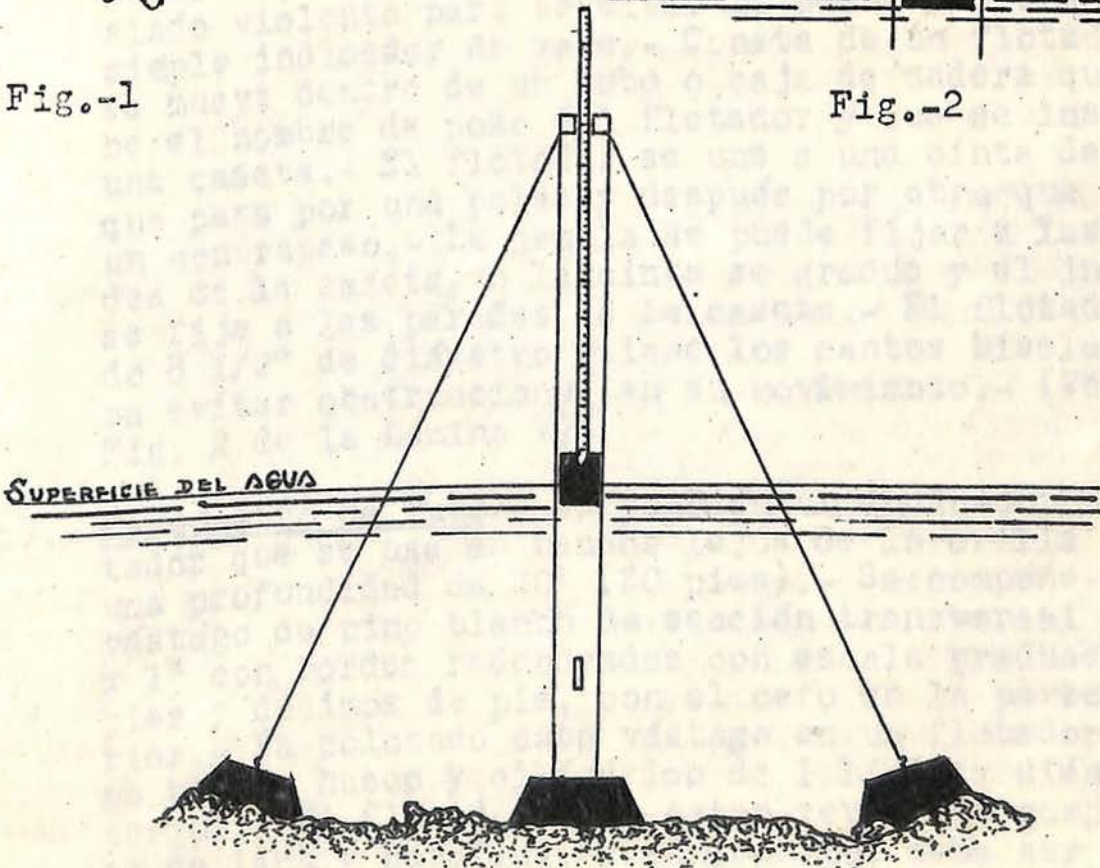


Fig.-3



Entre Los Mareómetros existen muchos tipos , pero solo citaremos los dos más usados en los servicios Hidrográficos de los E.U., que son:

El Mareógrafo Automático Standar y el Mareógrafo Automático Portátil.

- a).- Mareómetro de Vara.- Consta de una regla de 1" a 2" - de espesor y de 4" a 6" de ancho; su longitud es variable según el lugar en que se coloque; esta clase de mareómetros se fijan a los pilotes de un muelle, a una barra, etc; la graduación esta hecha sobre una placa esmaltada para evitar la corrosión, y ésta graduación se divide en décimos de pie.

Cuando el movimiento de las olas es considerable, se coloca entonces un tubo de cristal, en el interior del cual va la graduación, el diámetro del tubo es de 1/2", en su parte inferior tiene un corcho con una ranura para permitir el paso del agua al interior del tubo; cuando los mareómetros se fijan, llevan el nombre de "Escala Fija".- Cuando en varios lugares de una misma playa, bahía, etc., hay diversas alturas, se deben colocar varias varas, que deben coincidir en altura.- (Véase Figura 1 de la Lámina V).

- b).- Mareómetro de Cinta.- Substituye al de vara en playas abiertas, en donde el movimiento de las aguas es demasiado violento para permitir la buena lectura en el simple indicador de vara.- Consta de un flotador que se mueve dentro de un tubo o caja de madera que recibe el nombre de pozo del flotador y que se instala en una caseta.- El flotador se une a una cinta de acero que pasa por una polea y después por otra que tiene un contrapeso.- La escala se puede fijar a las paredes de la caseta, o la cinta se gradúa y el indicador se fija a las paredes de la caseta.- El flotador es de 8 1/2" de diámetro y tiene los cantos biselados para evitar obstrucciones en su movimiento.- (Véase la Fig. 2 de la Lámina V).

- c).- Mareómetro de Tubo.- Es también un indicador de flotador que se usa en bancos lejos de la orilla hasta una profundidad de 30' (30 pies).- Se compone de un vástago de pino blanco de sección transversal de 1" x 1" con bordes redondeados con escala graduada en pies y décimos de pie, con el cero en la parte superior.- Va colocado este vástago en un flotador de pino blanco hueco y cilíndrico de 1 1/2" de diámetro exterior.- El flotador debe estar revestido completamente de laca y parafina, y su longitud debe ser 4/10 de la del vástago, que a su vez es variable con el lugar.

ESTE VOLUMEN ES PROPIEDAD  
DEL ESTADO MAYOR NAVAL



El pozo del flotador consiste en tubo de hierro de 2" de diámetro con la parte inferior empotrada en un bloque de cemento de 1,000 lbs. que le sirve de ancla.- El tubo debe ser lo suficientemente largo para que sobre salga por encima de las olas corrientes en la hora de la pleamar, el agua penetra en su interior por unos agujeros de forma elíptica que tiene en toda su extensión.- (Véase la Figura 3 de la Lámina V)..

d).- Mareógrafo Automático Standard.- Su principio es el siguiente: Un flotador se mueve dentro de una caja o tubo vertical (llamado pozo del flotador) al cual encuentra libre acceso el reposado ascenso y descenso de las mareas, y no así el alborotado oleaje levantado por el viento, que se amortigua considerablemente al llegar al interior del pozo, debido al diámetro relativamente pequeño de la abertura de entrada de las aguas.- El ascenso y descenso del flotador acciona un tornillo sin-fin montado en el mareógrafo que a su vez imparte movimiento de avance o retroceso a un lápiz cuya punta descansa sobre una tira ancha de papel que gira por un mecanismo de reloj.- El movimiento combinado del lápiz y del papel trazará una curva continua que indiza el ascenso y descenso de la marea.- Hay tres tambores estriados.- El más grande se llama tambor del flotador, otro tambor recibe el nombre de tambor del peso de tensión, y sirve para arrollar el papel en el cilindro receptor.

El encargado del mareógrafo debe hacer sus anotaciones todos los días a la misma hora.- (Véanse las Figuras 1 y 2 de la Lámina VI y la 1 y 2 de la Lámina VII)

e).- Mareógrafo Portátil Automático.- El mareógrafo automático portátil ha sido diseñado principalmente con el propósito de obtener series cortas de observaciones para la reducción de sondeos en estudios hidrográficos.- Es un mareógrafo más fácil de transportar y de instalar que el mareógrafo standar.- El Portátil además de ser más pequeño, se diferencia del modelo mayor en varias cosas.- Tiene un solo cilindro, y dentro de él un solo mecanismo de reloj.- Un muelle de compensación substituye al contrapeso.- El flotador es pequeño y funciona dentro de un tubo de hierro de tamaño conveniente que también sirve de soporte al Mareógrafo.- Una cubierta de hierro protege al instrumento de la intemperie y hace innecesaria la construcción de un cobertizo.- El registro se traza en hojas de papel cuadrículado que pueden sacarse del mareógrafo a voluntad.- Sin embargo, ha sido necesario para lograr las ventajas del mareógrafo pequeño, sacrificar en algo la precisión del Mareógrafo Standar. El aparato es lo suficientemente exacto para los fines



