

## Cartas de Navegación

### (Síntesis para estudiantes)

#### 1.- Definición.

Se llama carta de navegación o carta náutica a la representación gráfica de una porción de la superficie del mar y costa adyacente, dibujada en papel plano, a escala, de forma semejante, orientada y exacta. Su trazado se logra mediante un sistema de proyección adecuado según sea la finalidad que tiene

En ella se indica las profundidades del mar y un prolijo detalle de la configuración marítima, de modo que permita navegar por ella a los buques o embarcaciones, sorteando los peligros. Debe Señalar, además, los objetos naturales y artificiales que existen fijos en tierra, que sean visibles desde el mar y puedan servir de referencia al navegante para obtener su situación y trazar rumbos. Es así que debe idearse y diseñarse de modo que indique los detalles útiles al marino con toda la precisión posible y en todas las circunstancias previsibles.

#### 2.- Importancia.

Las cartas náuticas son uno de los elementos mas importantes para la navegación ya que en ellas se fija la posición geográfica en que se encuentra la nave, en cualquier instante, por cualquier procedimiento (astronómico, estima, demarcaciones a la costa, radiogoniométrico, satelital, etc.) lo que permite determinar el nuevo rumbo y distancia que deberá navegar para ir a otro punto, eludiendo los peligros indicados en la misma carta.

#### 3.- Características.

Para que la carta náutica sirva a la navegación, debe tener las siguientes características o propiedades: plana, semejante, exacta, a escala, orientada, completa, clara y actualizada.

- **Plana** : Significa que sea posible colocar sobre la cubierta de una mesa y trabajar en ella con instrumentos de dibujo, como asimismo, para facilitar su estiba, acopio y conservación a bordo.
- **Semejante**: El dibujo debe mantener la misma forma de lo que representa y las mismas posiciones relativas entre todos los detalles y objetos que contiene.
- **A Escala**: Significa que se podrá medir, en ella, las distancias a que se encuentran la costa y demás puntos notables, en particular entre puntos situados en el mismo plano o entre un rumbo y otro objeto terrestre representado en ella.
- **Exactitud**. Es la absoluta igualdad entre las dimensiones lineales, angulares, etc. que se miden o calculan en la carta con las dimensiones reales correspondientes existentes en el terreno.

- **Orientada:** Significa que la porción de tierra y agua dibujada deben tener la misma posición relativa respecto de los meridianos trazados que indican el norte verdadero y posición relativa que realmente tienen en la superficie terrestre. La orientación en una carta permite trazar rumbos, demarcaciones sean visuales o radiogoniométricas azimutes de astros y rectas de posición.
- **Completa clara:** Las cartas deben contener todos los datos que requiere la navegación y presentarlos con la claridad necesaria que permita emplearse con rapidez, seguridad y confianza.
- **Actualizada:** Una carta se encuentra actualizada (al día) si está permanentemente corregida de acuerdo a los avisos que emite regularmente el Servicio Hidrográfico Y Oceanográfico de la Armada.

#### 4.- Informaciones que contienen una carta náutica

Las informaciones que se encuentran en una carta son de gran cantidad y variedad. A continuación resumimos las mas relevantes y generales:

- **Sondas:** Profundidades del mar a intervalos tan pequeños como lo permita la claridad y la escala. El SHOA emplea el metro como unidad para sondas y elevaciones.
- **Veriles:** Son líneas de igual profundidad (isobáticas) para llevar la derrota de un buque de acuerdo con su calado.
- **Calidad del fondo:** Indica la naturaleza del fondo cerca de la costa en fondeaderos y bajo fondos.
- **Peligros submarinos:** Todo lo que constituya un peligro para la navegación como rocas sumergidas, casco a pique, arrecifes, bajos y tendido de cables.
- **Línea de costa:** Todo el contorno de la costa, con su forma, orientación, aspecto y características (alta, escarpada, rocosa, de arena, etc.). Es conveniente señalar aquí que una habilidad importante del navegante habrá de ser; desarrollar una capacidad para reconocer visualmente la costa que tiene y confrontarla con la representación de la carta.
- **Derrota y enfilaciones:** Track recomendado. en canales, pasos, entradas a ciertos puertos etc., con indicación de las enfilaciones a puntos fijos para mantenerse en la derrota. Llamase enfilación a la situación que permite demarcar en una misma demarcación dos objetos distintos sobre la costa.
- **Señalización y objetos visibles:** Ubicación de los faros, balizas, luces, boyas, islotes, molos, pontones fondeados, zargazales, etc. como asimismo objetos fijos terrestres visibles desde el mar como cerros, puntas quebradas, torres, edificios, etc.
- **Marea y corrientes:** Valores del establecimiento del puerto, amplitud de la marea en sicigias y niveles de reducción de sondas y alturas terrestres. Datos que se consignan en bahías, puertos, caletas y surgideros. Indicación de la dirección e intensidad de las corrientes oceánicas o generales de las mareas.

- **Coordenadas geográficas y red de meridianos y paralelos:** Debe figurar el punto de observación con los valores de L y G y los principales meridianos y paralelos, que permitan obtener las coordenadas de cualquier lugar de la carta de modo sencillo y expedito.
- **Escalas:** Debe contener los siguientes tipos de escalas:
  - **Natural o numérica.** La relación entre el tamaño del dibujo y tamaño real terrestre (tamaño carta/tamaño real). En cartas de gran extensión en latitud, esta escala corresponde a la latitud media de la carta.
  - **Marginal.** Para latitudes y longitudes dibujadas en márgenes laterales y verticales respectivamente. En una carta Mercator es suficiente la subdivisión en minutos (M.N.) del costado lateral E o W (latitudes) y la subdivisión en minutos de longitud del margen N. y S. No debe medirse distancias en la escala de longitudes.
  - **Gráfica.** En los planos de puertos se dibuja una representación lineal del largo de la milla o del kilómetro a la escala natural, con las subdivisiones que proceda.
- **Rosas:** Tener una o mas rosas convenientemente ubicadas con espacios blancos y libres de otros detalles para facilitar el trazado de rumbos y demarcaciones. La utilización de paralelas graduadas sexagesimal permite obtener rumbos y demarcaciones a partir del meridiano mas próximo al lugar requerido.  
Están graduadas de 0° a 360° en el mismo sentido del las agujas del reloj analógico. Concéntricamente en su interior se dibuja una rosa orientada según el meridiano magnético, indicándose el valor de la Vmg. al año correspondiente y el cambio anual que experimenta. Aquí se tomarán sólo Rmg y Dmg no del compás ni verdadero.
- **Vistas de Recalada:** En algunas cartas sirven para reconocer la costa, en las cercanías y entradas a puertos y bocas de canales.
- **Nombres geográficos:** Todos los accidentes topográficos e hidrográficos están indicados por sus nombres propios, como ser: puertos, cabos, puntas, islas, cerros, etc.
- **Precauciones especiales:** Informaciones que no debe descuidar el navegante como alerta. Ejemplo: perturbaciones magnéticas, corrientes anormales, adelanto o atraso en el cambio de la corriente etc.

