

AGRADECIMIENTO

A mi madre, por haberme inculcado los valores y virtudes para mi desarrollo personal y profesional;

A mi esposa e hijos, por su permanente apoyo en el transcurso de mi carrera y especialmente durante la elaboración del texto;

A mis familiares y amigos por su valioso tiempo;

A la Escuela Naval del Perú, alma mater que impregnó en mí, la pasión por el mar y las ciencias navales;

A mis superiores, compañeros y subalternos por sus constantes consejos y recomendaciones.

NAVEGACIÓN PLANA

C. de C. Marco Castro Caballero

══════ ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA NAVAL ══════

DERECHOS RESERVADOS DE EDICIÓN

Marina de Guerra del Perú
Escuela Superior de Guerra Naval
División de Publicaciones de la Escuela Superior de Guerra Naval
Jr. Sáenz Peña 590 La Punta – Callao
Teléfono: 2016230 Anexo: 6123

NAVEGACIÓN PLANA

Autor

Capitán de Corbeta
Marco Castro Caballero

Diseño y Diagramación

OM2 GRÁ. William Cuadros Rodríguez
David Neyra Romero

Corrección

Ylse Mesía Marino

Primera edición: Octubre 2013

ISBN: 978-612-46560-0-2

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2013-16416

SÓLO PARA USO EXCLUSIVO DE INSTRUCCIÓN EN LA MARINA DE GUERRA DEL PERÚ

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra ni su tratamiento o transmisión por cualquier medio sin autorización escrita de la División de Publicaciones de la Escuela Superior de Guerra Naval.

ÍNDICE

ÍNDICE	5
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO 1	
LA TIERRA Y LA NAVEGACIÓN	14
1.1 Introducción	14
1.2 Definición de Navegación	15
1.3 La Tierra	15
1.3.1 La Milla Náutica	
1.4 Paralelos y Meridianos	16
1.4.1 Círculos Máximos	
1.4.2 Círculo Menor	
1.4.3 Paralelos	
1.4.4 Meridianos	
1.5 Latitud y Longitud	17
1.5.1 Latitud	
1.5.1.1 Diferencia de Latitud	
1.5.1.2 Latitud Media	
1.5.2 Longitud	
1.5.2.1 Diferencia de Longitud	
1.5.2.2 Apartamiento	
1.5.3 Medidas Angulares	
1.6 Marcación y Azimut	24
1.6.1 Marcación Verdadera (Mv)	
1.6.2 Marcación Magnética (Mm)	
1.6.3 Marcación Relativa (Mr)	
1.7 Las cuatro Preguntas de la Navegación	26
1.7.1 La Posición	
1.7.1.1 Posición Estimada	
1.7.1.2 Posición por Dos o más Marcaciones	
1.7.1.3 Posición por Radar	
1.7.1.4 Posición GPS	
1.7.2 El Rumbo	
1.7.3 La Velocidad y la Distancia Navegada	
1.7.4 La Profundidad	
Evaluación	32

CAPITULO 2	
PROYECCIONES Y CARTAS	35
2.1 Introducción	35
2.2 Sistemas de Proyección	36
2.3 Proyección Mercator	38
2.3.1 Loxodrómica	
2.3.2 Construcción de la Carta Mercator	
2.3.3 Ventajas de la Proyección Mercator	
2.3.4 Desventajas de la Proyección Mercator	
2.4 Proyección Gnomónica	41
2.4.1 Ortodrómica	
2.4.2 Construcción de una Proyección Gnomónica	
2.4.3 Características de la Proyección Gnomónica	
2.5 Otras Proyecciones	44
2.6 Clasificación de Carta	44
2.7 Interpretación de Cartas	45
2.7.1 Título de una Carta	
2.7.2 Escala	
2.7.3 Rosa de las Cartas	
2.7.4 Profundidades	
2.7.5 Otras Informaciones	
2.8 La Carta Electrónica	49
2.9 Actualización de Cartas Náuticas	50
2.9.1 Nueva Edición de una Carta	
2.9.2 Revisión de una Carta	
2.9.3 Corrección de una Carta	
2.9.4 Avisos a los Navegantes	
2.10 Instrumentos de Uso en las Cartas	53
2.10.1 Compás de Dos Puntas	
2.10.2 Reglas	
2.10.3 Otras Herramientas	
2.10.4 Empleo de las Herramientas	
2.11 Ejercicios con las Cartas	55
2.11.1 Obtener las Coordenadas de un Punto en la Carta o dadas las Coordenadas de un Punto, situarlo en la Carta	
2.11.2 Obtener Distancias en la Carta	
Evaluación	58
CAPITULO 3	
EL COMPÁS MAGNÉTICO Y EL GIROCOMPÁS	60
3.1 Introducción	60
3.2 El Compás Magnético	61
3.2.1 Principios del Compás Magnético	
3.2.2 Descripción del Compás Magnético	