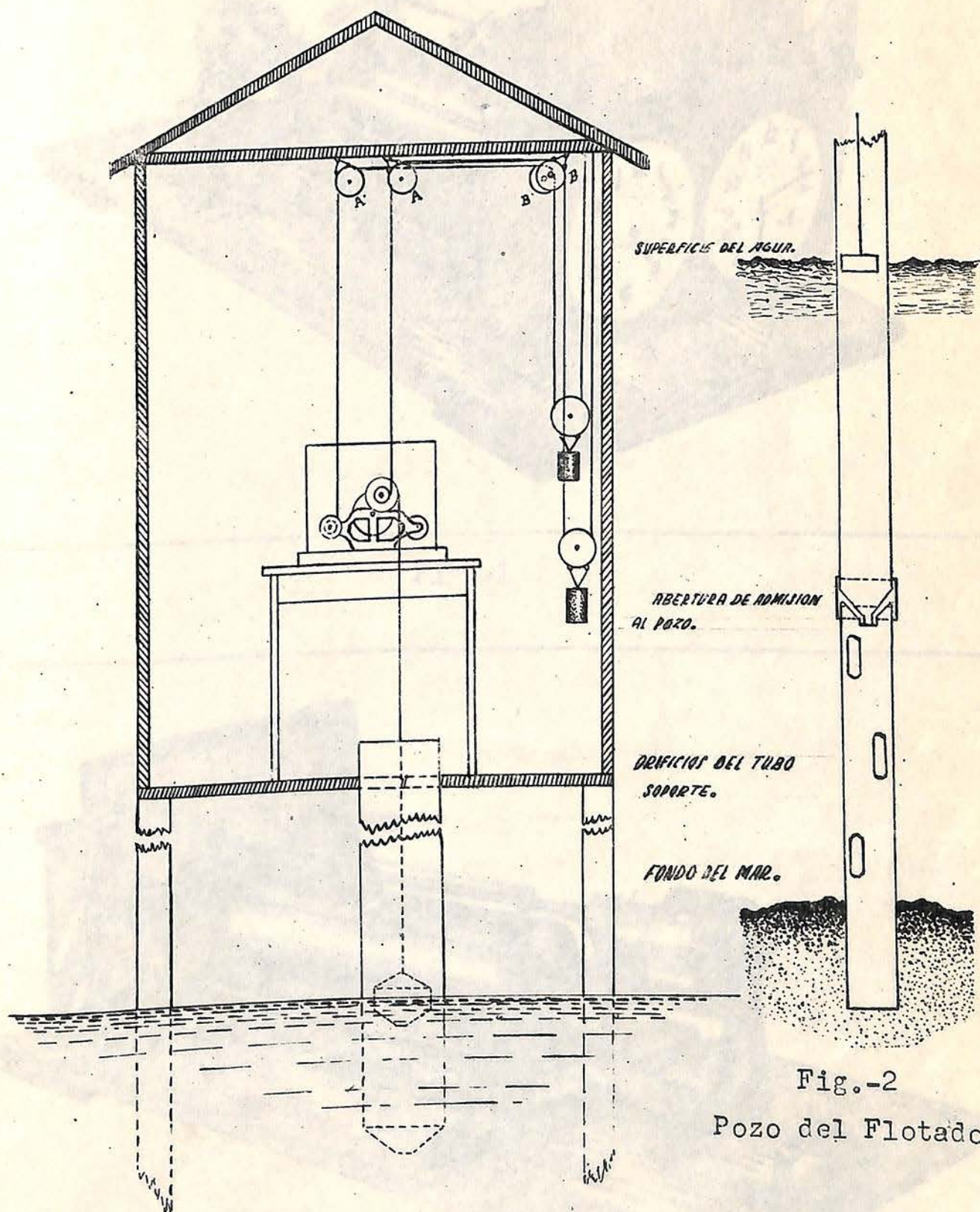


Fig.-1.-Vista esquemática de la instalación del Mareógrafo Automático Standard.

Fig.-2  
Pozo del Flotador.



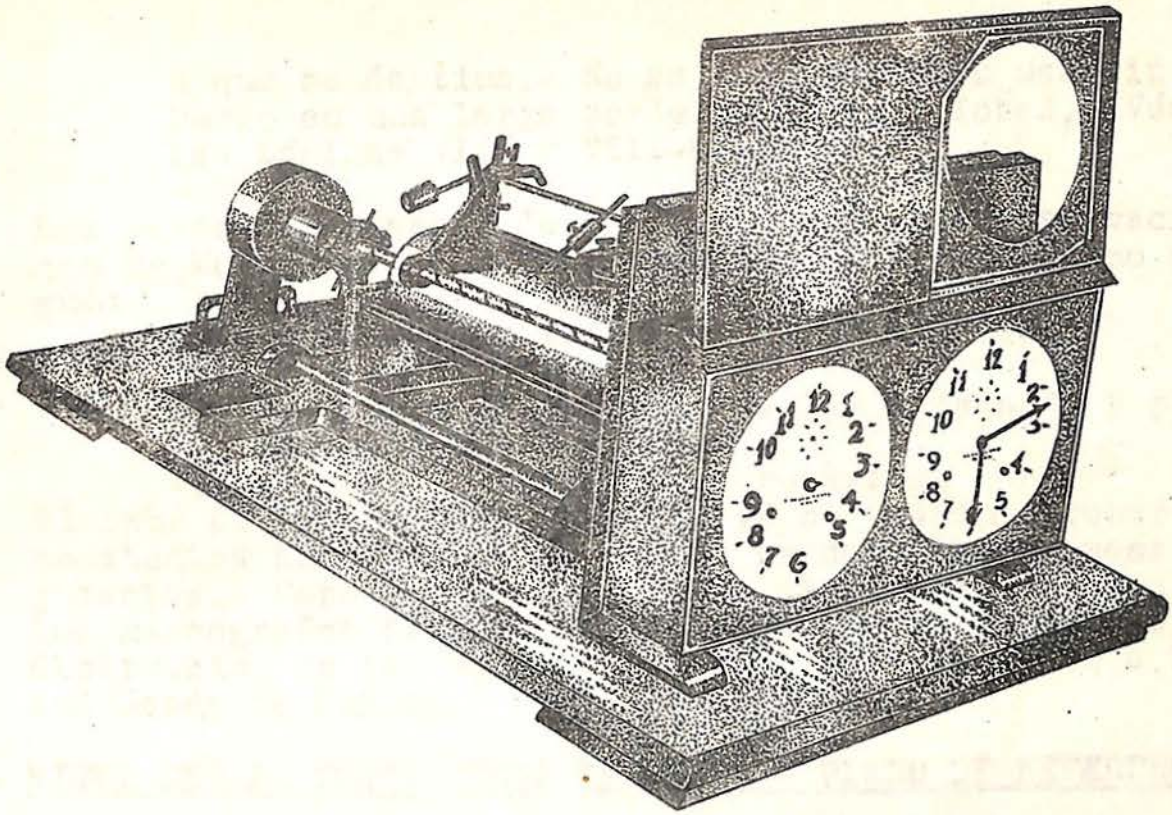


Fig.-1

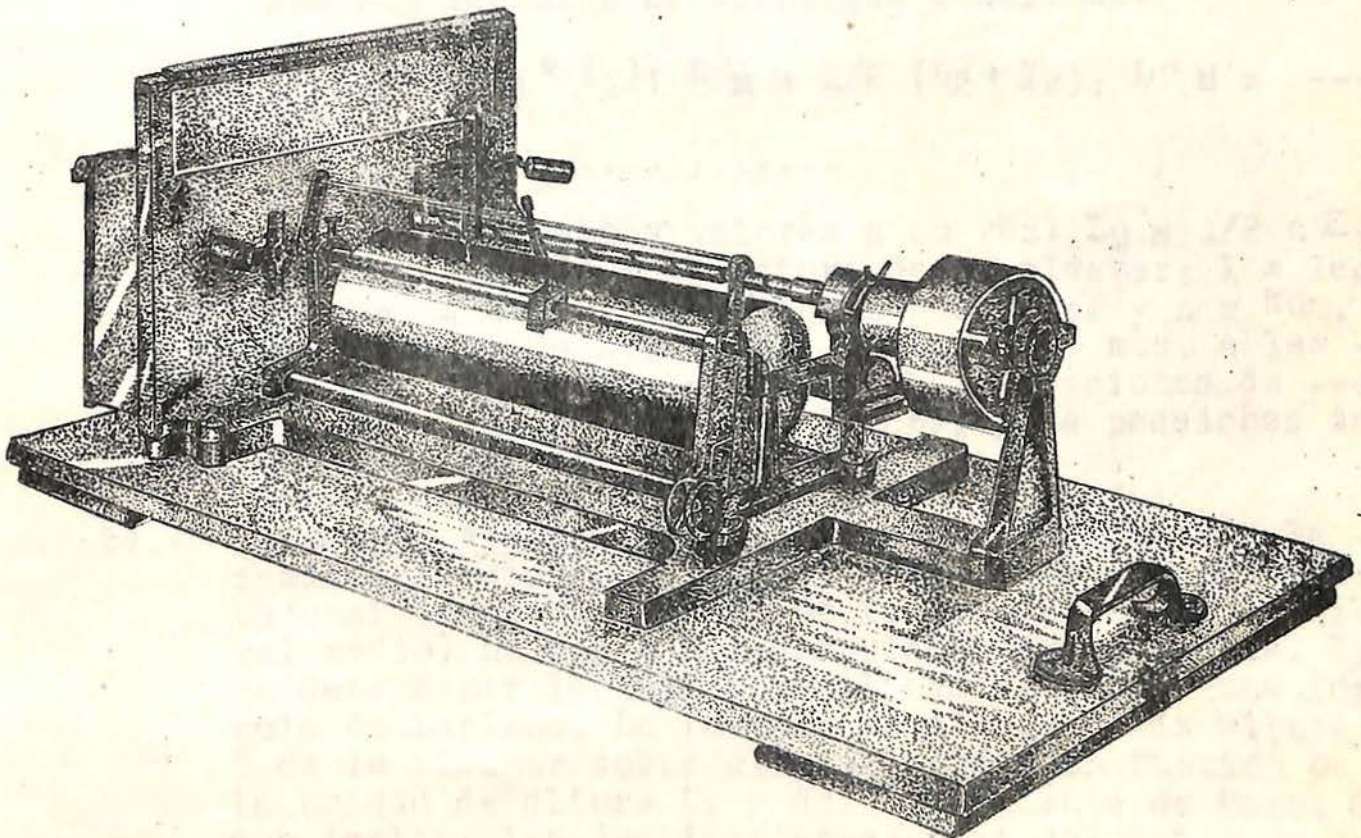


Fig.-2

Mareógrafo Automático Standard.



a que se destina.- No se recomienda su uso sin embargo en una larga serie de observaciones.- (Véanse las Láminas VIII y VIII-A).

Los pasos del trabajo de una larga serie de observaciones con un Mareógrafo Standar, pueden sintetizarse como sigue:

- 1.- Se hacen las lecturas de comparación.
- 2.- Se hace el promedio.
- 3.- Se tabula el promedio de las bajamares y pleamares para todo un año.
- 4.- Se tabulan las alturas horarias.

Al cabo de varios años (6 a 10) ya se pueden obtener las constantes armónicas y se pueden predecir las mareas siguientes.- Para obtener una mayor explicación acerca de los mareógrafos citados, puede consultarse el "Manual de Observación de las Mareas" Pub. Esp. No. 196 del U.S. Coast and Geodetic Survey.