## 5.- Proyecciones.

### a.- Generalidades

La primera característica de la carta de navegación, dijimos, es que debe ser un dibujo en papel plano. Representar la superficie de una esfera o esferoide no es materia tan sencilla, piense ud. en las dificultades que se tiene cuando se intenta envolver una pelota en papel de regalo.

El esferoide y la esfera no son desarrollables en un plano, siendo necesario adoptar procedimientos que permitan la representación gráfica de la superficie de la tierra sobre un plano. Se llama proyección al conjunto de procedimientos matemáticos que permiten representar la superficie de la tierra en un plano.

La solución tiene lugar transfiriendo todos los puntos de la tierra a un plano o superficie de una figura geométrica desarrollable, es decir, asimilable a un plano.

Para la navegación marítima, es deseable que se cumplan las siguientes condiciones:

- Que los accidentes geográficos conserven su forma
- Que los ángulos no se deformen
- Que la línea loxodrómica se representen por rectas
- Que la distancia se conserve

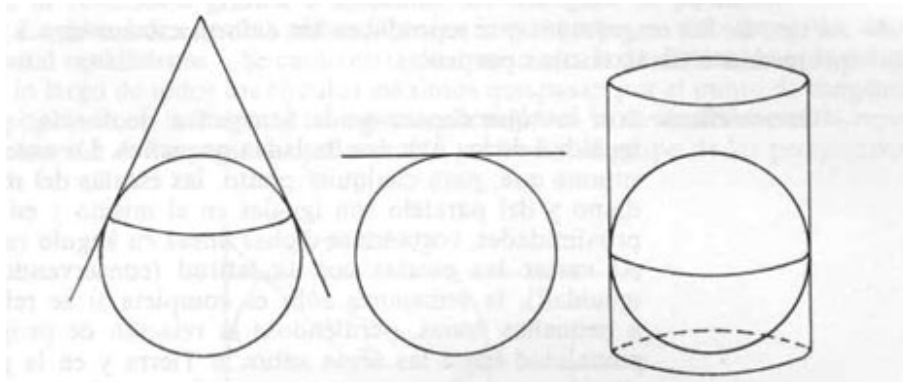
Cada tipo de proyección cubre una o mas de las condiciones anteriores. No hay alguna que satisfaga todas y no produzca distorsión en uno u otro sentido.

Las diferencias gráficas entre los distintos tipos de proyecciones son muy notorias cuando la representación abarca grandes extensiones. A medida que éstas se reducen, aumenta la semejanza, llegándose a una semejanza casi total cuando el área cubierta es muy pequeña.

#### b.- Clasificación de las proyecciones

Las proyecciones se clasifican de acuerdo a:

- La superficie desarrollable puede ser: Cónica, Cilíndrica y Plana .
- Puntos de tangencia con la esfera, pueden ser: Ecuatorial, polar y transversal.
- Su origen pueden ser: Desarrollables y Matemáticas.
- Origen de las proyectables (punto desde donde se visualiza la proyección de los puntos) pueden ser:
  - **Gnomónicas** si el origen de las visuales es el centro de la tierra.
  - **Stereográficas** si el origen de las visuales está en la superficie de la tierra.
  - **Ortográficas** si el origen de las visuales está en el infinito



*Cónica, Plana y Cilíndrica*

c.- **Proyecciones de empleo náutico**

Son diversas las proyecciones utilizadas en la producción de cartas náuticas, pero su uso está orientado a trabajos de fines específicos que no incluyen las navegaciones normales. Las más conocidas y empleadas son:

- **Cilíndricas:** En que la más empleada es la Mercator, que teniendo origen cilíndrico, es generada matemáticamente.
- **Cónicas:** La cónica simple (cono tangente al paralelo medio de la zona a representar) no se utiliza pero sí la proyección Lambert (cono secante en dos paralelos) que teniendo origen cónico, es generada matemáticamente también.

d.- **Proyección Mercator**

La proyección cilíndrica no advierte distorsiones en las zonas próximas a la línea de tangencia, La Mercator es una proyección cuya solución es matemática, aunque tiene origen cilíndrico. Ello significa que existen ecuaciones de los puntos geográficos y en la que:

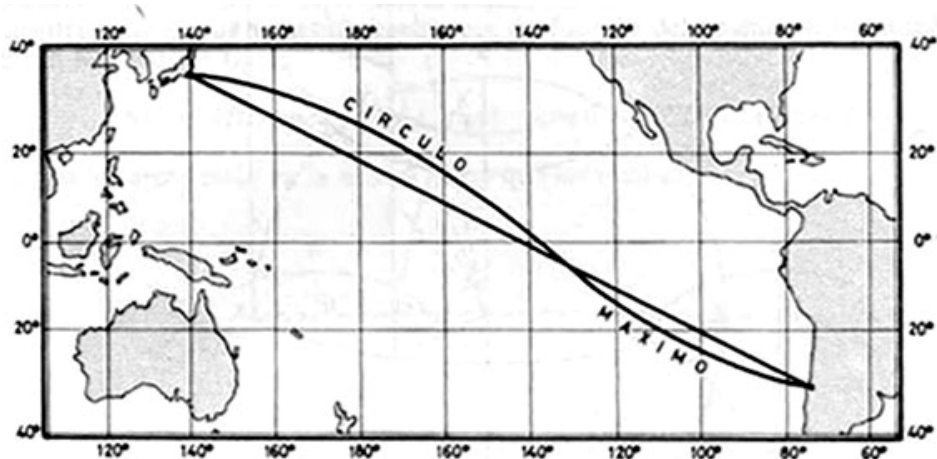
1. Se cumple que:

- La línea de rumbo o loxodrómica se representa por una recta.
- Los rumbos y demarcaciones se representan con su valor trazándose y midiéndose con facilidad.
- Las distancias se miden fácilmente.
- Las demarcaciones y los rumbos se representan por su valor en el punto de trazado.
- Para distancias pequeñas la línea de demarcación se representa por una recta.
- Para áreas pequeñas se conserva la forma de los accidentes geográficos.
- El sistema de coordenadas geográficas es rectangular.

