

## HIDROGRAFÍA

El presente capítulo tiene el propósito de entregarle al cadete naval, un visión general de los principales aspectos relacionados con la confección de una carta náutica, desde que es ideada, pasando por todo el proceso de planificación, terreno y por último su impresión. Se hará énfasis en la actividad hidrográfica en terreno, ya que constituye un aspecto muy importante y que eventualmente todo oficial subalterno debe estar en condiciones de apoyar al Oficial especialista en Hidrografía.

### I.- INTRODUCCIÓN

La hidrografía es la ciencia que mide y describe las características que afectan de la navegación marina, incluyendo profundidades, de a costa loses, de mareas, de corrientes de los tipos inferiores, y de obstrucciones submarinas. La casta náutica representa los datos científicos recogidos por los datos úsables por el mariner

Un levantamiento tiene por principal propósito determinar la profundidad del agua; configuración y naturaleza del fondo; dirección y fuerzas de las corrientes; alturas y horas de los estados de las mareas; y posición de objetos fijos cuyo objetivo sea necesario para el levantamiento y para la navegación". Además se incluye el levantamiento e investigación de las características de la costa, posición y altura de las islas, rocas y arrecifes, forma de la línea de costa, profundidades del océano y mares, distribución de la característica del fondo, estructura geológica, mareas y corrientes, geomagnetismo, gravedad, etc.

El propósito de un levantamiento hidrográfico, es que sus resultados sean compilados en cartas y otras publicaciones náuticas, de ayuda al navegante.

### II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN LEVANTAMIENTO HIDROGRAFICO

La carta final debe ser la representación exacta, inteligente y al día, de toda el área que ella cubre. En adición a los detalles que actualmente aparecen en la carta, una gran variedad de información suplementaria es necesaria y ella es incluida en los Derroteros y otras publicaciones náuticas. Los requisitos de un levantamiento hidrográfico, pueden ser brevemente establecidos como sigue:

III.- El área del levantamiento debe ser íntegramente sondada, recorriéndola en forma regular, a través de líneas paralelas y convenientemente espaciadas, a objeto de asegurar que no hay irregularidades en las profundidades y que, cuando tales irregularidades son encontradas, el lugar sea examinado muy en detalle, tomando sondajes adicionales, y si es necesario, haciendo barridas o realizando inspecciones con buzos.

B.-La exacta posición y la mínima profundidad sobre cada bajo, incluyendo arrecifes sumergidos, rocas, restos de un naufragio y otras obstrucciones deben ser definidas para asegurar la navegación.

V.-

La posición de rompientes, escarceos de mareas, remolinos, algas, y objetos similares de interés e importancia para el navegante deben ser fijados y mostrados en la carta.

VI.- La naturaleza del fondo marino debe ser determinada a intervalos frecuentes y regulares, especialmente en profundidades, donde los buques puedan fondear.

VII.- Las rutas recomendadas de navegación deben ser sondeadas con particular cuidado.

VIII.-La línea de costa se representará por la línea de pleamar, o bien, cuando la marea no sea apreciable, por la línea del Nivel Medio del Mar.

IX.- Todos los rasgos topográficos que puedan ser de valor para el navegante, para reconocer la costa y para determinar su posición, deben estar cuidadosamente fijados. Especial atención debe ser puesta en los objetos conspicuos. La altura de todos esos objetos también debe ser determinada y registrada.

- X.- Deben realizarse observaciones del comportamiento de la marea, con el propósito de referir todos los sondeos a un nivel de referencia común. Si fuese posible, las observaciones deben prolongarse de manera que su análisis permita determinar las constantes de mareas.
- XI.- Mediciones de la intensidad y dirección de las corrientes, también deben ser hechas de modo que el navegante considere estos parámetros en sus decisiones. Si el tiempo lo permite, suficientes observaciones deberían realizarse para permitir que los resultados sean analizados e incorporados a publicaciones apropiadas.
- XII.- Toma de fotografías que ayudarán a fijar la posición del buque. Estos a menudo ayudarán al navegante en el reconocimiento de la costa, de una zona con la cual él no está familiarizado.
- K.- Descubrir alteraciones locales de la variación magnética.
- XIV.-
- XV.- Indagación de los nombres de los accidentes geográficos prominentes e importantes de la costa. La nomenclatura y escritura correcta son materias de gran importancia.
- XVI.- Recopilación de toda la información que pueda ser de uso en la compilación y corrección del Derrotero. Esta información debe incluir una descripción general de la costa, de las islas y de los peligros; direcciones para entrar y salir de los puertos; características de los faros y otras ayudas a la navegación, y las facilidades que ofrecen los puertos.
- XVII.- El levantamiento debe ser localizado en la superficie de la tierra, ya sea determinando su posición geográfica o vinculándolo a trabajos anteriores.
- XVIII.- Los vértices geodésicos y estaciones de posicionamiento deben quedar con marcas permanentes, de modo tal que puedan ser de uso más adelante, para extender el trabajo o volver a realizar un levantamiento en la misma área. Deben elaborarse las monografías o descripciones de los vértices y estaciones de posicionamiento, lo que permitirá su uso futuro.
- XIX.- Todas las mediciones deben registrarse en forma clara y comprensible. Ellas serán de mucho valor para el procesamiento de los datos, la elaboración de la carta y su respaldo técnico.
- XX.- El Hidrógrafo deberá esforzarse en compilar cualquier información de valor para el avance del conocimiento científico. Las condiciones meteorológicas en el área del levantamiento, ciertos parámetros oceanográficos y la calidad del fondo, son datos complementarios muy importantes.

## - DESCRIPCION GENERAL DE LAS ETAPAS DE UN LEVANTAMIENTO.

### A.- PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD HIDROGRÁFICA

Los principales factores que deben tomarse en cuenta, antes de dar inicio a una actividad hidrográfica son las que se indican. Cualquier error puede significar el fracaso de la tarea:

- El área debe estar exactamente definida del tipo del examen de examen debe satisfacer las necesidades propias de la carta.
- Personal y equipamiento disponible. P
- Plataformas consideradas (embarcaciones, helicóptero, naves, lanzamientos, avión, recipientes arrendados, acuerdos cooperativos). Disponibilidad de fotografías aéreas.
- que limita los factores como presupuesto, política, apremios geográficos u operacionales, limitaciones y fallas del sistema de colocación, entrenamiento del personal, logística, etc.

Una vez decidida la campaña a realizar que se decidan estas ediciones, debe ser revisada y analizada toda la información disponible del área del examen se repasa. Esto incluye:

- 1.- Fotografía aérea
- 2.- Información geodésica
- 3.- Datos basados en los satélites, datos topográficos
- 4.- Datos de mariners.
- 5.- El Boletín de Avisos a los Navegantes
- 6.- Cartas náuticas y del IGM existentes del área.
- 7.- Climatología
- 8.- Ubicación probable de los sensores,
- 9.- Calidad esperada del fondo.
- 10.- Información de marea (Se revisan considerando los estándares previstos en la exactitud de marea).
- 11.- Datos relativos a la calidad del agua.
- 12.- Datos del área como poblados, apoyo logístico, comunicaciones, etc.
- 13.- Cualquier otra información de utilidad que afecta al examen.