4.- NIVEL MEDIO, COEFICIENTE DE MAREA Y PLANO DE REFERENCIA.

a).- Nivel medio.- Su determinación.- Nivel medio es el promedio de los niveles que alcanza el agua en las pleamares y bajamares observadas durante largo tiempo en un lugar dado.- Si  $L_1, l_1, L_2, l_2, L_3, l_3, \dots$ , etc., son las lecturas de la escala, correspondientes a pleamares y bajamares respectivamente y promediamos cada dos lecturas consecutivas tendremos:

$$L^o M = 1/2 (L_1 + l_1); L^o M = 1/2 (L_2 + l_2); L^o M = \dots$$

$$1/2 (L_3 + l_3) \dots \dots \dots$$

y promediando estos valores a su vez:  $L_M = 1/2 n \sum (L + l)$ ; en donde L = lectura de la pleamar; l = lectura de la bajamar anterior o posterior y n = Núm. de sumandos. Se acostumbra restar 0.13 mts. a las lecturas de las reglas hechas bajo presiones de 750 mm. y sumarle de 13 a 27 cms. para presiones de 770 a 780 mm.

b).- Unidad de Altura.- Se llama unidad de altura a la semidiferencia entre las alturas de la pleamar y la bajamar (o sea la altura de la pleamar sobre el nivel medio) un día o dos después de las zizigias. Para determinar la unidad de altura se emplea una fórmula de Laplace. La fórmula en sí nos da la altura H de la pleamar sobre el nivel medio en función de la unidad de altura U, y del Coeficiente de Marea C que implica las declinaciones  $\Delta$  y  $\Delta'$  del Sol y de la Luna respectivamente y las distancias medias K y K' de los mismos astros:

$$H = UC = U (0.80029 K^3 \cos 2\Delta + 0.31211 K'^3 \cos \Delta')$$

ESTE VOLUMEN ES PROPIEDAD DEL ESTADO MAYOR NAVAL



Se puede por consiguiente deducir  $U = H/C$ .- Siendo su valor el promedio de varias observaciones.- Los anuarios de Mareas dan a conocer para todos los días del año el valor de C.

c).- Coeficiente de Marea.- Coeficiente de marea C es la cantidad por la que hay que multiplicar la unidad de altura U para obtener la altura de la pleamar en la fecha dada, con relación al nivel medio.

d).- Plano de Referencia.- Es el Plano al que se refieren las sondas de un Levantamiento Hidrográfico y corresponde al plano de la Mayor Bajamar promedio con respecto al nivel medio.- Llamando  $h_0$  al plano de referencia con respecto al nivel medio y siendo  $C = 1.18$ , y si no se tienen datos obtenidos directamente:

$$h_0 = U \times 1.18$$

e).- Reducción de las lecturas de las sondas al plano de referencia. Las lecturas de las sondas deben reducirse al plano de referencia y esto se hará teniendo en consideración lo siguiente:

1.- La verdadera altura de la marea en el momento en que se hacen las sondas.

2.- La corrección de la Sondaleza por mala graduación (alargamiento o acortamiento) o del fadómetro por lectura falsa.

Ahora bien, una lectura quedará reducida al plano de referencia si se le resta la verdadera altura en el momento de la sonda (profundidad referida al nivel medio) y a su vez se le resta  $h_0$ , o sea:

$$l_0 = L_M - h_0$$

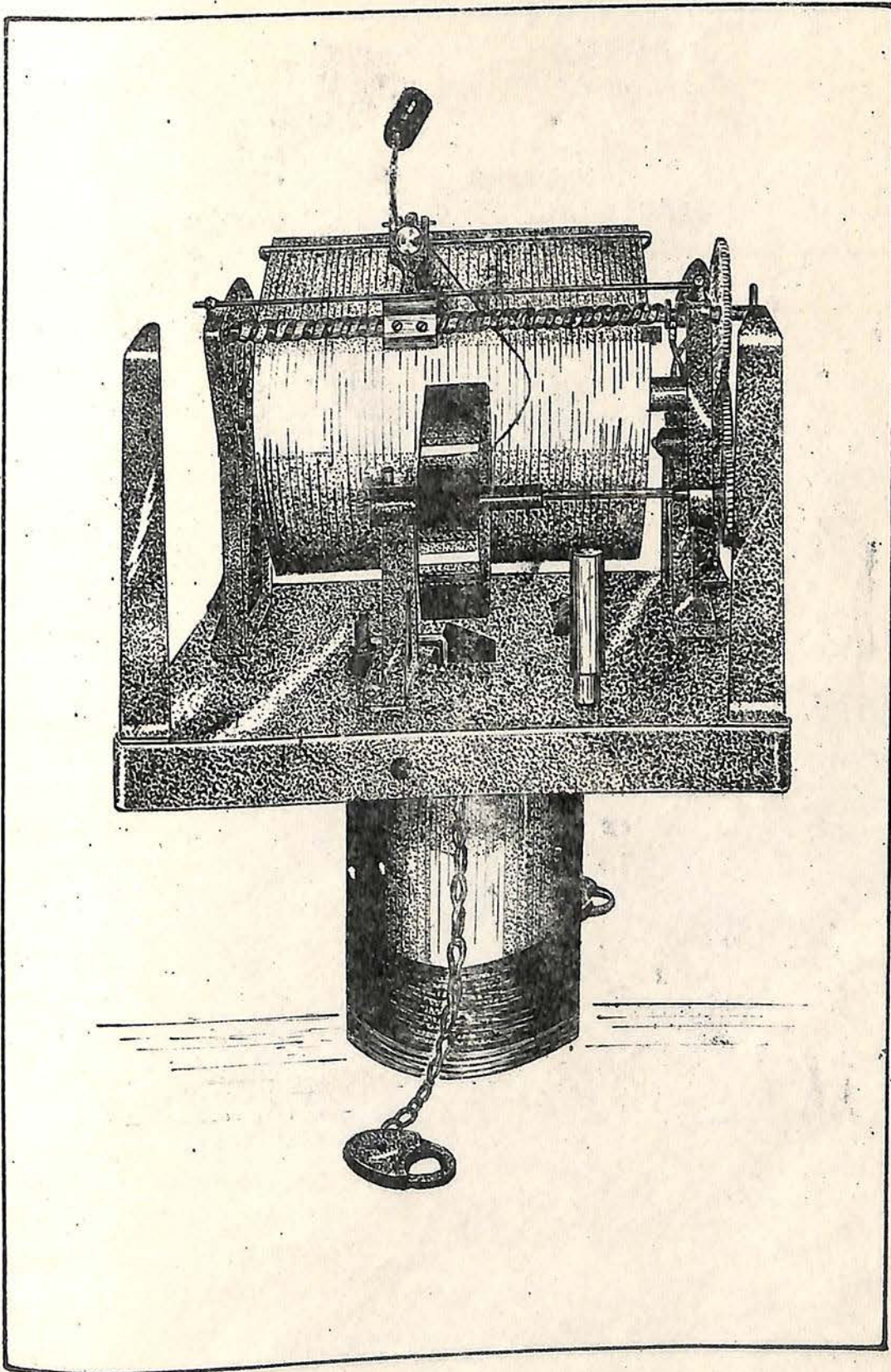
En general reciben el nombre de "REDUCTORES" aquéllos valores que aplicados a la altura obtenida nos dan la altura verdadera, como por ejemplo el error del fadómetro, fenómenos meteorológicos, reducción al nivel medio, etc.

## 5.- CALCULO DE LAS HORAS DE LAS MAREAS:-

1/o.- Cuando no hay tablas.

Con el auxilio del Almanaque Náutico se calcula la "Hora del Paso de la Luna por el Meridiano del Lugar considerado".- A esa hora del paso se le suma el "Establecimiento del Puerto" considerado (dato que se obtiene del

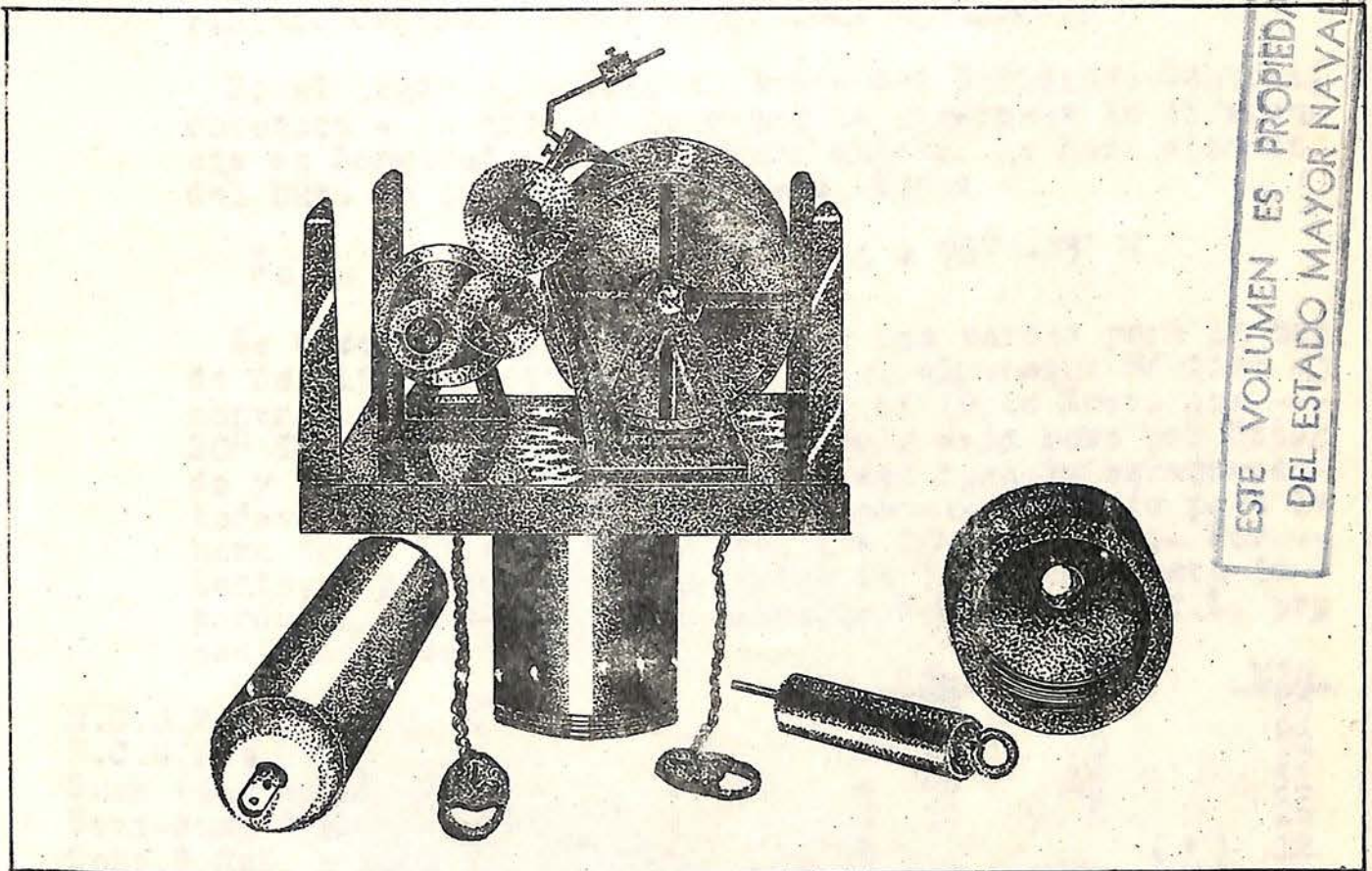




Mareógrafo Automático Portátil. (Vista de frente).