2. Las objeciones que tiene son:

- La escala de distancias no es uniforme.
- Los polos no tienen representación.

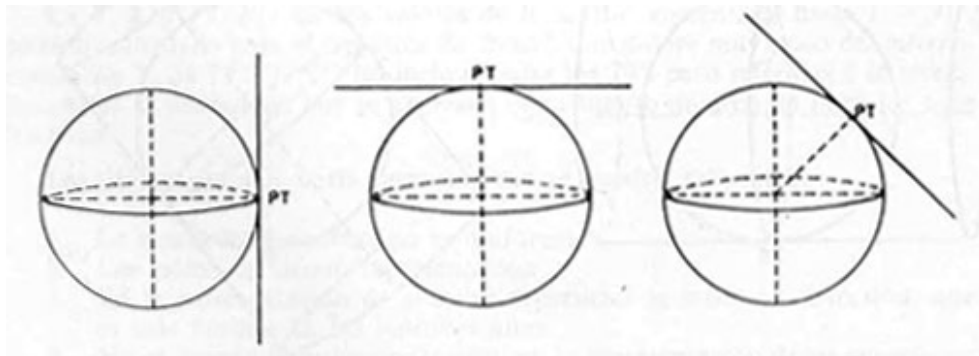
- En la representación de grandes superficies se acusa distorsión que es mas notoria en latitudes altas.
- No se guarda proporcionalidad en la representación de las superficies para distintas Latitudes



*Aspecto de la carta Mercator y de la loxodrómica y el círculo máximo sobre ella*

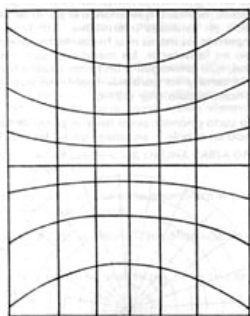
#### **e.- Proyección Gnomónica**

Es la proyección mas antigua (600 A.C.), se caracteriza porque en ella cualquier círculo máximo queda representado por una línea recta. En ella, el origen de las visuales está en el centro de la Tierra y la superficie de proyección es un plano tangente en:

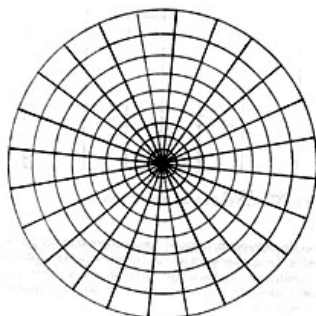


*Posición del punto de tangencia en la gnomónica ecuatorial, polar y oblicua*

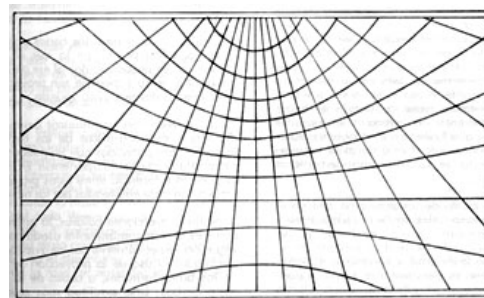
- El Ecuador: Meridiana.
- El Polo: Polar.
- Cualquier punto intermedio: Oblicua u horizontal.



*Meridiana*



*Polar*



*Oblicua (horizontal)*

## 6.- Construcción de la Carta

Según sea la exactitud que se requiera para la construcción de las cartas Mercator podría emplearse uno de los siguientes métodos:

- Método gráfico (poco exacto)
- Método aproximado
- Método exacto.

El método aproximado considera la Tierra un esferoide de determinados valores e integra el empleo de las tablas de N°5 y N°6 de Bowditch.

El método exacto considera la tierra un esferoide de distintos valores e integra el empleo de las tablas de Mónaco que difieren de las tablas Bowditch en cuanto a los valores del esferoide adoptado así como en su aproximación decimal.

### **Método Gráfico.**

Este método se emplea como solución de fortuna en la resolución de algunos problemas por ejemplo la graficación de la situación astronómica que implica la ubicación de los puntos PE, PO, azimutes y rectas de altura logradas en la observación y para lo cual se podrá proceder de la siguiente manera:

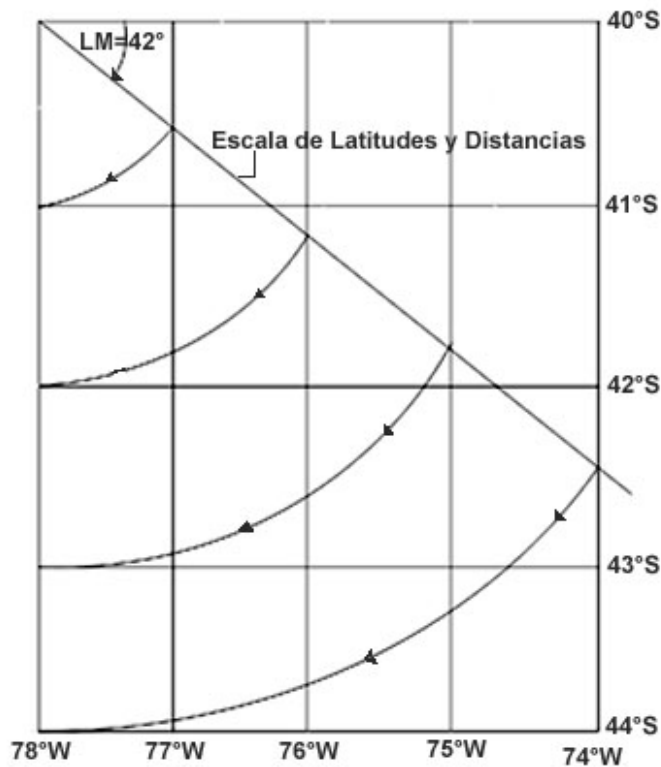
- Se traza el paralelo mas austral o boreal según el hemisferio que se trate; norte o sur respectivamente.
- Dividir el trazo de paralelo elegido en porciones iguales según la cantidad de meridianos que contendrá.
- Desde uno de estos extremos se trazará una recta oblicua abierta en un ángulo igual a la latitud media del plano, hacia abajo o hacia arriba según sea hemisferio sur o norte respectivamente.
- Trazar los meridianos de la cuadrícula verticalmente sobre los puntos previamente marcados.