Los encargados de planificar y examinar entonces compilan la información que deberán ser muy cuidadosos en el análisis de cada detalle, cualquier aspecto aunque menor, no debe dejarse de lado, ya que este podría afectar a futuro la confección de una carta de navegación (falta de sondas, imposibilidad de vincular un área, etc.)

## **B.- FASES DEL PROCESO HIDROGRÁFICO**

- **Planificación**

Se define la carta a desarrollar en base a las necesidades nacionales y la disponibilidad de recursos. Las cartas a publicar se encuentran definidas en La Cobierna Cartográfica Náutica Nacional que constituye el ideal de cartas náuticas que debería contar el país. En esta etapa se define cada detalle de la comisión

- **Fotogrametría y geodesia.**

Considera la adquisición de las fotografías aéreas del área, que mediante un proceso especial nos permite obtener una representación de la costa y los accidentes geográficos del área constituyendo la base para la futura carta de navegación. También se definen los puntos que deben ser medidos en tierra para "amarra" con coordenadas geográficas a la fotografía.

- **Actividades de terreno.**

En esta etapa se miden en terreno las profundidades, las alturas, las mareas, las corrientes, etc.; se obtienen posiciones geográficas para relacionarlas con las fotografías aéreas (vinculación geodésica), entre muchas otras actividades

- **Proceso de la data en gabinete.**

En esta etapa se procesa nuevamente toda la información obtenida en terreno, se reducen las profundidades al nivel de reducción de sondas, se ajustan las posiciones satelitales y por último todo esto se compila junto con la restitución aerofotogramétrica, información que está lista para ser entregada a Cartografía para su posterior proceso.

- **Edición de carta náutica.**

A los datos ya procesados, se le incorporan los nombres, la simbología, advertencias, características de los faros, etc.. Luego se efectúa una validación y verificación de toda la información existente u omitida, para que una vez aprobado por el Sr. Director del SHOA, la carta pasará a prensa para su producción definitiva.

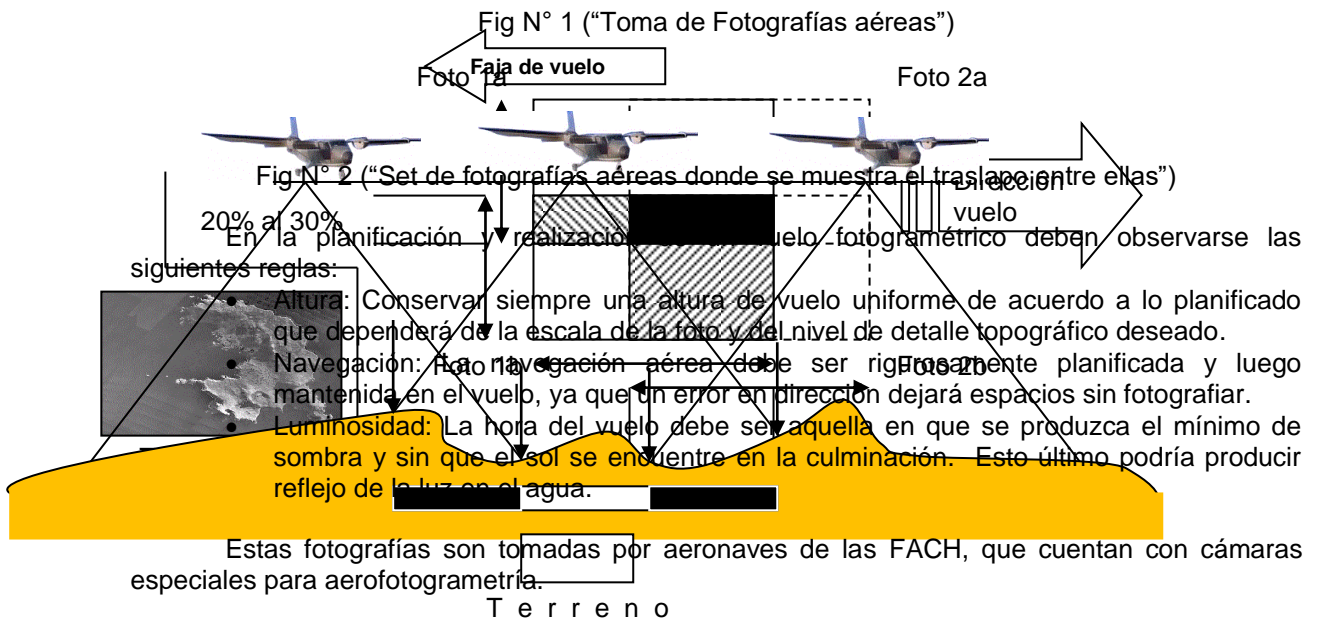
## **C.- FOTOGRAMETRÍA Y GEODESIA**

La fotogrametría es el mejor método para representar grandes regiones en forma económica, fidedigna y precisa, lo que resulta inalcanzable con los procedimientos clásicos de la topografía.

El principio de la fotogrametría consiste en fotografiar mediante cámaras instaladas en un avión, parte de una misma zona desde dos puntos diferentes, obteniéndose sobre cada fotograma una posición relativa distinta de un mismo punto, posteriormente con la ayuda de instrumentos restituidores, se reconstituirán los rayos en forma gráfica, analítica y digital.

### 1.- El Vuelo Fotogramétrico

El vuelo se realiza por fajas, que equivale a efectuar tomas fotográficas consecutivas mientras el avión se va desplazando en línea recta por el área a levantar. Entre dos fotos consecutivas, debe existir como mínimo un 60% de recubrimiento en el sentido longitudinal y el traslape lateral entre fajas, debe ser de un 20% a un 30%.



### 2.- Modelo estereoscópico

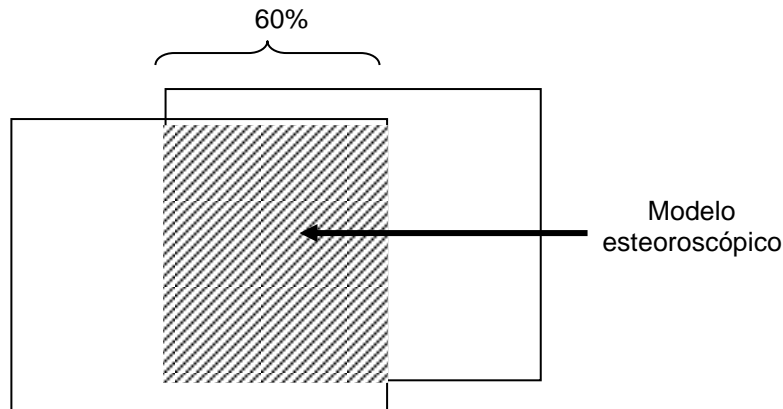


Fig N° 3 ("Modelo estereoscópico")

La base o fundamento de la restitución y aerotriangulación fotogramétrica descansa en el modelo estereoscópico.