HIDROGRAFIA.-APENDICE.-24(b).



ESTE VOLUMEN ES PROPIEDAD  
DEL ESTADO MAYOR NAVAL

Mareógrafo Automático Portátil. (Vista lateral y accesorios).



Derrotero o bien del Practical Navigator Bowditch).-Esta hora se reduce a la Estandar del Meridiano Central (H<sub>of</sub>) del uso en que nos encontremos, a fin de que nuestro reloj, arreglado a ese meridiano, nos indique el instante real de la Marea que se calcula.

Si nuestra longitud está al Este del Meridiano Central que corresponde al huso en que nos encontramos, le restaremos, a la suma del Establecimiento del Puerto con la hora del paso de la Luna, la diferencia (en minutos de tiempo) entre las longitudes del lugar y del Meridiano Central (ambas longitudes en horas).

Si el lugar estuviera al Weste del Meridiano Central, entonces a la hora de la Marea le sumaremos la diferencia en Longitud en horas, para obtener la hora standar del huso en que nos encontramos.-Ejem:

$$E_o P_o \text{ del lugar X} = 6^h 32^m; L = 76^\circ -35' W.$$

Se desea calcular las horas de las mareas para la tarde del 19 de Enero de 1932.- En el Almanaque Náutico encontramos que la H.P.(M. Sup. G. el 19 de Enero es: --- 20<sup>h</sup> 52<sup>m</sup>. Sin necesidad de corregir esta hora por Retardo y longitud, notamos que si a esa hora le agregamos todavía el E<sub>o</sub> P<sub>o</sub> encontraremos, aproximadamente para la hora de la Pleamar 3<sup>h</sup> 24<sup>m</sup> del día 20 de Enero.- Por tanto, para encontrar las horas de las Mareas para la tarde del 19 necesitamos calcular H.P. de (M. Inf.L. procediendo como sigue:

	Días.	Hs.	Min.
H.C.G.P. (M. Sup.G. Enero.	= 18	19	59
H.C.G.P. (M. Sup.G.	= 19	20	52
Suma (incluyendo días)	= 38	16	51
Semi-suma = H.C.G.P. (M. Inf.G.	= 19	8	26
Corr.P.Ret. y Long. (Tab.XI Bow.)	=	(+)	12
H.C.L.P. (M. Inf.L.	= 19	8	38
E <sub>o</sub> P <sub>o</sub>	=	6	32
H.C.L. Pleamar.	= 19	15	10
Corr. por 1° 35' Long. (4' x 1° Long.)	=	(+)	06
H.Of. 3 H.Mer. Stand. 75°, Plea. (Tarde)	= 19	15	16
Int.próx.Baj. (6 <sup>h</sup> + 1/4 Ret. = apróx. 13")	=	6	13
H.Of. Bajamar (tarde).	= 19	21	20

Ejemplo:- Calcular las horas de las mareas para la mañana del 19 de Enero de 1932 en un lugar X de L = 76° 35' W; E<sub>o</sub> P<sub>o</sub> = 6<sup>h</sup> 32<sup>m</sup>.

Del Almanaque Náutico sacamos que la hora del paso de la Luna por el Meridiano superior de Greenwich es: ---- 20<sup>h</sup> 52<sup>m</sup>. De esto deducimos que aún sin corregir la hora por retardo y longitud, y sin agregarle el E<sub>o</sub> P<sub>o</sub> resulta muy avanzada para calcular las Mareas de la Mañana del 19.

BIBLIOTECA ESTAD. MARIT. NAVEG.



HIDROGRAFIA.-APENDICE.- (26).

Por lo tanto, la hora que conviene es la del paso por el Meridiano superior de Greenwich para el 18 de Enero. -- Por consiguiente:

	Días.	Hs.	Min.
H.C.G.P. (M. Sup. G.)	= 18	19	59
Corr. por Ret. y Long.	=	( + )	12
H.C.L.P. (M. Sup. L.)	= 18	20	11
E. P. o	=	6	32
H.C.L. Pleamar (mañana)	= 19	02	43
Corr. por 10 35' Long.	=	( + )	06
H. Of. Pleamar.	= 19	02	49
Intervalo próx. Bajamar.	=	6	13
H. Of. Bajamar (mañana).	= 19	09	02

2/o.- Usando las "Tablas de Mareas".- (Tide Tables). Las tablas de mareas constan esencialmente de dos partes o Tablas propiamente dichas.- La Tabla I y la Tabla II; La Tabla III es también una parte adicional.

**TABLA I.**- La tabla I contiene las horas y alturas predichas de las mareas para cada día del año correspondientes a un determinado número de lugares que son designados como "Estaciones de Referencia".- Si se aplican las "Diferencias de Mareas" y las "Relaciones dadas en la Tabla II" a las predicciones de las Estaciones de Referencia, estaremos en condición de obtener las "Horas de las Alturas aproximadas de las Mareas" en otros lugares.- En la Tabla de Predicciones las palabras "Hig" y "Low" se usan para designar la "Pleamar y la "Bajamar" respectivamente.

Sin embargo, debido a la desigualdad diurna, en ciertos lugares puede haber una diferencia de sólo unos cuantos décimos de pie entre una Pleamar y una Bajamar de un día, pero habiendo también una marcada diferencia de Altura entre las otras Pleamar y Bajamar.- Es esencial -- por consiguiente, al usar las Tablas de Mareas, fijarse cuidadosamente en las alturas así como también en las horas de las mareas.

a).- **Hora.**- La clase de tiempo que se usa en las predicciones en cada estación está indicada por la hora del Meridiano que aparece en la parte inferior de cada Página.

b).- **Plano de Referencia.**- El Plano de Referencia respecto al cual están referidas las alturas predichas es el mismo que el usado en las cartas de la localidad.- El Plano de Referencia para la Costa del Atlántico de los E.U.A. es la Bajamar Promedio.

La depresión del Plano de Referencia bajo el Nivel medio del Mar para cada una de las estaciones de referencia es tá dada en la página 6 de dichas Tablas.



c).- Profundidad del Agua.- Las Cartas Náuticas publicadas por los E.U.A. y otras Naciones Marítimas, muestran las profundidades del agua referidas al Plano de Referencia de la Bajamar correspondiente al mismo Plano del cual han sido registradas las Alturas de Marea precedidas.- Para encontrar la verdadera profundidad del agua en cualquier momento, la Altura de la Marea debe ser sumada a la profundidad que aparece en la Carta (o sea la profundidad Cartografiada).- Si la altura de la Marea es negativa, esto es, si tiene un signo menos antepuesto a la altura tabulada, deberá ser restada de la profundidad Cartografiada.

Para un cualquier momento entre la Pleamar y la Bajamar, la altura de la Marea puede ser interpolada entre las Alturas de las Mareas precedente y siguiente, o bien podremos usar la Tabla III.- En algunas Cartas extranjeras las profundidades bienen dadas en metros, y en tales casos -- las alturas de Mareas deberán ser reducidas a metros multiplicandolas por el factor 0.3 antes de ser aplicadas a las profundidades cartografiadas.

De acuerdo con lo que conocemos a cerca del retardo de la Luna (es decir, que el día solar es menor en 50<sup>m</sup> aproximadamente que el día Lunar o de Marea), en ciertos días de cada mes ocurrirán solamente una Pleamar y una Bajamar, - esto es, solamente una Pleamar y una Bajamar ocurrirán durante el período de un día Lunar.- A estas Mareas se les da el nombre de "Diurnas".- En tales casos podemos notar la falta de dichos valores en las columnas correspondientes a Pleamar y Bajamar.

EJEMPLO:-

Estación de Referencia.- Tampico.

(De la Tabla I).

<u>Pleamar.</u>	<u>Altura.</u>	<u>Bajamar.</u>	<u>Altura.</u>
3h 21 <sup>m</sup>	1' 9 (pies)	18h 14 <sup>m</sup>	(-) 0' 4

Estación Subordinada: Veracruz.

(De la Tabla II).

<u>Dif. en Hora.</u>	<u>Dif. en Altura.</u>
( + ) 1h 40 <sup>m</sup>	( + ) 1' 1

Por consiguiente, el resultado será:

5h 01 <sup>m</sup>	( + ) 3'	19h 54 <sup>m</sup>	( + ) 0' 7
--------------------	----------	---------------------	------------

TABLA II.- Diferencias y constantes de Mareas.

a).- Diferencias en Tiempo.- Para determinar la hora de la



Pleamar o de la Bajamar en cualquiera de las Estaciones enlistadas en esta Tabla, vienen dadas en la columna en cabezada "Tidal difference", "Time of Tide", la hora que debe ser agregada o sustraída a la hora de la Bajamar o la Pleamar de la Estación de referencia.- Estas diferencias son aplicables a las horas tanto en la Pleamar como en la Bajamar excepto cuando en alguna otra forma se haga la indicación respectiva. Un signo nos indicará que la marea en la estación subordinada será más tarde que en la estación de referencia y la diferencia deberá ser sumada; por el contrario un signo menos indicará que la marea sucede más temprano y la diferencia deberá ser restada.