- Los puntos en que la recta oblicua corte los meridianos, determinan la separación entre los paralelos, evidenciándose de este modo, la separación creciente de los paralelos en dirección hacia el polo del hemisferio considerado.
- Las subdivisiones se efectuarán con algún sistema de división geométrica de un trazo.

### Ejemplo

Construir una cuadrícula que abarque  $L = 40^\circ$  y  $44^\circ$  Sur y  $G = 74^\circ$  a  $78^\circ$ W

- Hemisferio Sur. El paralelo mas boreal es  $40^\circ$ S.
- La cantidad de meridianos son 5:  $74^\circ$ ,  $75^\circ$ ,  $76^\circ$ ,  $77^\circ$  y  $78^\circ$ W. Marcamos 4 trazos igualmente espaciados.
- La latitud media es  $42^\circ$ S.



*Nota: Si se trata de una cuadrícula en el hemisferio norte, el paralelo mas austral sería  $44^\circ$ S, la recta oblicua con  $LM=42^\circ$  se trazaría hacia arriba y lo demás se resuelve análogament*

e.



## 7.- Clasificación y Numeración

Ref.: Publicación SHOA N° 3000 "Cartas y Publicaciones Náuticas".

### a.- Clasificación de las cartas náuticas.

#### 1. Según su escala:

Aún persiste la tendencia preliminar a confundir el número del denominador de la escala numérica de la carta con el concepto de la clasificación (pequeña, mediana y grande). No olvidemos que un denominador grande hace pequeño el valor de la fracción.

- Escala Pequeña: Cartas náuticas, proyección Mercator desde escalas inferiores a 1:1.500.000 Ej: "Rada de Arica a Mejillones del Sur" 1:500.000.
- Escala Media: Escalas entre 1:1.500.000 y 1:500.000. Ej.: 1:800.000.
- Escala Grande: Escalas mayor de 1:150.000. Ej.: "Aproximación a Caletas Patillos y Patache" 1:15.000.

#### 2. Según su objetivo:

- Oceánicas o de travesía: Responden a navegaciones de travesía y gran travesía oceánica. Sus escalas fluctúan entre 1:2.000.000 y 1:750.000 Ej.: Canal Beagle a Islas Shetland del Sur" 1:1.300.000.
- De navegación Costera: Responden a navegaciones entre puertos principales. Sus escalas fluctúan entre 1:500.000 y 1:250.000 Ej.: N° 815 "Bahía Anna Pink a Canal Messier" 1:300.000.
- De aproximación o acceso a puerto: Responden a aproximaciones y acceso a puertos, instalaciones y aspectos de seguridad. Sus escalas fluctúan entre: 1:200.000 y 1:60.000 Ej.: "Bahía de Copiapó" 1:80.000.
- De puertos y fondeaderos: Responde a requerimiento de recalada, utilización de instalaciones y zarpe con seguridad. Las escalas son mayores entre 1:50.000. Ej: "Caleta Chipana" 1:40.000.
- De canales o estrechos: Permiten navegar aguas interiores. Sus escalas son mayores de 1:150.000. Ej.: N° 8300 "Islas Guaitecas" 1:100.000.

#### 3. Según su edición:

- **Nueva.** Primera publicación de una carta que cubre un área no cartografiada anteriormente a la escala indicada, o cubre un área diferente de cualquier carta ya existente.

- **Nueva edición:** Nueva impresión de una carta ya editada anteriormente, que ha experimentado alteraciones mayores de forma y contenido y que obliga a publicarla como nueva edición, anula a la anterior.
- **Reimpresión:** Nueva impresión de una carta ya editada a la cual se le han incorporado todos los avisos a los navegantes que la afectan. Eventualmente incluyen modificaciones de formato. La reimpresión no anula la edición vigente que actualiza.
- **Aumento de stock:** Impresión de una carta sin alterar sus originales de reproducción con el propósito de reponer stock de venta.

## **b.- Numeración.**

### **1. Cartas náuticas.**

Desde el año 1993, todas las cartas náuticas nuevas y nuevas ediciones se han ordenado según la siguiente numeración:

- **Del 1 al 459:** Cartas especiales y didácticas Ej.: N°3 "Carta de Estado de Mar y Escala Beaufort".
- **Del 460 al 499:** Cartas de reglamentos. Ej.: N° 470 "Resumen Gráfico del Reglamento Internacional para prevenir los Abordajes".
- **Del 500 en adelante:** Cartas náuticas de navegación marítima, fluvial y lacustre, continentales, insulares, antárticas e internacionales

La numeración asignada se fundamenta en que tenga un carácter estable, definitivo y que permita agregar, dentro de cada grupo y área geográfica, posibles nuevas cartas que a futuro pudieran generarse por necesidades no advertidas.

En razón a que el cambio de numeración debe efectuarse gradualmente, se podrá apreciar que no todas las cartas actualmente vigentes tienen asignada su nueva numeración, por lo que el usuario encontrará en este catálogo una mezcla de numeración antigua con la nueva.

Se recomienda a los usuarios mantener debidamente actualizado su catálogo, con el fin, de no incurrir en errores al momento de adquirir nuevas cartas o publicaciones náuticas.

La nueva numeración debe utilizarse en toda la cartografía del área referida, debiendo además entenderse rectificadas en el mismo sentido los derroteros y demás publicaciones.