El modelo estereoscópico es el área que se repite en dos fotos consecutivas de una faja de vuelo (60%). Esta área común en dos fotos permite determinar el relieve del terreno. Mediante instrumental adecuado, se trazan las curvas de nivel y alturas referidas al Nivel Medio del Mar u otro dátum altimétrico.

### 3.- Control Geodésico

Debido a lo aproximado de la escala de las fotos y a las deformaciones por los movimientos del avión, se hace necesario efectuar mediciones en el terreno, tendientes a escalar las fotos, determinar las alturas y efectuar las rectificaciones al detalle que aparece en ellas.

Este control geodésico que se efectúa en el terreno, puede hacerse para controlar un modelo estereoscópico independiente o para un conjunto de fajas de vuelo o bloque. Generalmente se utiliza el control geodésico por bloque, con lo cual se miden algunos puntos en el terreno y el resto del control se densifica posteriormente por medio de otra técnica llamada aerotriangulación.

Los puntos que se miden en el terreno deben ser perfectamente identificados en cada correspondiente fotograma. Para ayudar a ello, generalmente son señalizados con una lona blanca, mientras el lugar es fotografiado desde un helicóptero. Posteriormente por similitud, con la ayuda de un instrumento para transferir puntos, se traspa el vértice de la foto de helicóptero a la foto del avión.

### 4.- Aerotriangulación

Mediante esta técnica se da control a todos los modelos estereoscópicos del vuelo. Para que exista una adecuada rigidez, cada modelo necesita como mínimo 3 puntos de control altimétrico y 2 puntos de control horizontal.

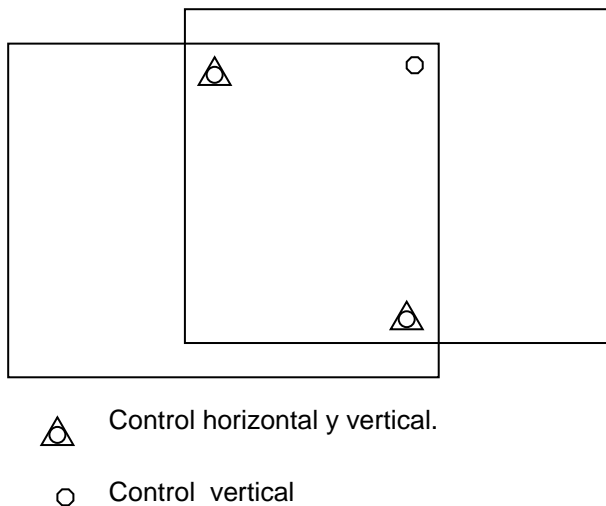


Fig N° 4 ("Aerotriangulación")

### 5.- Restitución

Una vez obtenido el control por modelo, se procede a efectuar las correcciones a las fotos mediante instrumental. De cada modelo se va obteniendo el detalle de la costa, islotes, rocas, sargazos y curvas de nivel; cuando existan, el detalle de las áreas urbanas.

Una vez que se ha efectuado la restitución de todos los modelos que conforman el bloque que cubre la carta de navegación, se procede a compilar en una sola hoja, todas las restituciones parciales. De esta forma se logra el plano topográfico del área.

Desde que se ha introducido la fotogrametría en la construcción de cartas náuticas, se ha experimentado una mejora notable en el delineamiento de la costa y detalles topográficos cercano a costa.

De las fotos aéreas se obtienen los siguientes elementos de una carta náutica:

- 1) **Detalle de costa:** se establece con exactitud la verdadera forma de la costa.
- 2) **Naturaleza de la costa:** mediante la fotointerpretación es posible definir los tipos de costa, es decir, determinar sus características geomorfológicas.
- 3) **Accidentes de la costa:** se puede distinguir fácilmente un canal, un seno, una bahía, una caleta, un estuario, etc.
- 4) **Accidentes naturales o topográficos:** se trazan en forma exacta las curvas de nivel y acatamientos; **Peligros para la navegación:** por medio de fotografías aéreas también es posible detectar bajos fondos, rocas sumergidas, bancos de arena, sargazos, rompientes etc.

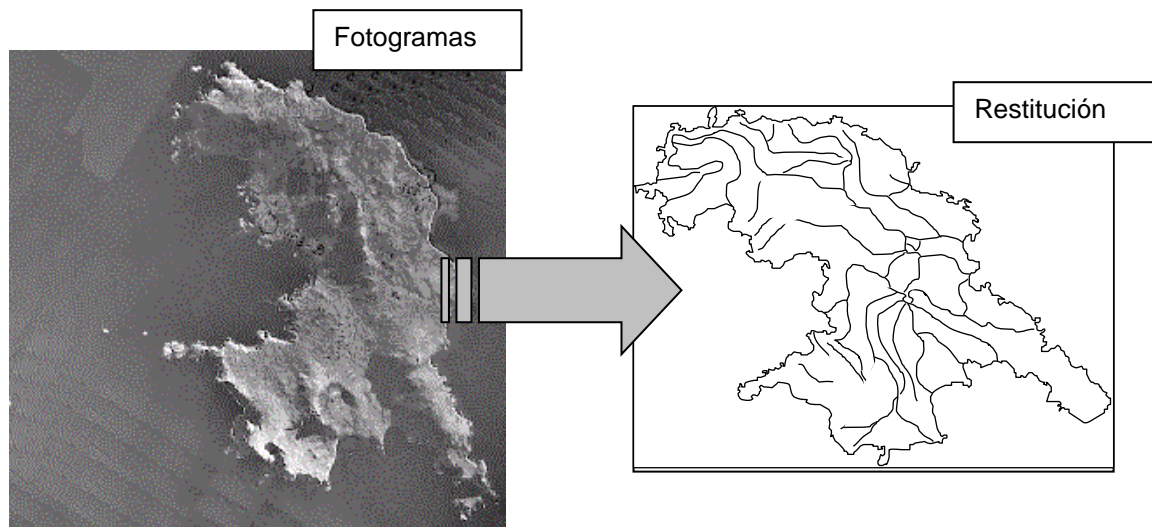


Fig N° 5 ("De un fotograma a una restitución")

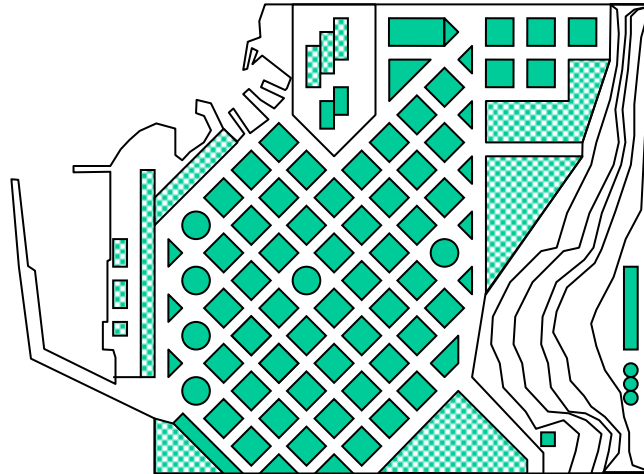


Fig N° 6 (“Detalle que puede alcanzar una restitución fotogramétrica”)

#### D.- ACTIVIDADES DE TERRENO

- **Observación de Mareas**

Las mareas se utilizan para:

- Determinar el Nivel Medio del Mar y otros planos de referencia para propósitos de levantamientos hidrográficos.
- Proveer los datos básicos para predicción de marea y su publicación en las Tablas de Marea.
- Investigar fluctuaciones del Nivel Medio del Mar y movimientos de la corteza terrestre.
- Investigar la dinámica de los océanos y mares.