Para obtener las mareas en una estación subordinada en cualquier fecha, aplique la diferencia a las mareas de la estación de referencia para esa misma fecha, excepción hecha de aquellos casos en que, para obtener una marea A.M. sea necesario usar la marea P.M. del día anterior en la estación de referencia; o para obtener una marea P.M. sea necesario usar la marea A.M. del día siguiente.- Por ejemplo: Si una pleamar ocurre en la estación de referencia a las 22 hs. del día 2 de Julio, y la marea en la estación subordinada ocurre 3 hs. más tarde, entonces la pleamar ocurrirá, en la estación subordinada, a las 1 hs. del 3 de Julio.- En el segundo caso, si una pleamar en la estación de referencia ocurre a las 2 hs. del día 17 de Julio, y la marea en la estación subordinada ocurre 5 hs. más temprano, entonces la pleamar en la estación subordinada se verificará a las 21.00 horas del día 16 de Julio.

Los resultados obtenidos al hacer la aplicación de las diferencias de horas, serán de la misma clase de la hora indicada por el meridiano de tiempo que aparece directamente abajo de la diferencia para la estación subordinada.

b).- Diferencias de Altura.- Las alturas de la Marea referidas al plano de referencia de las cartas se obtienen por medio de las diferencias de altura o relaciones. En esta Tabla se usan dos sistemas de diferencias de altura.- Para los E.U., México, América Central, Las Indias del Oeste y Colombia, solamente viene dada la diferencia en altura de la Pleamar.- En tales lugares la altura de la Bajamar debe tomarse igual que para la estación de referencia. Para toda otra localidad en donde los Planos de Referencia difieren de lugar a lugar viene dada la diferencia en altura tanto para la pleamar como para la bajamar, el signo más ( + ) indicará que la diferencia debe ser sumada a la altura de la estación de referencia, y el signo menos ( - ) que debe ser restada.



**TABLA III:-**

Explicación de la Tabla.- (Lo siguiente es una nota que aparece al calce de la Tabla III).- Obtenga de la Tabla de predicciones la pleamar y la bajamar de las cuales una es antes y otra después de la hora para la cual se requiere la altura.- La diferencia entre las horas en que ocurren estas mareas es la duración del flujo o del reflujo (Duration of Rise of fall), y la diferencia entre sus alturas es el alcance de marea (Range of tide).- Determine la diferencia entre la más cercana pleamar o bajamar y la hora para la cual se requiere la altura.

Entre a la Tabla con la duración del flujo o del reflujo, (que aparece impresa con los tipos gruesos y oscuros) que más se aproxime al valor real que se tiene, y sobre la línea horizontal correspondiente encuentre la hora de la más cercana Pleamar o Bajamar que más se aproxime con la correspondiente diferencia verdadera que se tenga.

La corrección deseada estará en la columna directamente hacia abajo del anterior valor encontrado (la corrección) y sobre la línea horizontal correspondiente a la altura de marea que se tenga.

Cuando la más próxima marea sea una Pleamar, reste la corrección.

Cuando la más cercana marea sea una bajamar, sume la corrección.

**EJEMPLO:-**

Se requiere la altura de la marea para las 7h 55m 00s del día 10 de Agosto de 1949 en el Puerto de Veracruz.

Agosto 10 de 1949.

Estación de Referencia: Tampico.

Pleamar.

Bajamar.

h - m	feet
5 - 22	1.4
14 - 02	1.5

h - m	feet
9.9	1.3
22.00	0.4

Estación subordinada: Veracruz.

Diferencia en horas.

Diferencia en Altura.

h - m  
(-) 1 - 40

feet  
(+) 1.1

ESTE VOLUMEN ES PROPIEDAD DEL ESTADO MAYOR NAVAL



Mareas y Alturas para Veracruz.

Pleamar.

Bajamar.

h - m		feet	h - m		feet
	5-22	1.4		9.19	1.3
	1-40	1.1	( + )	1.40	---
( + )	7-02	( + ) 2.5		10-59	1.3
	14-02	1.5		22-00	0.4
( + )	1-40	1.1	( + )	1.40	---
	15-42	2.6		23-40	0.4

Duración del Reflujo.

(1) 10 h 59  
7 - 02

Dif. of fall = 3-57

Diferencia entre la más próxima marea (Pleamar) y la hora dada

(2) 7-55  
7-02

Time of Nearest fall = (-) 53m

Altura de la Marea.

2.5  
1.3

(3) Rise of Tide = 1.2

Corrección (-) 0.1 ft.

Altura de la Marea a las 7<sup>h</sup> 55<sup>m</sup>: 2.5 - 0.1 = 2.4ft.

NOTA:- Cuando la duración del flujo o del reflujo es mayor que 10<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> (máximo valor que aparece en las tablas) entre a la Tabla con la mitad de la duración dada y con un medio del tiempo a la más cercana pleamar o bajamar; pero si la duración del flujo o del reflujo es menor que 4 hs. (mínimo valor que aparece en las Tablas) entra a la Tabla con el doble de la duración dada y con el doble de la hora a la más cercana Pleamar o Bajamar.

Similarmente cuando la altura de Marea es mayor que 20; entre a la Tabla con la mitad de la altura dada.- La corrección tabular encontrada deberá ser entonces duplicada antes de ser aplicada a la altura dada de la pleamar o la bajamar.- Si la altura de marea es mayor



que 40 pies, tome una tercera parte de esa altura y multiplique la corrección encontrada por tres.

METODO APROXIMADO:- Si se requiere la altura de marea para un determinado número de horas en cierto día, podrá obtenerse la curva completa de mareas para ese día, por medio de la Regla llamada de "Un cuarto un décimo". El procedimiento es como sigue:

- 1.- En papel cuadrículado (milimétrico de preferencia), plotee los puntos de la pleamar y de la bajamar en el orden en que ocurran ese día midiendo las horas horizontalmente y las alturas verticalmente.- Estos serán los puntos básicos de la curva.
- 2.- Dibuje líneas rectas delgadas conectando los puntos representativos de las sucesivas pleamares y bajamares.
- 3.- Dividida cada una de estas líneas rectas en cuatro partes iguales, el punto medio de cada línea dará otro punto para la curva.
- 4.- En los cuartos puntos adyacentes a la pleamar, trace líneas verticales hacia arriba del punto, y en los cuartos puntos adyacentes a las bajamares trace líneas verticales hacia abajo de los puntos haciendo la longitud de estas líneas igual a un décimo de la altura entre las pleamares y bajamares usadas. Los puntos que marquen los extremos de estas líneas verticales nos darán dos puntos intermedios adicionales para la curva.
- 5.- Trace una curva suave a través de los puntos de pleamares y bajamares así como de los puntos intermedios, procurando que esta curva sea bien redondeada cerca de las pleamares y bajamares.- Esta curva será muy aproximadamente la curva real de mareas, y las alturas para cualquier hora del día podrán ser obtenidas a escala fácilmente en ella.

#### CAPITULO IV

#### "OCEANOGRAFIA DINAMICA .- CORRIENTES"

a).- Definiciones:-

- 1.- Una corriente está considerada como siendo el movimiento horizontal del agua, a diferencia del ascenso y descenso vertical de la marea.- Una corriente se mide por su velocidad, mientras que la marea se mide por su altura, pueden clasificarse como "Corrientes de Mareas" y "Corrientes" no debidas a la

BIBLIOTECA ESTADO MAYOR MARIL



Marea", pero la corriente real que se encuentra en cualquier localidad es usualmente una resultante - de ambos movimientos: el de marea y el no debido - a la marea.- Las corrientes de mareas son periódicas y usualmente originadas por causas astronómicas.

Las corrientes no debidas a las mareas no son periódicas y en la mayoría de los casos son el resultado de condiciones meteorológicas prevalentes.

2.- Las corrientes de mareas vienen a ser una parte -- del mismo movimiento general que se manifiesta en las mareas por un ascenso y descenso verticales.- Este movimiento puede ser en parte, del tipo de -- una "ola progresiva", y en parte, del tipo de una "ola estacionaria".- Una ola progresiva es aquella cuya cresta avanza a lo largo de una determinada -- dirección del agua viniendo a ser las horas de las pleamares y bajamares más y más tarde conforme la ola se mueva hacia adelante. Una ola estacionaria es aquella que oscila alrededor de su eje recorriendo la pleamar simultáneamente en toda el área completa de un lado del eje mientras en el otro lado ocurre la bajamar.

3.- Las corrientes de mareas tienen los mismos períodos que las mareas, estando sujetas a variaciones -- similares debido a los cambios en las condiciones astronómicas.

Así, las corrientes de mareas pueden ser semidiurnas, diurnas o mixtas, de acuerdo con el tipo de -- marea existente en la misma área general.

4.- Las corrientes de mareas pueden clasificarse como "reversibles" y "giratorias".- Corrientes reversibles son aquellas que fluyen alternativamente en -- direcciones aproximadamente opuestas con un período de estacionamiento (falta de movimiento en el -- agua) en cada cambio de dirección.- Las corrientes de este tipo se registran normalmente en los ríos estrechos en donde la dirección del flujo está -- más o menos restringida a ciertos canales.- Las corrientes giratorias son aquellas que avanzan continuamente en dirección del flujo cambiando de dirección en todos los puntos del compás durante el período de la marea.- Las corrientes giratorias -- ocurren usualmente mar adentro en donde la dirección del flujo no está restringida por ningún obstáculo.

5.- Las corrientes no debidas a las mareas pueden con-



siderarse de dos clases:-- Permanentes y temporales.

Las corrientes permanentes son aquellas que fluyen más o menos continuamente en una dirección incluyendo en las características también conocidas de la circulación oceánica como la "Ecuatorial Current", "Gulf Stream", "Japan Current" etc., y también la corriente en un río por la descarga de aguas pluviales.-- Las corrientes temporales son aquellas de carácter temporal y que son producidas principalmente por cambios en las condiciones meteorológicas.-- Las corrientes creadas por la acción del viento constituyen el ejemplo más común.