## 2. Cartas Náuticas en miniatura.

Para satisfacer requerimientos especiales de muchos usuarios, el SHOA edita sus cartas en miniatura, en formato atlas, asignándole a cada una de ellas la numeración de sus correspondientes en tamaño normal, seguido del sufijo "A" o "B", con el fin de diferenciarlas convenientemente.

## 3. Publicaciones Náuticas

La numeración de las publicaciones náuticas considera que todas ellas se encasillan numéricamente a partir del guarismo 3000, sin especificar la centena de término, dejando la posibilidad de incluir cuantas publicaciones sea posible de acuerdo a las necesidades que se presenten.

## 4. Cartas Náuticas Electrónicas (CNE)

La numeración de las cartas electrónicas responde a estándares internacionales y corresponde a un identificador de 8 caracteres. Los dos primeros son letras que identifican al país productor a nivel internacional, para el caso de Chile, las dos primeras letras son "CL". El 3er. carácter lo ocupa un número que indica el objetivo de la carta y los 5 restantes corresponden a la numeración versión papel de la carta electrónica. El objetivo se relaciona con escala según la siguiente tabla:

Identificador	Objetivo	Intervalo de escalas
1	General	Menor a 1:500.000
2	Oceánica	Entre 1:150.000 y 1:500.000
3	Costera	Entre 1:500.001 y 1:150.000
4	de Aproximación	Entre 1:20.001 y 1:50.000
5	de Puerto	Entre 1:2001 y 1:20.000
6	de Atraque	Mayor o igual a 1:2.000

Por ejemplo:

CNE "CL505110"

Código "CL": Carta náutica electrónica elaborada por SHOA.

"05110": Corresponde a la versión electrónica de la carta en papel N° 5110 "Bahía y Puerto de Valparaíso" (si la numeración de carta papel tiene menos de cinco caracteres, se debe rellenar con tantos ceros a la izquierda como espacios queden hasta completar los cinco caracteres).

## 8.- Actualización de la Cartografía.

De las publicaciones de navegación, las cartas náuticas son uno de los elementos mas importantes. Es por esto que el encargado de la navegación de una nave debe mantener las cartas permanentemente actualizadas y listas para ser utilizadas en cualquier momento.

En el cumplimiento de su misión, el SHOA incluye, además, la de mantener permanentemente informados a los usuarios de sus publicaciones, sobre los cambios ocurridos a la edición original pertinente y para ello se distinguen **Cartas en Uso** y **Cartas Nuevas**:

a.- **Cartas en Uso**, en poder de los usuarios. El proceso comprende 3 fases:

1. **Denuncio.** Cada navegante cuando observa alguna anomalía en su travesía, se hace un deber de evaluar, clasificar e informar a la autoridad costera (Capitanías de Puerto o Gobernaciones Marítimas) quienes la transcriben al SHOA. Esto constituye un "Denuncio" que puede ser la aparición de un bajo fondo, una roca que aflora, mal estado material de alguna señalización o cualquier otra anomalía susceptible de afectar la navegación marítima.
2. **Advertencia.** Recibido el Denuncio en el SHOA, se origina, el NURNAV (Noticias Urgentes a los Navegantes) para unidades navales operativas y en difusión NAVTEX para las demás embarcaciones. Cada día martes se transmite completo y luego se transmiten los cambios que hubiere. Y así se transmitirá indefinidamente hasta su eliminación posterior.
3. **Aviso.** En esta fase se evalúa a qué publicaciones afectará el Denuncio y se redactarán las correcciones pertinentes para publicarse en la próxima edición de "Boletín de Noticias a los Navegantes", publicación mensual que se difunde el último día de cada mes. Quince días después, se supone que las correcciones indicadas ya fueron efectuadas en las publicaciones aludidas y se elimina este Denuncio del NURNAV que la incluyó.

Las correcciones se hacen con tinta color magenta sobre los originales cuando son breves o mínimas o recortando y pegando según se indique, en ambos casos, deberá indicarse en el control de la corrección para que quién tenga que emplearla esté en conocimiento del estado de actualización de la publicación que utiliza.

b.- **Cartas Nuevas.** Desde su impresión hasta antes de ser entregadas, las cartas náuticas sufren alteraciones en sus informaciones, que deben actualizarse.

Los Comandantes y Capitanes de Naves, Prácticos y Autoridades Marítimas comuniquen directamente al SHOA, de inmediato y por la vía mas rápida, toda información que afecte a la navegación en nuestras costas y canales australes; como por ejemplo: denuncios de rocas, bajos fondos, derrelictos, obstrucciones, faros y boyas apagados, boyas fuera de sitio, errores en cartas y publicaciones o cualquier otra novedad que constituya un peligro a la navegación.

Asimismo, toda información que afecte a la señalización marítima, debe comunicarse, además, a la Dirección de Seguridad y Operaciones Marítimas, dependiente de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.

Toda esta información es analizada en el SHOA y difundida por medio de los mensajes NURNAV, NAVTEX o por el Boletín de Noticias a los Navegantes, según corresponda.

## **9.- Empleo de la cartografía.**

### **a.- Preliminar:**

- Verificar la actualización correcta de la carta de acuerdo al último aviso a los navegantes.
- Tener presente que el pilotaje contempla la navegación en aguas restringidas, con determinación frecuente de la posición de la nave.

### **b.- Preparación:**

- Disponer las publicaciones náuticas: Derroteros, lista de faros, radioayudas a la navegación, tablas de mareas y corrientes.
- Seleccionar las cartas correctamente, eligiéndolas de mayor escala posible.
- Marcar el entorno de mínimas profundidades.
- Seleccionar las ayudas visuales y marcarlas de algún modo.

### **c.- Procedimientos**

1. Situar un punto en la carta. Puede lograrse de tres maneras:
  - a. Por coordenadas:
    - Marque en la escala de latitudes y longitudes las que corresponden al punto a situar.
    - Coloque las paralelas exactamente en el paralelo mas cercano al punto y traslade la posición de las paralelas hasta la marca hecha en latitud.