La observación secuencias de la marea debe satisfacer ciertos requerimientos básicos en cuanto a su precisión y longitud del registro. Existen dos formas básicas de efectuar las observaciones de marea:

- Utilizando cualquier elemento que dé una indicación de la altura del nivel del mar en un instante cualquiera.

En este caso encontramos a los elementos más simples de observación de mareas que pueden ser reglas graduadas, técnicamente llamadas Escala de Marea, las que pueden proporcionar información muy confiable.

Fig N° 7 (“Escala de Mareas, método empleado antiguamente”)

- Utilizando un equipo que registre continuamente y en forma automática las variaciones del nivel del mar.

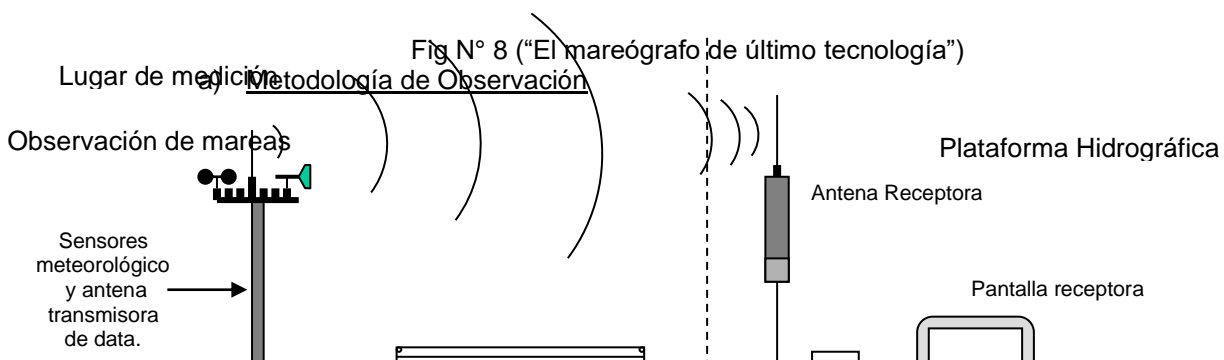
En este grupo se emplean instrumentos denominados mareógrafos, los que permiten obtener un registro continuo del comportamiento del nivel del mar. Existen con flotador, diferencia de presión de gas presión de la columna de agua y equipos digitales de alta tecnología. Su forma de registro puede ser inscriptora sobre papel, perforación de una cinta de papel y registro magnético.

a. Equipos de medición - El Mareógrafo

Como ya se ha mencionado, en el mercado existe un sin número de equipos para medir la marea. Para el propósito de esta cartilla sólo analizaremos el empleado por el SHOA, que constituye a la fecha el mas moderno empleado en la Armada de Chile.

En la Figura N° 8 se muestra en diagrama general del equipo, con el sensor de presión, antena meteorológica y transmisora de data, un equipo almacenador de data. Por otra parte esta el buque, con su antena receptora, la unidad almacenadora y una pantalla que muestra la información de mareas.

Las principales bondades es su reducido tamaño y peso, las mediciones de mareas pueden ser recibidas directamente por el buque a una distancia aproximada de 10 millas (dependiendo de la altura de las antenas) y corregir la marea a las mediciones efectuadas por el econsonda a bordo del buque. Este tipo de equipos es muy flexible en sus configuraciones (existen para mareas, corrientes y meteorología) y puede permanecer en un lugar durante un ciclo lunar sin mayor dificultad.





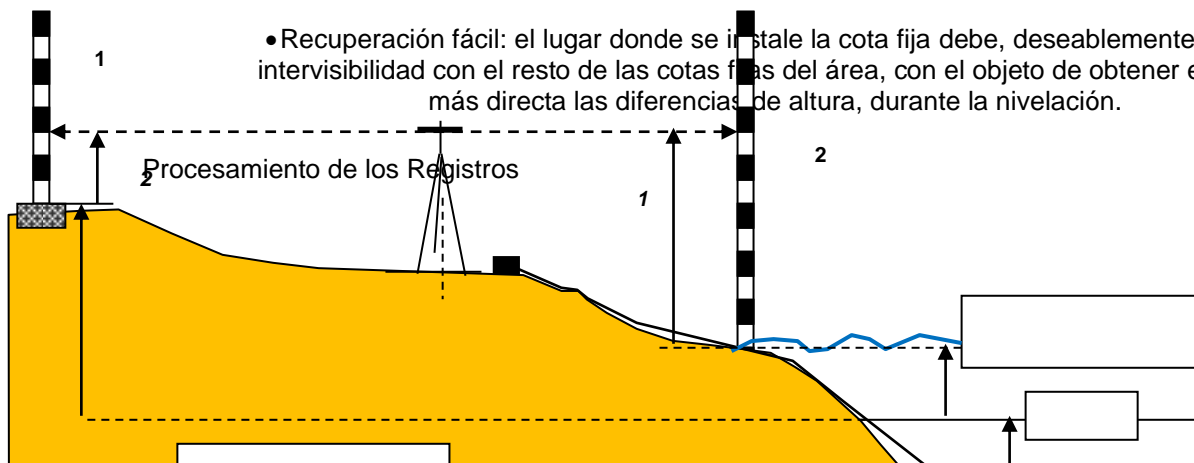
Solamente analizaremos la medición de la marea empleando equipos digitales de alta tecnología actualmente empleado por el SHOA.

1. Primero se debe elegir un sitio para la instalación que reúna las siguientes condiciones:
2. Protegido del oleaje y viento reinante en el área
1. Profundidad debe ser tal que el sensor nunca queda en seco
2. La costa adyacente debe formar una planicie tal que permita instalar el equipo, la antena y queda al alcance del buque
3. El lugar debe ser limpio de algas, etc.
- 4.
5. El sensor se debe quedar colocada o instalada verticalmente y durante el período de observación no puede sufrir movimiento de ningún tipo.
6.
  - El registro será continuo, debiendo ser traspasado al buque de acuerdo a la capacidad de almacenamiento.
7. La posición del sensor debe ser vinculada a la red de cotas
  1. El registro final deberá indicar la altura de la marea a intervalos de tiempo cada 10 minutos, graduables a elección por el Hidrógrafo. Esta información nos permitirá obtener el comportamiento de la marea en dicho lugar.
  - 
  - De las mediciones, se obtendrá un resumen de altura de hora de pleamar y bajamar.
  - 
  - A partir de los valores horarios se pueden obtener los niveles de referencia básico para un levantamiento hidrográfico.