- 6.- Las corrientes reversibles de marea, cambian en la dirección de su flujo. Cuando el movimiento es hacia la costa o río arriba, se dice que la corriente está "entrando" y cuando el movimiento es en dirección opuesta se dice que está "saliendo".
- 7.- En el tipo normal semidiurno de corriente reversible, el flujo es aproximadamente de 6 hs. en cada dirección, ocurriendo un estacionamiento en cada cambio de dirección de la corriente.

Comenzando con un estacionamiento, la velocidad de la corriente aumenta durante casi 3 hs. hasta un máximo conocido como "intensidad de la corriente", disminuye entonces durante casi 3 hs. hasta el siguiente estacionamiento; la corriente cambia entonces y comienza a desplazarse en dirección opuesta aumentando su velocidad hasta otro máximo y decreciendo finalmente hasta cero, completando así el ciclo de marea semidiurno en un período de 12.42 hs.-- En el tipo diurno de corriente, un ciclo que abarca 24.84 hs. indicará un período completo de entrada y un período completo de salida.

- 8.- Una corriente reversible puede ser representada gráficamente por una curva en la cual las velocidades estén representadas por ordenadas y las horas por las abscisas.

Considerando las velocidades de entrada como positivas y las velocidades de salida como negativas, la gráfica resultante será toscamente aproximada a la curva coseno. Los puntos máximo y mínimo de la curva representarán las intensidades del flujo y reflujo respectivamente (es decir de la entrada y salida), y los puntos donde la curva cruce la línea de velocidad correspondiente al cero indicarán las horas de estacionamiento.-- La Fig.1 de la Lám.IX



es una gráfica representativa de la corriente en la entrada en el Puerto de New York (el tipo normal de corriente reversible semidiurna.)

- 9).- Relación de las horas de la corriente a las horas de la marea.

La relación entre la corriente y la marea dependerá de que el movimiento de la marea sea esencialmente - del tipo de ola progresiva o estacionaria.

En una ola progresiva las horas del flujo y reflujo máximo son teóricamente las mismas que las de la --- pleamar y bajamar respectivamente con estacionamiento intermedio entre la pleamar y la bajamar.- En una ola estacionaria el estacionamiento ocurre en las horas de la pleamar y la bajamar y la intensidad máxima de la corriente en un intermedio entre la pleamar y la bajamar. Los movimientos de marea, sin embargo, bastante complicados, usualmente incluyen tanto las olas progresivas como estacionarias variando así la relación verdadera entre las fases de la corriente y las fases de la marea en los diferentes lugares.- Para cualquier lugar, la relación se aproxima normalmente a una constante que podrá ser determinada por medio de la comparación de todos los datos obtenidos de la observación.

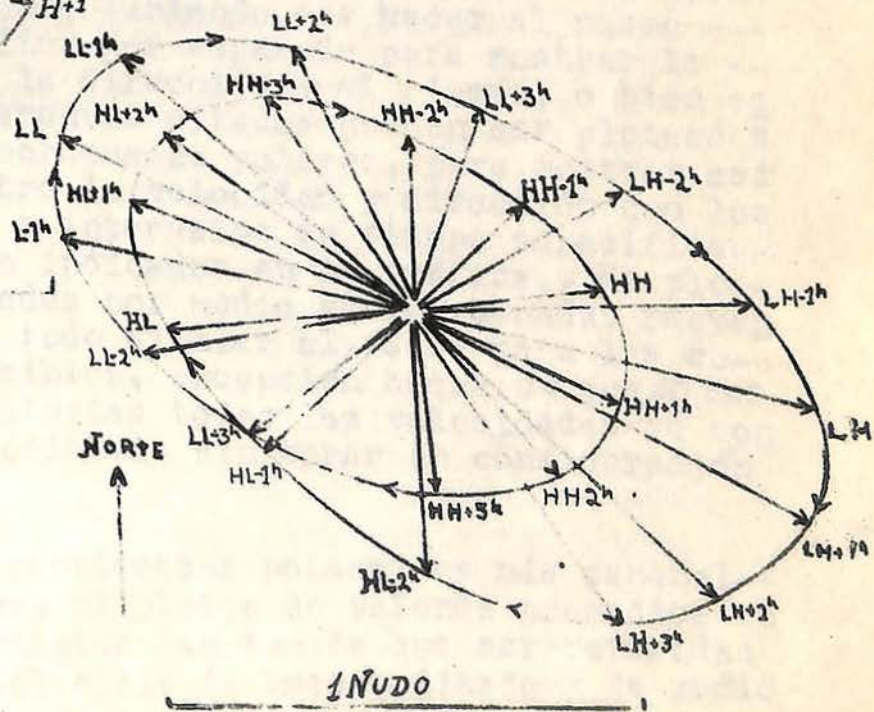
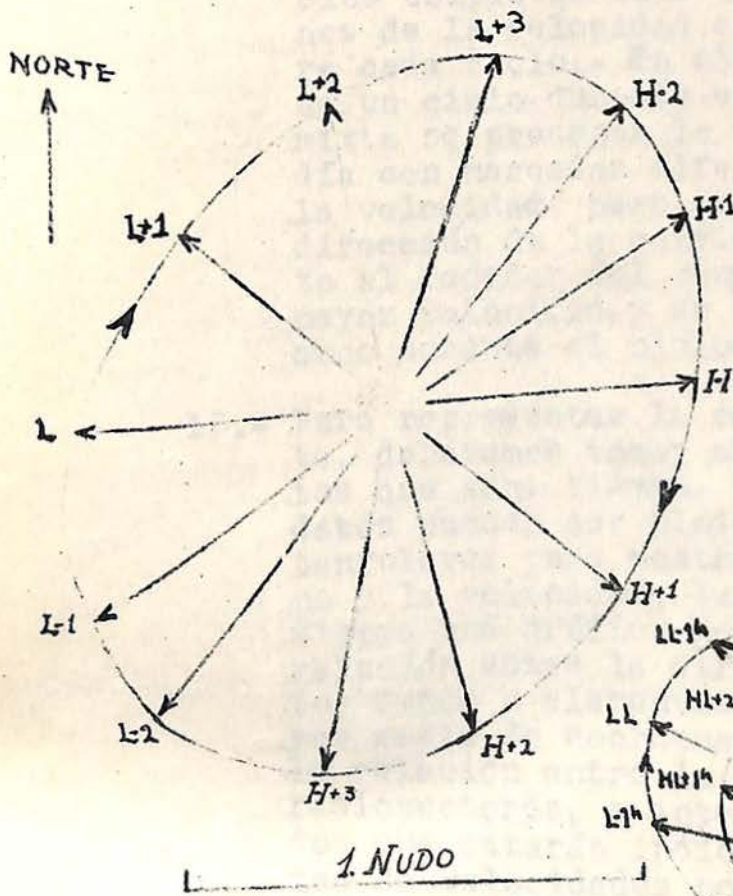
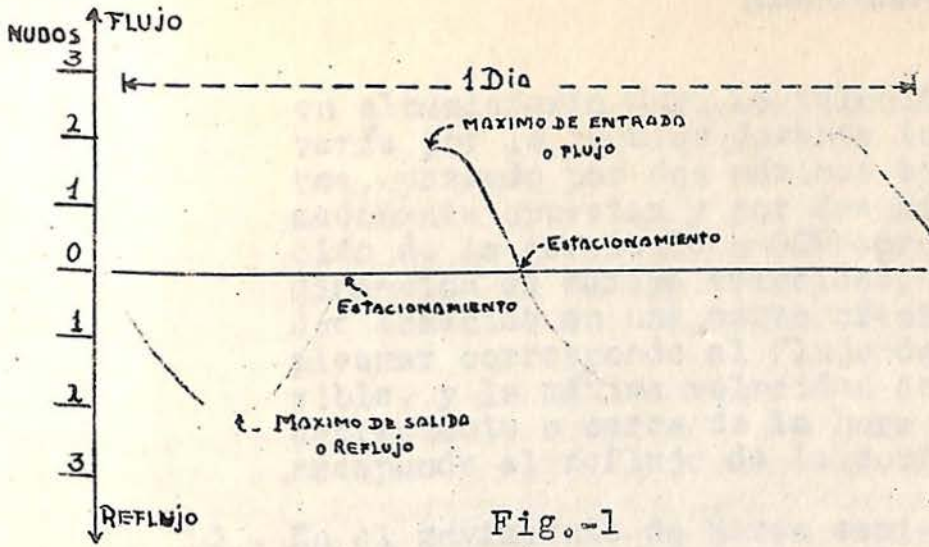
- 10).- Relación entre la velocidad de la corriente y la altura de la marea.

En el tipo de marea de ola progresiva, la velocidad de la corriente es de suponerse que sea más potente en donde la altura de la marea es mayor, pero en una área en donde predomina una ola estacionaria, las corrientes más fuertes ocurrirán usualmente en las cercanías del eje de oscilación en donde la altura de la marea es la mínima, mientras que las más débiles corrientes se encuentran en las cercanías de los senos de las olas en donde el ascenso y descenso de la marea es mayor.- En una combinación de olas progresivas y estacionarias la relación entre la corriente y la marea es bastante complicada.

- 11).- Corrientes giratorias de marea.

En estas corrientes la tendencia a la rotación o cambio de dirección tiene su origen en la fuerza tangencial, (fuerza de desvío) causada por la rotación de la tierra, y a menos que sea modificada por condiciones locales, el cambio de dirección se verificará en el sentido de las manecillas del reloj en el --- hemisferio Norte, y en sentido contrario -----





ESSE VOLUMEN ES PROPIEDAD  
 DEL ESTADO MAYOR MARINA



en el hemisferio Sur. La velocidad de la corriente varía por lo regular durante todo el ciclo de marea, pasando por dos máximas en direcciones aproximadamente opuestas y por dos mínimas con la dirección de la corriente a  $90^\circ$  aproximadamente de la dirección de máxima velocidad.- La máxima velocidad acaecida en una marea creciente o cerca de la pleamar corresponde al flujo de la corriente reversible, y la máxima velocidad acaecida en una marea decreciente o cerca de la hora de la bajamar corresponde al refluo de la corriente reversible.