- Marque el paralelo del punto aproximadamente donde Ud. sospeche que deba estar.
  - Proceda análogamente con un meridiano para fijar la longitud del punto, completándose así la cruz que señala el punto a situar.
- b. Por demarcación y distancia a un punto conocido.
- Valiéndose de la rosa verdadera coloque las paralelas en la graduación correspondiente y transporte dicha posición hasta el punto referido y marcar la demarcación en la carta.
  - Mida con el compás, la distancia referida en la latitud del lugar y trasládela al punto referido hasta cortar la demarcación, desde el punto referido. El corte en la demarcación señalará el punto en la carta.
- c. Por dos o mas demarcaciones casi simultaneas a puntos conocidos.
- Bastará con trazar en la carta las demarcaciones verdaderas que se ha determinado previamente; la intersección de ellas en la carta indica la situación del punto en la carta.
2. Sacar Rumbos de la carta.

Si se tiene en la carta el punto donde se encuentra la nave y el punto donde se va a dirigir, bastará con unir con una línea recta estos puntos (línea de rumbo o loxodrómica). Su valor se determina, colocando exactamente la paralela sobre esta línea y llevándola a la rosa mas cercana o meridiano mas cercano si se tiene una paralela convenientemente graduada.

- Al gobernar por girocompás se debe corregir el Eg.
- Al gobernar por compás magnético se debe corregir la variación magnética y desvío.

## 10.- Fijación de la Posición del Buque

Fijar el punto en que se encuentra la nave en cualquier instante resulta fundamental para la navegación, pues ello le permitirá ajustar el Rumbo convenientemente para mantenerse alejado de los peligros y economizar tiempo y recursos eligiendo las rutas más cortas y expeditas. Fijar el punto ha sido una preocupación permanente del marino. Al no ser posible la frecuencia adecuada, el ingenioso navegante proveyó de un sistema de navegación estimada (D.R.T.)

Hasta ahora, el método de observación personal no ha sido superado en exactitud y confianza. El método se basa en la obtención de un Lugar Geométrico (L.G.) a partir de un objeto en tierra o un astro (sol, estrella o planeta).

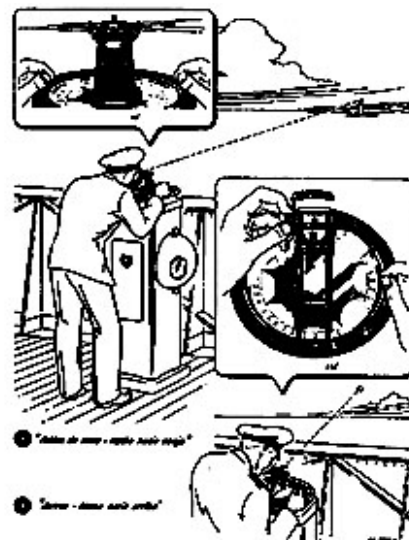
Un L.G. es un punto o cierta cantidad de ellos que cumplen una misma condición, por ejemplo, decimos que una circunferencia constituye un L.G. porque todos los puntos que la forman cumplen con la condición de equidistar de otro punto central. Igual es el caso de dos rectas paralelas; todos los puntos son equidistantes.

La demarcación a un faro "ALFA", es  $Dv = 043^\circ$ , trazada en la carta constituye un L.G. porque todos los puntos que la forman están orientados al  $43^\circ$ , es decir, cada punto forma un ángulo de  $43^\circ$  respecto a su meridiano en cada uno de esos puntos debe encontrarse la nave, falta por precisar cuál de ellos, lo que se resuelve tomando simultáneamente otra demarcación a otro objeto de la costa, el faro "Bravo", supongamos  $Dv = 100^\circ$ , una vez trazada, valen todas las mismas consideraciones antedichas y el punto donde se interceptan ambas demarcaciones determina el punto donde se encuentra la nave al momento de la observación ¿Por qué? Porque solamente aquel punto cumple con la condición que mi nave se encuentre en uno los L.G. y simultáneamente en el otro L.G. Esto explica la certeza que ofrece la fijación del punto por demarcaciones simultáneas.

Si la nave va muy rápido o muy cercano a los objetos a demarcar, la variación en demarcación también será muy grande y se requerirá mayor simultaneidad para obtener un punto confiable; dos observadores en distintos repetidores podría ser la solución, pero los buques suelen navegar suficientemente alejados de la costa que permite la observación por un solo observador quien inmediatamente demarca uno y otro objeto costero.

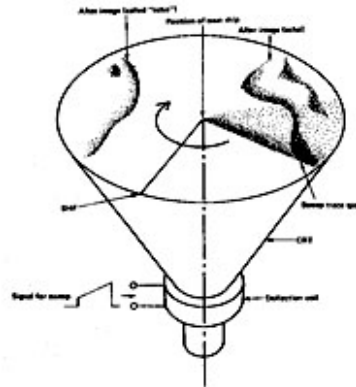
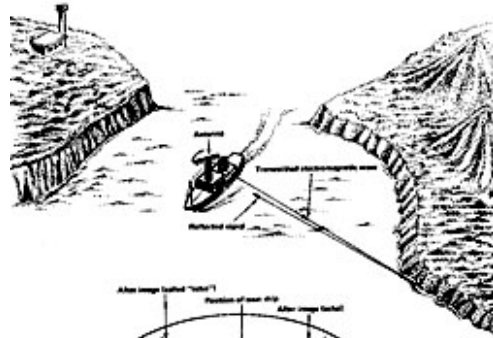
El radar, concebido para medir distancias a objetos sólidos que producen eco, permite tomar distancias a dos puntos claramente identificables en la carta y coherentemente reconocidos en la pantalla. Trazados en la carta en forma de arcos distancias, constituyen dos L.G. que se cortan en el punto en que se encuentra la nave, punto para el que valen análogamente las explicaciones anteriores.