#### β.- Instalación y Nivelación de Cotas Fijas de Marea. - Instalación de cotas fijas.

El propósito de la instalación de una cota fija de marea es contar con un punto estable que permita finalmente referir tanto los planos batimétricos como los planos topográfico y/o geodésicos. Al elegir un punto para la instalación de una cota fija de marea debe considerarse lo siguiente:

- Estabilidad: una cota fija debe ser ante todo un punto cuya altura permanezca invariable. Su instalación debe efectuarse en fundaciones de edificios o rocas de grandes dimensiones.
- Permanencia: la permanencia estará dada en parte por el lugar que se elija para instalar la cota fija, debe tenerse presente que el lugar no considere futuras construcciones y/o destrucción o acción de erosión.
- 
- Ubicación adecuada: este aspecto está relacionado tanto con la posición elegida para instalar la cota, como con su identificación. La identificación de la cota es necesaria para no dar margen a error cuando se pretende reestablecer los valores de la marea.



Al ser procesados los registros obtenidos, podremos determinar el Nivel Medio del Mar (N.M.M.) y el Nivel de Reducción de Sonda (N.R.S.).

El N.M.M. es la media aritmética de las alturas horarias de la marea observada durante un cierto período. Así podremos tener un N.M.M. mensual, un N.M.M. anual, etc.

El N.R.S. es el plano al cual están referidas las profundidades. Chile ha definido este nivel como el alcanzado por la mayor bajamar de sicigias del lugar, estando la luna en el perigeo.

Otros cálculos, bastante complejos y que escapan al objetivo de esta cartilla, nos permitirán conocer las constantes armónicas de la marea y con ello predecir el comportamiento de ésta. A través de comparaciones también podremos determinar las diferencias en altura y hora de las pleas y bajamares entre un lugar de registro permanente (puerto patrón) y otro de registro temporario (puerto secundario), posibilitando la predicción en este último.

## E.-SONDAJE

### 1.-ESPECIFICACIONES

La operación de sondaje consiste en determinar las profundidades del agua, asignando a cada una de éstas, su correspondiente posición geográfica referida al mismo datum horizontal del plano topográfico que constituye la carta náutica.

Actualmente se emplean equipos de alta precisión en el posicionamiento del buque o de la embarcación y en la medición de profundidad, por lo que se puede asegurar que prácticamente no existen errores en ellas.

### 2.-SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO

La posición de la embarcación y del buque durante un sondaje, es determinada mediante un equipo GPS instalado a bordo con el apoyo de una DGPS instalado en tierra en un lugar con posición geodesica conocida. Como la señal satelital es recibida simultáneamente en ambos equipos, es posible determinar el error entre el DGPS y su posición, error que posteriormente es corregido en la posición del buque durante el sondaje.

### 3.-METODOS PARA DETERMINAR LA PROFUNDIDAD

#### a.- El ecosonda

El ecosonda es un sistema que mide el tiempo que demora una onda sonora en ir desde un emisor a bordo hasta el fondo y su regreso al receptor. Este tiempo convertido a distancia o profundidad es logrado conociendo la velocidad de propagación del sonido en el agua.

El sonido se transmite a través del agua a una velocidad casi constante, sin embargo ésta varía con la densidad del agua, la que es función de la temperatura, salinidad y presión. Los ecosondas en su cálculo asumen una velocidad preestablecida denominada velocidad de calibración.

El fórmula para la profundidad determinada por un ecosonda es:

$$D = \frac{V_x T}{2} + K + D_r$$

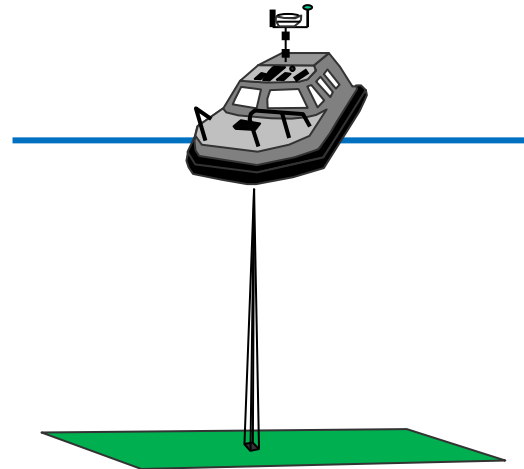
donde

- D = Profundidad de la superficie del agua
- V = Velocidad media del sonido en la columna del agua
- T = Tiempo de ida y regreso del pulso
- K = es la constante del índice del sistema
- $D_r$  = es la profundidad del transductor desde la superficie (que puede no ser igual al calado del buque).

Las partes que componen un ecosonda son las siguientes:

1. Consola
2. Transductor
3. Fuente de poder

La consola contiene el transmisor eléctrico el que una vez amplificada la potencia la envía al transductor el cual convierte dicha energía eléctrica en pulsos acústicos que se transmiten a través de la columna de agua hasta el fondo. Parte de esta energía es reflejada y registrada por el mismo transductor, transformándola en pulsos eléctricos. La señal eléctrica es amplificada en la consola y procesado el tiempo que demora la señal en ir y volver. El resultado de este proceso es indicado como profundidad, ya sea en un visor, un registro impreso o digitalmente. En este último caso se encuentra integrada la profundidad con las posición obtenida por GPS.



Los transductores normalmente están diseñados para operar en una frecuencia específica, dependiendo de su aplicación. Sus frecuencias se dividen en 3 grupos:

1. Baja frecuencia (bajo 15 kHz)
2. Frecuencia media (entre 15 y 50 kHz)
3. Alta frecuencia (sobre 50 kHz)

Las bajas frecuencias son usadas en sondajes de aguas profundas y las altas frecuencias en aguas someras.

Otra característica de los transductores es el ancho del haz de su emisión.

1. Un haz angosto ( $2^\circ$ ) será usado para obtener mayor es precisiones
2. Un haz ancho ( $50^\circ$ ), para asegurar un registro en sondajes oceánicos, a no ser que se utilice un transductor estabilizado.