12.- En el movimiento de marea semi-diurno, la dirección de la corriente giratoria verificará dos ciclos completos cada día lunar, siendo las variaciones de la velocidad aproximadamente las mismas para cada ciclo.- En el movimiento diurno no hay sino un ciclo durante el día.- En el tipo de marea mixta se presenta la tendencia a dos ciclos cada día con marcadas diferencias en las variaciones de la velocidad, pero en la mayoría de los casos la dirección de la corriente verifica un giro completo al rededor del compás solo durante el ciclo de mayor velocidad, y se mueve a través de un limitado arco durante el ciclo de menor velocidad.

13.- Para representar la corriente giratoria gráficamente, deberemos tomar en consideración tres elementos que son: tiempo, velocidad y dirección.- Los datos pueden ser ploteados usando coordenadas rectangulares para mostrar la relación entre el tiempo y la velocidad, teniendo que hacer al mismo tiempo una gráfica por separado para mostrar la relación entre la dirección y el tiempo, o bien estos datos o elementos citados pueden ser ploteados por medio de coordenadas polares, para mostrar así la relación entre la velocidad y dirección con los radiovectores, a intervalos de tiempo especificados que estarán indicados en la gráfica.- El ploteo de velocidades por medio de coordenadas rectangulares es del todo similar al usado para las corrientes reversibles, excepción hecha de que en las corrientes giratorias todas las velocidades se consideran como positivas sin tomar en consideración su dirección.

14.- El sistema de coordenadas polares es más generalmente usado para el ploteo de valores promedios en donde las corrientes han tenido que ser referidas a las horas del ciclo de mareas diario y de medio día, siendo las referencias iniciales por lo regular, las horas de la pleamar y bajamar, o las fases de la corriente principal de alguna estación



standar.- En su más simple forma, su gráfica se aproximará a la forma elíptica.

La Figura 2 de la Lámina IX, representa la corriente de marea semi-diurna promedio, tomada en el Buque Faro de los Bajos de Nantucket, con sus radiovectores referidos a las horas de las mareas en Boston.

Las letras "H" y "L" significan respectivamente las horas de la pleamar y bajamar en Boston, indicando cada radiovector, por su longitud y dirección, la velocidad y dirección de la corriente a las horas asignadas.

La Figura 3 de la misma Lámina, representa el tipo de corriente mixta tomado en el Buque Faro de los Bajos de Swiftsure, que se encuentra fondeado fuera de la entrada del Estrecho de Juan de Fuca.

En esta gráfica, los radiovectores están referidos a las horas de las mareas en Astoria, Oregon, cuyas referencias por separado se han hecho para la pleamar máxima (HH), para la Bajamar máxima (LL), para la más baja Pleamar (LH) y la más alta Bajamar (HL).

La gráfica muestra dos envolventes que cubren el día de marea e ilustra la desigualdad diurna en la velocidad de la corriente.

b).- Instrumentos para observación de las corrientes.

Señal Flotante y Driza.- (Current Pole and Log Line).

- 1.- El más simple y sencillo de los aparatos para observación de las corrientes consiste en una señal flotante y una driza.- Por medio de este aparato pueden obtenerse tanto la velocidad como la dirección de las corrientes superficiales.- La señal flotante que más se usa consiste en un mástil de madera de más o menos tres pulgadas de diámetro y de 15 pies de longitud, usándose para aguas poco profundas un mástil más pequeño.- El mástil tiene un peso en su extremo inferior a manera de hacerlo flotar verticalmente y que sobre-salga cerca de un pie aproximadamente fuera del agua.- Para este propósito se usa una pieza de plomo y su peso podrá cambiarse a manera de adaptar el mástil para las observaciones en aguas de diferente densidad; así, será necesario usar un peso mayor en agua salada que en agua dulce.



- 2.- La driza o línea que está unida al mástil, es de más o menos  $3/16$ " de diámetro y de algunos centenas de pies de longitud.- Esta driza se encuentra enrollada en un carrete que está montado en una plataforma o soporte especial.- La línea está graduada en tal forma que la velocidad de la corriente, expresada en nudos y décimos de nudo, sea indicada directamente por la cantidad de línea que sea desenrollada por el mástil en su movimiento en un determinado intervalo de tiempo.- El intervalo de tiempo generalmente adoptado es de 60 segundos, y puesto que una corriente con una velocidad de 1 nudo (o sea 6080 pies por hora) desplazará el mástil, y por consiguiente a la driza, a una distancia de  $1/60$  de 6080 o sean 101.33 pies por minuto; las graduaciones unitarias de la driza se encuentran espaciadas a 101.33 pies.- Las subdivisiones correspondientes a los décimos de nudo están espaciadas a 10.13 pies.
- 3.- Las graduaciones unitarias están marcadas por piezas de cinta de algodón en las cuales están marcados los nudos, indicando el número de nudos (amarres) en cualquier cinta, la velocidad de la corriente expresada en nudos o millas náuticas por hora.- El punto inicial o "cero" de las graduaciones debe estar marcado en una forma perceptible.- Las subdivisiones para los décimos de nudo están marcadas por piezas de cordel aceitado de acuerdo con las siguientes especificaciones:- Para cada una de las fracciones 0.1, 0.2, 0.3, y 0.4, un solo cordel con uno, dos, tres y cuatro amarres respectivamente; para la fracción 0.5 un doble cordel sin nudos; y para cada una de las fracciones 0.6, 0.7, 0.8 y 0.9, un doble cordel con uno, dos, tres y cuatro amarres respectivamente.
- 4.- La "saga" es una porción de driza sin graduar entre el mástil y la graduación inicial de la línea propiamente dicha.- La saga debe tener una longitud de 100 pies a fin de permitir que el mástil llegue a una posición más allá del efecto de las aguas perturbadas en la estela del buque antes de empezar a medir la velocidad de la corriente.- Esta porción de saga, unida directamente al mástil y usada para sobrepasar por completo esas aguas, debe ser un poco más gruesa y resistente que la driza en sí misma.
- 5.- Para fijar la duración del recorrido del mástil, se usa generalmente un cronógrafo de bolsillo.- Estando el mástil en el agua y todo preparado en el momento preciso para empezar la observación, deberá

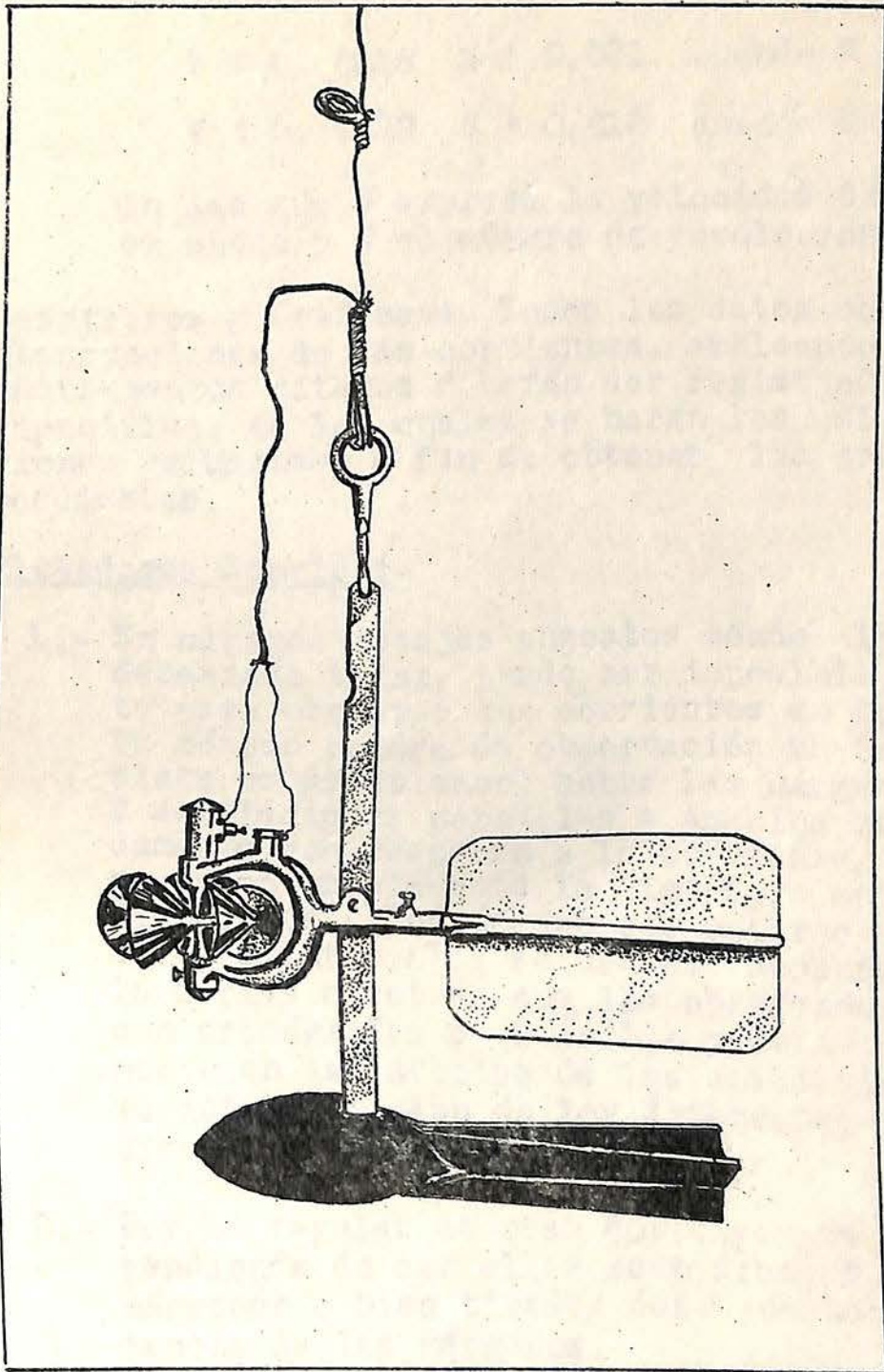


dejarse correr la saga, y cuando el "cero" o punto inicial de la porción graduada de la cinta pase por una marca fija de referencia, provista para el caso a bordo del buque, se apretará el botón del cronógrafo.- Deberá entonces dejarse salir libremente la línea graduada hasta que haya pasado un minuto.- En tal instante deberá detenerse la salida de la línea, leer la velocidad de la corriente en nudos y décimos directamente en la graduación de la línea más cercana a la marca de referencia del buque, y anotar de inmediato la lectura correspondiente en la libreta de registro.- La dirección de la corriente que estará indicada por la posición que ocupa el mástil podrá determinarse por medio de marcaciones con compás, con táxímetro de alidada, o simplemente por medio de ángulos tomados con sextante valiéndose de un objeto de referencia cuya marcación desde el buque sea conocida.