En la observación astronómica los L.G. son "Rectas de altura" llamadas también "Líneas de Posición" (LOP) que original y rigurosamente representan parte de un círculo con centro en la posición geográfica del astro. Por fines prácticos se traza una recta perpendicular a la línea azimutal del astro. Del mismo modo, la intersección de dos "Rectas de altura" casi simultáneas determinan el punto donde se encuentra el buque del observador. Modernos y precisos sistemas satelitales permiten, en nuestros días, mantener permanentemente la fijación del punto durante la navegación, sin requerir de días despejados ni cercanías a la costa, indicándose por lectura digital las coordenadas geográficas del observador. Son los conocidos G.P.S (Global Position System)



*Alidada para tomar demarcaciones*





*Radar para obtener distancia*

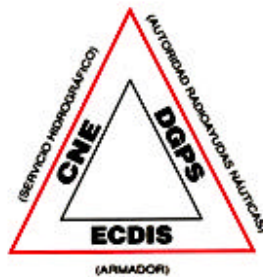
## 11.- Carta Electrónica

### a.- El Sistema

La configuración de un sistema experto a bordo ha permitido aumentar, en gran medida, las condiciones de seguridad de la navegación, así como optimizar el tiempo de empleo de los buques, de las rutas y de los terminales marítimos (maniobra de zarpe y recalada mas seguras y precisas, reduciendo las probabilidades de daños a los sitios de atraque).

El sistema experto de a bordo se conoce como Sistema de Información y Visualización de la Carta Electrónica (SIVCE) o Electronic Chart Display and Information System (ECDIS), denominación inglesa que impera a nivel mundial, transformándose, muy pronto, en un sustantivo tal como ocurre con el radar.

Para funcionar a nivel óptimo de servicio al navegante, el ECDIS debe integrar 3 componentes para permitir conformar lo que se conoce como "navegación electrónica", que consiste en conducir la navegación de un buque en forma completamente automatizada, estos 3 componentes son elementos indisolublemente integrados: la carta de navegación electrónica (CNE), el posicionamiento GPS y ECDIS. La falta de uno de ellos impide concretar el concepto. La figura ilustra este concepto.



*Componentes de la Navegación Electrónica*

#### **b.- La CNE**

La CNE es el nuevo elemento cartográfico que hoy comienza a emplearse masivamente, en la navegación. Se produce basándose en los estándares internacionales, definidos por la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) y aceptados por la comunidad hidrográfica. La OHI ha publicado y difundido a través del Buró Hidrográfico Internacional (BHI) sendos sets de estándares; nominados: S-52 como "Especificaciones para el contenido de las cartas y aspectos de visualización de ECDIS y S-57, "Estándares de transferencia de datos hidrográficos digitales".

Estos set de estándares han permitido a las casas de software desarrollar los sistemas de información geográfica (SIG), requeridos para la compilación, edición y producción de cartografía náutica digital: CNE. Asimismo, se le ha permitido la elaboración de los sistemas ECDIS a la industria manufacturera de equipamiento para navegación, con sus funcionalidades y modo de presentar la información cartográfica en pantalla, completamente normalizada.

La CNE es un documento digital gráfico que está integrado por la combinación de 3 elementos básicos: puntos, líneas y áreas; con estos 3 elementos se forman las cartas digitales de estructura vectorial.

Los elementos de "dimensión cero" **-los puntos-** son los que representan adecuadamente una sonda, un faro, una roca, un naufragio, un punto notable y otros elementos aislados, a los que se les relaciona una serie de atributos, almacenados en la base de datos que el sistema ECDIS lee y utiliza cuando se emplea la CNE a bordo. Por ejemplo, un faro es complementado con su característica luminosa, alcance, altura estructural y sobre el N.M.M., año de construcción y otros atributos, que el navegante puede conocer cuando emplea la CNE, mediante una interrogación con el cursor sobre el símbolo del faro que se señala en la pantalla.

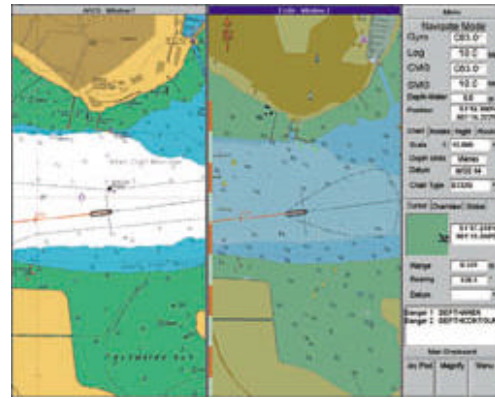
Los elementos de dimensión "uno" **-las líneas-** son una sucesión de vectores que permiten representar la línea de costa, los veriles, las obras de arte, límites de puerto y toda otra delimitación, así como elementos cartográficos que requieran de una línea para su representación. Estos elementos son almacenados con características inherentes al objeto de la realidad que representan; así, la línea de costa es atributada con indicación del sentido de digitalización y con la definición si la tierra se encuentra a la derecha o izquierda de ella (el mar por el otro). Estas relaciones de vecindad son necesarias para que el software de interpretación y empleo de la carta, en ECDIS, despliegue correctamente los colores de las posiciones de tierra y agua y otros objetos, permitiendo a este sistema experto reconocer la proximidad de la costa, veriles u otras líneas de interés para el navegante, en todo momento.

Los elementos de dimensión "dos" **-los polígonos-** se emplean para representar objetos de la realidad, como islas, islotes, veriles cerrados, curvas de nivel cerradas, perímetros urbanos y otros objetos representados como polígonos en la CNE. Estos también se atributan con los datos específicos a lo que representen, por ejemplo, un islote, se indicará su nombre geográfico, posición, color con el que se desplegará, altura máxima, etc.

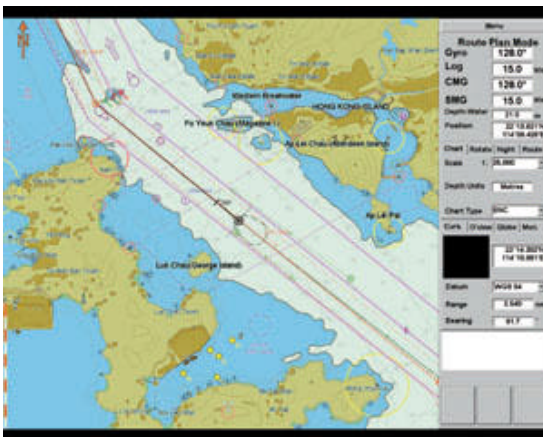
El SHOA cuenta hoy con completas capacidades de producción de CNE, que comprende un equipo de profesionales entrenados, estaciones de trabajo y un sistema de información geográfica especializado instalado en un servidor central, con licencias de acceso compartido con todas las estaciones. Las CNE producidas por el SHOA han sido intercambiadas con diversos servicios hidrográficos de Europa y Norteamérica, donde han sido probadas en diversas plataformas ECDIS, con pleno éxito, lo que ha permitido iniciar la provisión de este nuevo producto de ayuda a la navegación a la comunidad marítima nacional e internacional a través de medios como CD Rom o la red Internet.