#### b.- Equipo Multihaz

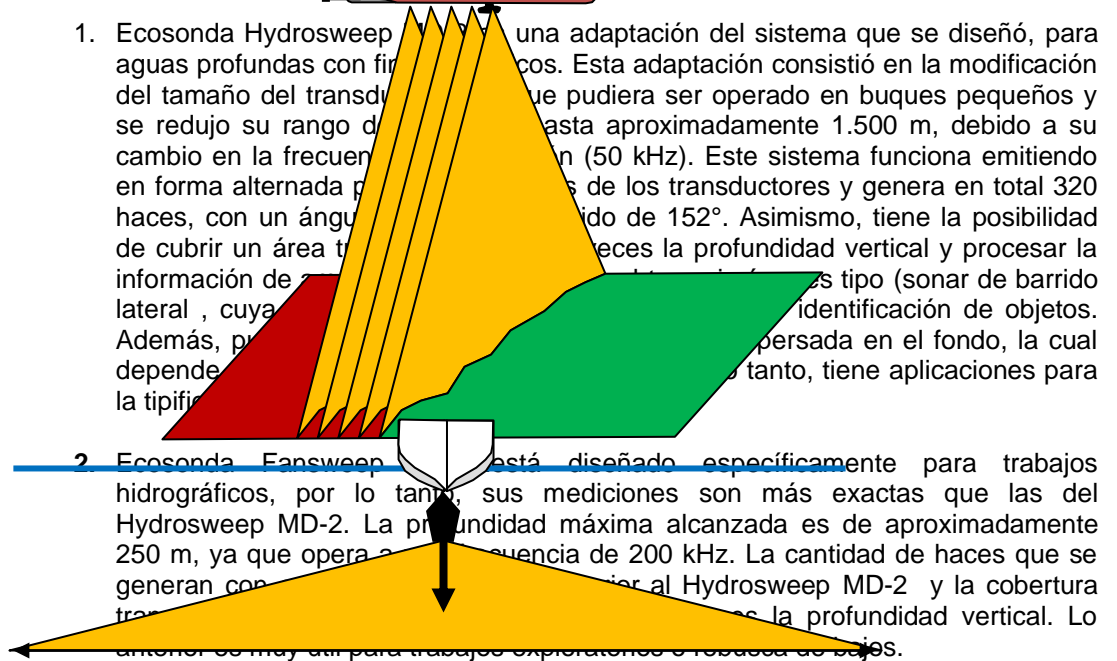
Como se ha dicho anteriormente, el ecosonda, transmite la energía acústica de manera tal que se obtienen los ecos de sólo una parte del piso marino, lo cual se logra dirigiendo el sonido a través de un haz especial, que tiene una forma parecida a un cono.

Dada las dimensiones de los océanos, la pequeña área iluminadas por el sonido de los ecosondas de haz angosto, resultó ser insuficiente para conocer ampliamente el fondo del mar. Para cubrir mayores áreas y minimizar los costos de operación, se desarrollaron sistemas capaces de mapear la extensas zonas con una precisión y exactitud adecuadas. Esto sistemas emiten varios haces angostos de sonido, ordenados como un abanico, que barren el piso oceánico simultáneamente y aumentan la cobertura espacial., permitiendo 100% de cobertura en un área dada, sin dejar zonas del fondo marino desprovistas de información batimétrica, y la de obtener una cantidad de datos suficientes en un corto tiempo de medición

Los factores que afectan a la propagación de los rayos acústicos emitidos por los transductores, son similares a los del ecosonda.

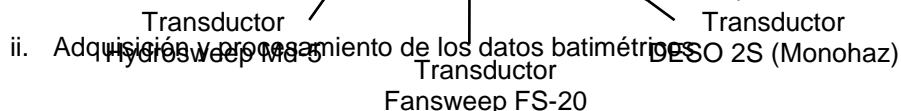
i. Descripción general del equipo

El sistema de sonares de mapeo se compone de dos ecosondas principales: el Hydrosweep MD-2 y el Fansweep FS-20



Los transductores de ambos sonares se ubican en un domo bajo la quilla, el cual fue diseñado para obtener datos de alta calidad, sin que interfiera la turbulencia (burbujas) sobre los transductores que es generada por el movimiento del buque.

Para obtener la precisión y exactitud requeridas, cuenta con varios elementos periféricos constituido por de movimiento (estabilización por balanceo, cabeceo y otros), sistema DGPS (Sistema de Posicionamiento Digital) real y tiempo digital. También cuenta con la posibilidad de corregir en tiempo real el valor de las profundidades medidas, de acuerdo con las variaciones de nivel del mar (mareas).



Para la adquisición de los datos batimétricos se utiliza el programa , el cual captura los datos batimétricos y de los equipos periféricos en tiempo real y puede representar cartográficamente varios tipos de información hidrográfica. Este programa se compone de:

1. Módulo de adquisición, el cual realiza tareas de operación del sistema multihaz, planificación de (derrotas) de navegación y captura de los datos de los equipos periféricos. En este programa se despliega la información de las Cartas Electrónicas de Navegación, las cuales ayudan a la navegación del buque y la planificación del sondeaje.
2. Módulo esencial de este programa es la capacidad de transferencia de datos para el posprocesamiento y el almacenamiento de la información.
3. Programa de posprocesamiento, posee varios subprogramas para editar la información de mareas, velocidad del sonido y periféricos, posicionamiento y profundidades. La identificación de artificios batimétricos y datos erróneos no es un proceso fácil, pero se consigue con la experiencia y el conocimiento de las capacidades y limitaciones de los equipos, así como de las posibles causas ambientales que afectarían las mediciones. Es por ello que se dice que una buena planificación y diseño de sondeaje se relacionan directamente con un fácil y rápido posprocesamiento.
4. Módulos que permite realizar la representación cartográfica. Una vez que los datos se han editados y corregidos
  - a. Se ingresan al módulo principal del sistema
  - b. Se realiza una selección general de sondas
  - c. Se elabora el canevas correspondiente
  - d. Se generan contornos batimétricos
  - e. Editan las sondas para una visualización más correcta y estética.
  - f. Por último se crea un archivo que contiene toda la información hidrográfica para la edición final de la Carta Náutica respectiva.
5. También se pueden generar varios subproductos, como mapas de relieve submarinos, mapas tridimensionales, entre otros.

#### 4.-EL SONDAJE

##### a.-Planificación del sondeaje

Para programar la ejecución de un sondeaje hay que considerar entre otros aspectos, los siguientes:

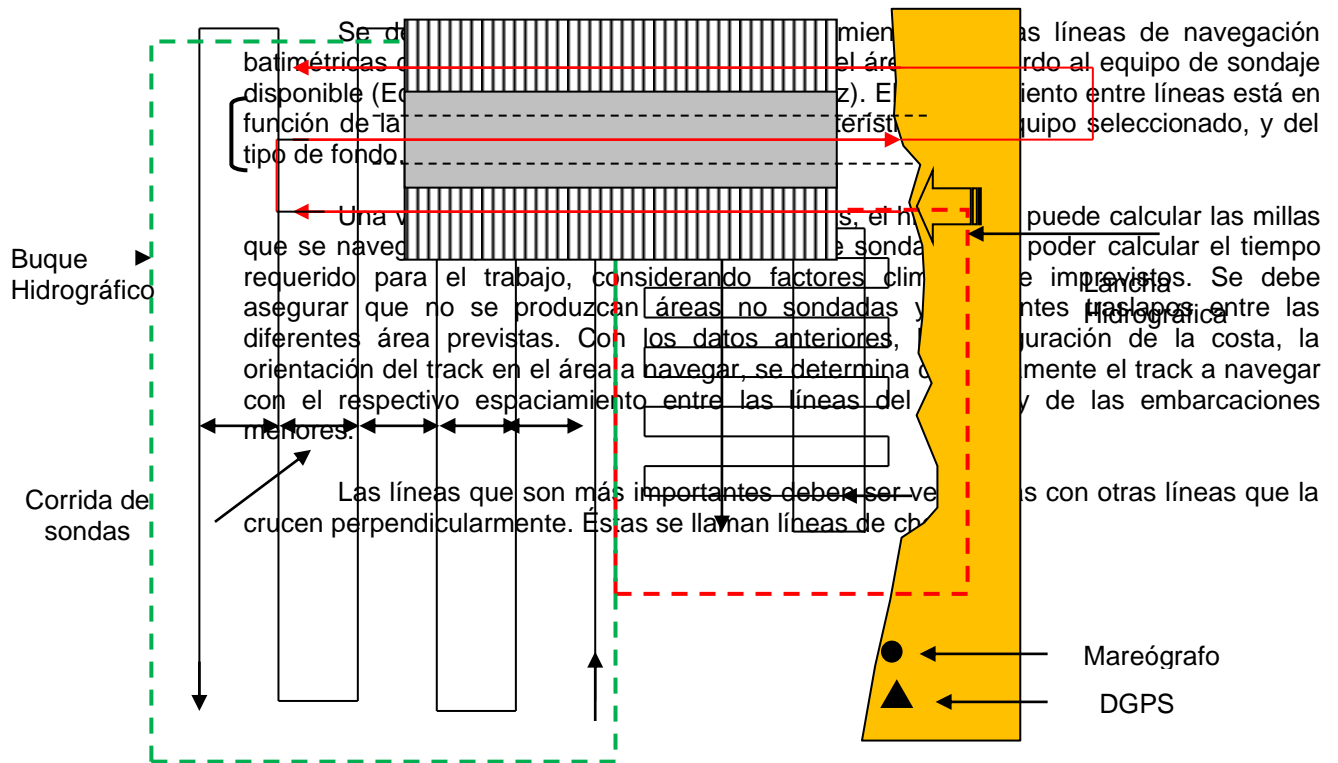
1. Plataforma (buque, lancha hidrográfica o bote de goma).
2. Existencia de una minuta o plano del lugar.
3. Características y forma de la línea de costa.
4. Objetivo del sondeaje.
5. Personal e instrumental disponible.
6. Informaciones o antecedentes de reconocimientos anteriores.

Del análisis de los puntos anteriores definiremos convenientemente lo siguiente:

7. Escala de la minuta o plano.
8. Intervalo entre las líneas de sondas.
9. Intervalo entre posiciones de la embarcación.
10. Velocidad de la embarcación.
11. Densidad de las líneas de sonda de verificación.
12. Método de posicionamiento, ubicación de estaciones de mareas y del DGPS.

De este modo, si se trata de un sondeaje normal, la escala de la minuta será 1:50.000 a 1:10.000 en puertos, 1:10.000 a 1:50.000 en accesos a puertos y menores de 1:50.000 en aguas costeras.

La velocidad de sondaje del buque hidrográfico es entre 10 y 14 nudos y de una embarcación menor de 5 y 8 nudos. Las líneas de verificación se correrán cada 10 centímetros en la minuta.



Otras tareas que se deben realizar son la toma de muestra del fondo, un perfil acústico del fondo, un perfil del fondo marino, y medidas de la velocidad del sonido en la columna del agua.

### Procedimiento para sondar

#### 1) Buque Hidrográfico.

Durante el sondaje, el buque hidrográfico, navegará de acuerdo al track trazado registrándose automáticamente la información del ecosonda o multihaz y la posición GPS, las cuales serán modificadas de acuerdo a la corrección que dará el DGPS instalado en tierra. Durante esta navegación se tendrá en el computador una copia de la restitución del área, lo cual permitirá llevar claramente la navegación cubriendo toda el área planificada evitando pasar por áreas ya sondadas.

La embarcación:

Actualmente el proceso de sondaje se realiza de la siguiente manera:

1. Previamente se debe definir la línea a navegar y la distancia entre cada sonda, lo que nos da el tiempo entre cada medición. Normalmente será de 30 segundos.

- Al comenzar el sondaje, se registrará en el ecograma del ecosonda el punto de partida, este automáticamente registrará la hora y la profundidad desde el transductor. Ver Ecograma.
- Simultáneamente se registra la posición mediante el GPS.
- Terminadas las corridas de DGPS.

DGPS.

5. En el SHOA

1.

- N° sonda
- Hora
- Profundidad
- Se corrige

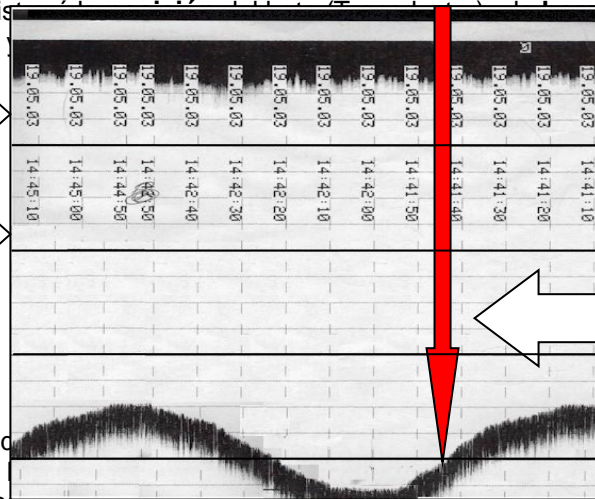
transductor respecto a la superficie del mar y por último la corrección por calibración del ecosonda, N° sonda

- Hora
- Sonda

Se integra la información de posición con la sonda calculada, es decir los datos quedan transformados en:

- N° sonda
- Fecha
- Hora
- Latitud y longitud ( o en coordenadas UTM)

Sonda.



PS con el error calculado por el

la profundidad para cada minuto y hora le corresponde una corrección de la marca hecha en el proceso se verifica la existencia de un error que constituye la sonda

durante el sondaje, la altura del transductor respecto a la superficie del mar y por último la corrección por calibración del ecosonda, N° sonda