- 6.- Si la corriente es muy fuerte deberá emplearse un recorrido de sólo 30 segundos en lugar de un minuto completo, y en este caso la velocidad corresponderá al doble de la lectura tomada.- Para una corriente muy lenta deberá dejarse correr la línea hasta dos minutos, en cuyo caso la velocidad corresponderá a la mitad de la lectura tomada.- Deberá tenerse cuidado de no dejar salir la driza con mayor rapidéz de la que el mástil puede arrastrarla por sí mismo.- En una corriente muy lenta podrán presentarse algunas dificultades debido a la inmersión de la driza.- En estos casos, y para eliminar este inconveniente, se acostumbra atar corchos en cada graduación correspondiente a los décimos de nudo.

Medidor de corriente "Price".- El medidor de corriente "Price" está diseñado para medir la velocidad de la corriente pero no su dirección.- El instrumento consiste esencialmente de una rueda con timón formado con un determinado número de dispositivos cónicos a manera de copas, y que puede girar libremente con la corriente indicando la velocidad por la rapidéz de su rotación.- Una conexión eléctrica a un audífono exterior ayuda al observador a contar el número de revoluciones durante cualquier intervalo de tiempo, pudiendo posteriormente determinar la correspondiente velocidad de la corriente por medio de una tabla de equivalencias.- Si se desea puede ser conectada también eléctricamente a un diseño de registro automático.- La Figura de la Lámina X puede dar una somera idea de la forma general de este instrumento.- Las tablas de equivalencias (Publicación Especial No.215 del U.S.Coast





Medidor de Corrientes marca "PRICE".



and Geodetic Survey) están basadas en las siguientes fórmulas:

$$V = 0.0216 N + 0.021 \quad \text{cuando } N \text{ es } < 30$$

$$V = 0.0219 N + 0.012 \quad \text{cuando } N \text{ es } > 30$$

en las que V expresa la velocidad de la corriente en nudos y N el número de revoluciones por minuto.

c).- Registros y Gráficas:- Todos los datos obtenidos de las observaciones de las corrientes, empleando los métodos e instrumentos citados deberán ser registrados en machotes especiales, en los cuales se harán los cálculos y reducciones pertinentes a fin de obtener las gráficas correspondientes.

d).- Flotadores Simples:-

1.- En algunos pasajes angostos donde la corriente es demasiado veloz, puede ser imposible fondear un bote para observar las corrientes en forma usual.- Un método seguro de observación en tales casos consiste en establecer, sobre las márgenes o riveras, 2 enfilaciones paralelas a ángulos rectos aproximadamente con respecto a la corriente, midiendo y anotando previamente la distancia entre dichas enfilaciones.- Podrán entoces echarse al agua flotadores a intervalos regulares dejándolos viajar a la deriva mientras que los observadores, equipados con cronógrafos de bolsillo y estacionados precisamente en las señales de las enfilaciones toman y registran el paso de los diferentes flotadores entre una y otra señal.

2.- Por lo regular se usan dos tipos de flotadores dependiendo de que ellos sean arrojados desde las márgenes o bien tirados desde un bote a cierta distancia de las márgenes.

En el primer caso podrán usarse ventajosamente tiras de madera de 2" x 2" x 18".- Su visibilidad podrá ser aumentada revistiéndolos con tela de color. Si el flotador ha de ser tirado a considerable distancia de las márgenes, se necesitarán usar señales un poco mayores.

Tales señales flotantes pueden consistir en dos piezas de madera en forma de cruz de más o menos 3' de longitud con una tercera pieza en posición vertical de 4' de longitud, siendo el material de madera de 2" x 2".- Una pequeña pieza de tela fijada a la pieza vertical que hace las veces de más.



til coadyuvará en gran manera a la visibilidad, pero no deberá ser tan grande que haga que el movimiento del flotador sea materialmente afectado por el viento.

- 3.- La velocidad de la corriente podrá determinarse por la distancia entre las señales y el tiempo empleado por el flotador para recorrer esta distancia por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad en nudos} = \frac{\text{Distancia entre las señales, en pies.} \times 0.592}{\text{Tiempo para recorrer la distancia, en segundos.}}$$

Cuando deban usarse las mismas señales para un gran número de observaciones, el cálculo de las velocidades podrá facilitarse preparando una tabla de acuerdo con la fórmula anterior.

e).- Procedimientos de operación:-

- 1.- Cada brigada de observación procederá a trabajar tan cerca como sea posible del lugar o estación, que previamente seleccionada, se le haya designado. Mientras sea posible, el bote deberá fondearse a proa o a popa de manera que su posición permanezca lo más fija posible sin borrar por causa de la corriente.- Esto es especialmente importante en canales angostos en donde un pequeño cambio en la posición puede originar diferencias en la corriente. Cuando el fondearse sea impracticable y tenga que usarse una sola ancla, la cadena deberá ser lo más corta posible sin dejar que el ancla haga preza.
- 2.- Después de que el bote haya sido fondeado, deberá determinarse su posición exacta, lo cual podrá hacerse ya sea por marcaciones con el compás o por medio de ángulos con el sextante.- Si se emplea el primer método será necesario tener por lo menos dos objetos de referencia cartografiados, y si se emplea el segundo método deberán existir tres o más de tales objetos.- Mientras sea posible los objetos de referencia deberán seleccionarse en tal forma que los ángulos subtendidos sean lo suficientemente grandes, ya que ángulos menores de 30° usualmente no podrán dar posiciones precisas.- Cuando la posición de la estación deba determinarse por ángulos con el sextante, debe recordarse que este método será inútil si la estación ocupada llegara a encontrarse en el perímetro de un círculo que pase al mismo tiempo por todos los objetos de referencia.



Las marcaciones o ángulos observados deberán ser, - de inmediato, registrados en el libro de registro - para las observaciones, así como la posición de la estación plotada en una carta o en una hoja de trabajo (Plotting-Chart).

- 3.- El plan general para la observación de las corrientes estará formado del todo por las instrucciones dadas por el Jefe de la Brigada.- El procedimiento común consiste en efectuar las observaciones cada - media hora usando el mástil o señal flotante para - las corrientes superficiales y el medidor de co- - rrientes "Price" para las corrientes subsuperficiales.- Antes de comenzar el trabajo deberá comprobarse que los instrumentos esten en buenas condiciones. En el caso de la driza, deberán medirse las distancias entre las marcas de la graduación y corregir - los errores que hubiere.- Puesto que esto es un -- asunto de vital importancia, deberá asentarse en el registro una nota relativa a la verificación de la driza.
- 4.- La dirección de la corriente superficial se obtiene por medio de las observaciones efectuadas con el -- mástil; ya dejamos asentado que para este propósito podrán emplearse cualquiera de los métodos comunes que son: usando directamente el compás por medio -- del taxímetro en conexión con el compás del buque, o por ángulos con el sextante a objetos de referencia cartografiados.

En general, el uso de ángulos con el sextante no podrá adaptarse a las observaciones continuas, puesto que los objetos de referencia podrán frecuentemente ser ocultados por la niebla o la obscuridad. Este - método es sin embargo de sumo valor en las comprobaciones ocasionales cuando se use el Pelorus o el -- Compás.

- 5.- Las observaciones subsuperficiales con el medidor - "Price" se toman generalmente a tres profundidades, o sean a los 2, a los 5, y a los 8 décimos de la - profundidad del agua existente en dicha estación.- El medidor será sumergido primero a la menor pro- - fundidad y deberá de tenerse en esta posición du- - rante un minuto mientras las revoluciones de la - rueda de conos sean contadas y registradas.- Se -- sumergirá así sucesivamente el medidor a las pro- - fundidades intermedias y mayor, efectuándose obser- - vaciones similares. Las observaciones se repetirán a esas mismas profundidades pero en orden inverso - conforme el medidor vaya siendo cobrado.- Puesto -- que es de conveniencia efectuar las observacio- - nes tan cerca como sea posible de las horas o



medias horas exactas, deberá procurarse efectuar la observación correspondiente a la menor profundidad tantos minutos antes de la hora o media hora exacta, conforme la observación de repetición a la misma profundidad deba ser tomada después de ese momento.- El promedio de las dos observaciones en cada profundidad podrá ser entonces atribuido a las horas o medias horas exactas.- En el caso de que deban hacerse observaciones con el mástil o señal flotante, deberán efectuarse a continuación de la primera observación mencionada a la mayor profundidad, antes de comenzar la serie de observaciones de repetición.

Finalmente citaremos que, al igual que las tablas de mareas, existen también tablas de corrientes, que nos facilitan el determinar, para un lugar dado, tanto las horas como las velocidades del flujo y del refluo de la corriente en ese lugar.- Sin embargo, estas tablas solo han sido construidas para casi todos los lugares de la costa del Atlántico y del Pacífico de los E.U. únicamente.- Su manejo es del todo sencillo pues basta conocer cuál es la estación de referencia con respecto a la que han sido tabulados los valores de la corriente para un lugar dado, para encontrar las horas y velocidades correspondientes a todos los días del año para dicho lugar.

Será suficiente el hojear dichas tablas para darse cuenta completa de su distribución y sencillo manejo.

Para un estudio más amplio y detallado de las "Corrientes" y de los "Instrumentos de Observación de las Corrientes", puede consultarse el "Manual de Observación de las Corrientes" Publicación Especial No. 215 del U.S. Coast and Geodetic Survey.

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-  
-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-  
-o-o-o-o-o-