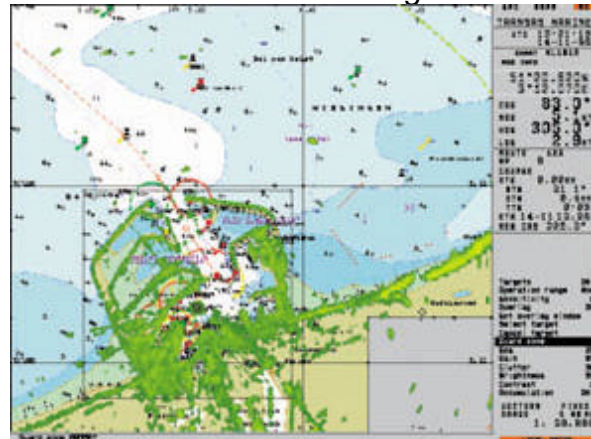
*Consola de Transas Marine*



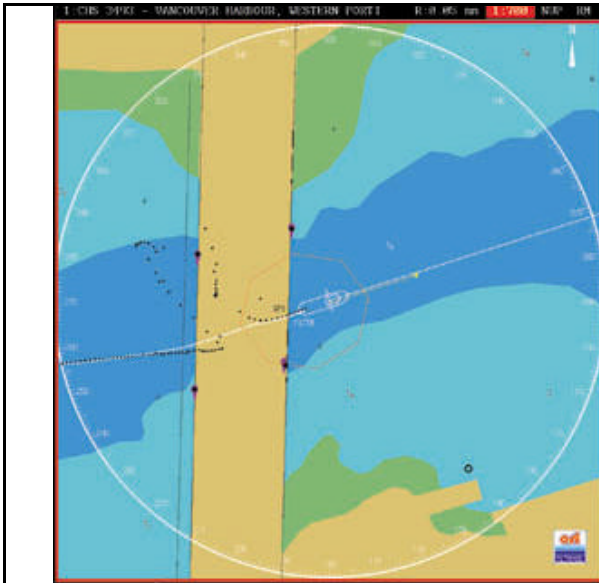
*Pantalla en Windows, dividida en imagen de carta raster y CNE, ambas de la misma carta desplegada simultáneamente en ECDIS de Kelvin Hughes-*



*CNE desplegada en ECDIS Kelvin Hughes.*



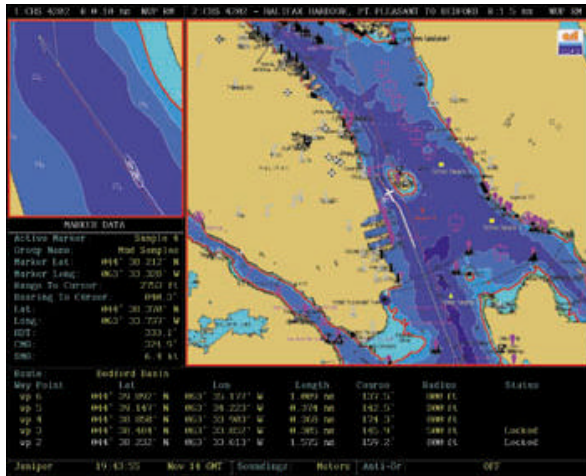
*Pantalla de Transas Marine, con sobre posición de imagen de radar.*



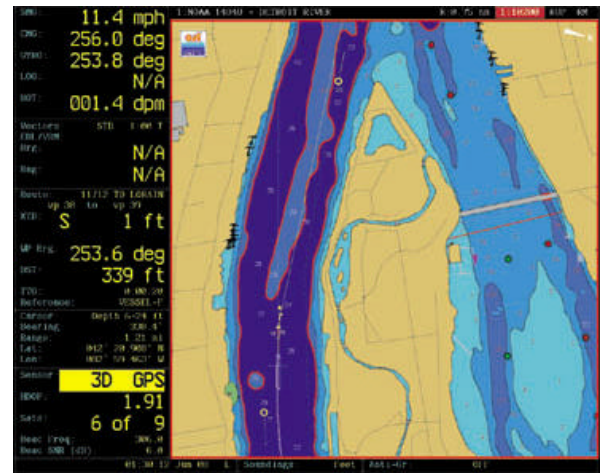
*Un filtro Kalman de posicionamiento proporciona la posición más probable del buque durante la pérdida temporal de la señal GPS, producto de la pasada bajo un puente u otra interrupción momentánea. El filtro analiza y provee la mejor solución desde los otros sensores de posición en uso.*



*Esta pantalla muestra a un buque, cuya silueta y posición de la antena DGPS a bordo, han sido ingresadas en ECDIS con precisión. La línea punteada muestra la trayectoria del buque mientras se aproxima a su sitio de atraque en el muelle.*



Dependiendo del tipo de operación, ECDIS provee diferentes disposiciones y configuraciones de la pantalla. La experiencia ha demostrado que, trabajando con imágenes a escala grande, es muy deseable tener una visión general del área circundante.



La abreviatura "RUP" en la esquina superior derecha es por "route-up" (rumbo arriba) y "RM" es por "relative-motion" (movimiento relativo). ECDIS siempre está mostrando indicadores de la calidad de la posición obtenida, como se muestra en la esquina inferior izquierda de la columna de texto. Como una medida de seguridad, la leyenda GPS es mostrada con fondo amarillo, intermitente y sonoro, para indicar que la señal diferencial se ha perdido. Asimismo "mph" y "mi" indica que el sistema está usando millas terrestres, en vez de millas náuticas. Esta pantalla también muestra, en íconos amarillos, dos blancos traqueados por el radar del buque.

## 12.- Referencias:

Publicaciones editadas por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. [www.shoa.cl](http://www.shoa.cl)