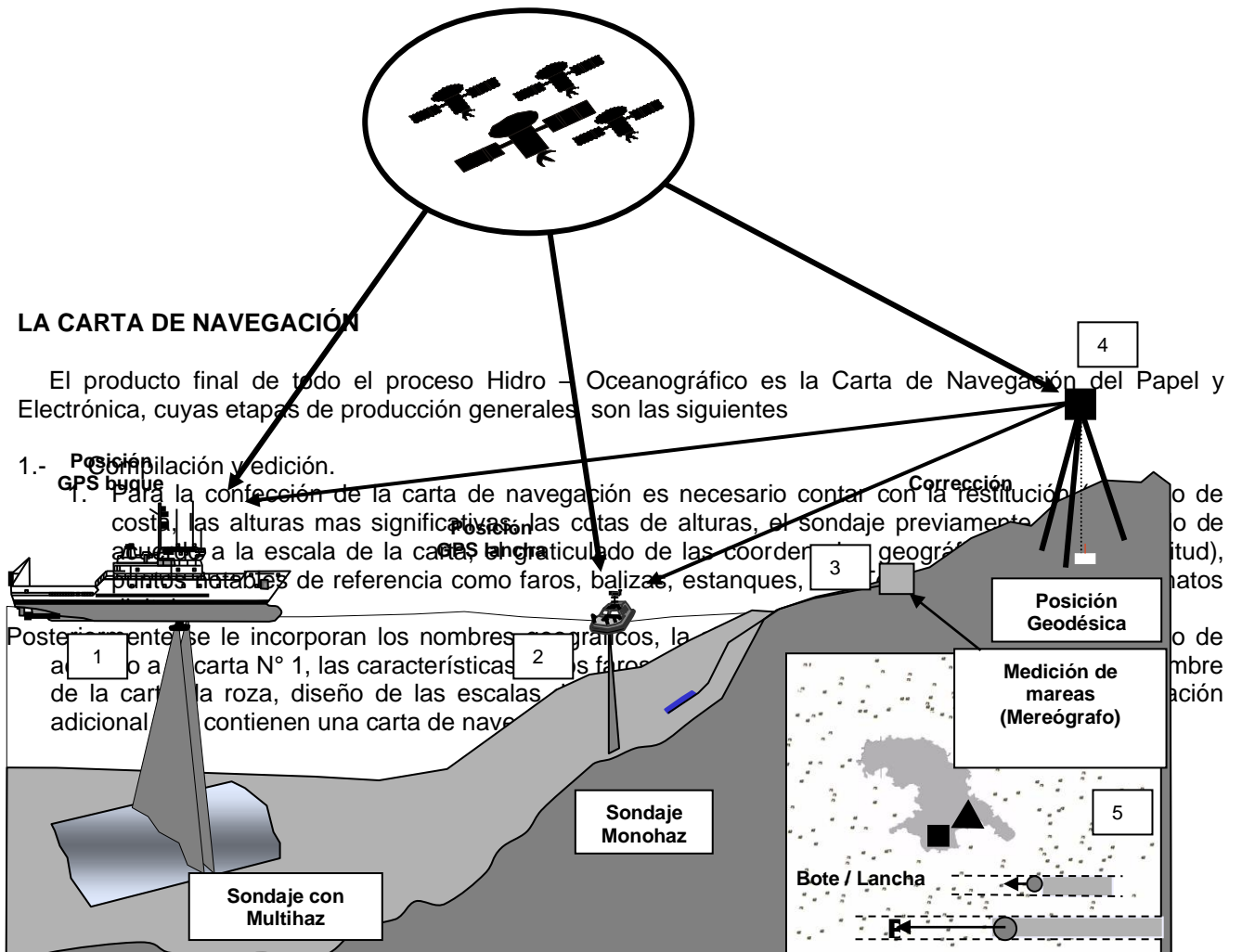
#### IV.- LA CARTA DE NAVEGACIÓN

El producto final de todo el proceso Hidro - Oceanográfico es la Carta de Navegación del Papel y Electrónica, cuyas etapas de producción generales son las siguientes

1.- Posición, medición y edición.

Para la confección de la carta de navegación es necesario contar con la restitución de la costa, las alturas más significativas, las cotas de alturas, el sondaje previamente efectuado a la escala de la carta, el muestreo de las coordenadas geográficas (latitud, longitud), puntos notables de referencia como faros, balizas, estanques, etc.

Posteriormente se le incorporan los nombres geográficos, la información de los faros, etc. a la carta N° 1, las características de la costa, el diseño de las escalas, etc. adicionalmente contienen una carta de navegación.



B.- Control de calidad y corrección.

1. En esta etapa se revisa cada información contenida en el proyecto de carta, comprando con otros antecedentes como son los derroteros, cartografía antigua, cartografía internacional, política de simbología, chequeo bajo el punto de vista del usuario, incorporación de los últimos avisos, que las frases no interfieran la navegación, la ortografía, etc.
2. Durante este chequeo, el proyecto pasa por los diferentes departamentos técnicos donde se verifica el sondeo, las mareas, las corrientes, los puntos de fondeo recomendado, las ayudas a la navegación como faros, balizas, etc, los nombres geográficos, etc.
3. Al término del este proceso de chequeo, el Sr. Director del SHOA da el visto bueno para su impresión.

C.- Obtención originales de reproducción

1. Una vez la carta se encuentra aprobado, la carta es transformada en 4 cartas o cuatro capas, en que en cada una de ellas va a corresponder a un color básico (negro, amarillo, azul y rojo)
- Por ejemplo: el color negro corresponde a la costa, nombres, las sondas, etc.; el color rojo a las luces de los faros, el café (amarillo + azul +rojo) a las costa), etc.

D.- Traspaso a plancha offset.

3. Es necesario traspasar a una plancha de impresión para offset. Para ello las cuatro capas ya definidas anteriormente que corresponden a los cuatro colores básicos, se reproduce en un negativo el cual posteriormente es traspaso a una plancha sensible a la luz de aluminio flexible.
4. Tendremos entonces las cuatro planchas para imprimir la carta de navegación.

E.- El proceso es impresión.

1. Para imprimir se emplea una máquina de impresión offset de grandes dimensiones, que permite gran exactitud en los colores y en el calce de las cuatro planchas.

Se imprime el amarillo, luego el azul (aparece las combinaciones con el Amarillo ejemplo el verde), después el rojo (aparece las combinaciones con el amarillo y el azul, ejemplo el naranja, el café, etc) y por último el negro que permite delimitar los colores anteriores  
El producto final.

2. La exactitud de la carta resultante dependerá del sistema de posicionamiento utilizado para colocar la data obtenida por el buque. En las cartas antiguas, se insertaron datos cuya posición fue obtenida mediante el uso de dos sextantes para medir ángulos horizontales entre dos puntos conocidos definidos en tierra.
3. Otros métodos es la colocación de instrumentos electrónicos en la orilla en puntos conocidos los cuales determinan la distancia al punto a medir.
4. Ambos métodos tienen limitaciones dados por la exactitud y por la distancia que cubren, constituyendo estos métodos de electrónicos basados en la orilla, en una gran limitación para la confección de cartas de puerto, ya que se deteriora rápidamente las mediciones de distancia. En el pasado esto a menudo determinaba la escala máxima que se podría considerar para la carta final.
- 5.
6. Con el advenimiento del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y del DGPS, el Navegante puede navegar con mayor exactitud ya que los datos insertos en la cartas fueron obtenidos por instrumentos de gran exactitud.
- 7.
8. Por lo tanto, uno debe adoptar medidas de seguridad cuando se navegue por áreas o por sectores de bajos peligrosos muy cercanos al buque ya que la posición de ellos no necesariamente están donde se indica en la carta. Esto es especialmente importante en aguas poco utilizadas.
9. Al utilizar las cartas de navegación con equipos electrónicos como GPS, se debe tener la precaución de ajustarlo al datum de la carta con la cual se navega. El peligro aumenta para el navegante con el empleo de las Cartas Nauticas Electrónicas, porque estas permitan el aumento de la escala de la carta más allá de qué se puede apoyar por los datos fuente.



10. La actualización constante y automática de la posición de las naves respecto a lo mostrado puede dar al navegante un falso sentido de seguridad, haciéndolo confiar en la exactitud de una carta cuando los datos fuente de los cuales la carta fue hecha no pueden apoyar la escala de la carta utilizada.