3.2.3 Desvíos	
3.2.3.1 Compensación de los Desvíos	
3.2.4 Sensibilidad y Estabilidad	
3.2.5 Compases Secos y Líquidos	
3.2.6 Otros Tipos de Compases Magnéticos	
3.2.7 Limitaciones del Compás Magnético	
3.3 El Girocompás	72
3.3.1 Partes del Girocompás	
3.3.2 El Giróscopo	
3.3.3 Propiedades de los Giróscopos	
3.3.4 Rotación Aparente	
3.3.5 Construcción del Girocompás	
3.3.6 Otras Consideraciones	
3.3.7 Error del Girocompás (Eg)	
3.3.8 Repetidores y Taxímetros	
3.3.9 Ventajas y Desventajas del Girocompás	
3.3.10 Girocompás Láser y de Fibra Óptica	
3.3.10.1 Girocompás Láser	
3.3.10.2 Girocompás de Fibra Óptica	
Evaluación	86
CAPITULO 4	
INSTRUMENTOS DE NAVEGACIÓN	88
4.1 Introducción	88
4.2 Instrumentos para Medir Direcciones	89
4.2.1 Alidada	
4.2.2 Círculo de Marcaciones	
4.2.3 Alidada Telescópica	
4.3 Instrumentos para Medir Velocidad y Distancia Recorrida	90
4.3.1 Los Inicios	
4.3.2 Corredera Mecánica	
4.3.3 Corredera a Presión Hidráulica	
4.3.4 Corredera Electromagnética	
4.3.5 Corredera Doppler	
4.3.6 Efecto de la Corriente en las Correderas	
4.3.7 Calibración de la Corredera Milla Medida	
4.3.8 Velocidad por GPS	
4.4 Instrumentos para Medir Distancia en la Mar	96
4.4.1 Estadímetro	
4.4.2 El Sextante	
4.4.3 Telémetro	
4.5 Instrumentos para Medir Profundidades	98
4.5.1 Sonda de Mano	
4.5.2 Ecosonda o Fadómetro	
4.6 Otros Instrumentos	101

4.6.1 Transportador de Tres Brazos	
4.6.2 Prismáticos	
Evaluación	104
CAPITULO 5	
PUBLICACIONES NÁUTICAS	105
5.1 Introducción	105
5.2 Derrotero	106
5.3 Lista de Faros y Señales Náuticas	107
5.4 Almanaque Náutico	109
5.5 Tabla de Mareas	109
5.6 Tabla de Distancias	110
5.7 Atlas Hidrográfico del Perú	110
5.8 Símbolos y Abreviaturas	111
5.9 Servicio de Radioavisos a los Navegantes	111
5.10 Código Internacional de Señales	112
5.11 Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes	112
Evaluación	124
CAPITULO 6	
AYUDAS A LA NAVEGACIÓN Y SEÑALIZACIÓN NÁUTICA	125
6.1 Introducción	125
6.2 Boyas	126
6.3 Balizas	128
6.4 Faros	128
6.5 Racon	133
6.6 Sistema de Bayado Marítima IALA	133
6.7 Señales Laterales	134
6.8 Señales Cardinales	135
6.9 Señales de Peligro Aislado	136
6.10 Señales de Aguas Seguras	137
6.11 Señales Especiales	137
6.12 Navarea	139
Evaluación	141
CAPITULO 7	
MAREAS, CORRIENTES Y VIENTOS	142
7.1 Introducción	142
7.2 Mareas	143
7.2.1 Importancia y Periodicidad de las Mareas en la Navegación	
7.2.2 Definiciones	
7.2.3 Tipos de Marea	
7.2.4 Estaciones Mareográficas	

7.2.5 Empleo de la Tabla de Mareas	
7.3 Corrientes Marinas	151
7.3.1 Corrientes Oceánicas	
7.3.2 Corrientes de Marea	
7.4 Vientos	153
7.4.1 Clasificación de Vientos a Bordo	
7.4.2 Instrumentos para Medir el Viento	
Evaluación	156
CAPITULO 8	
TIPOS DE NAVEGACIÓN Y PLANEAMIENTO	157
8.1 Introducción	157
8.2 Tipos de Navegación	158
8.2.1 Navegación Costera	
8.2.2 Navegación Astronómica	
8.2.3 Navegación Electrónica	
8.2.4 Navegación por Estima	
8.3 Prioridad en los Métodos de Posicionamiento	162
8.4 Proceso de la Navegación	162
8.5 Planeamiento y Trazado de la Derrota	163
8.6 Ejecución de la Derrota	166
Evaluación	168
CAPITULO 9	
NAVEGACIÓN COSTERA	169
9.1 Introducción	169
9.2 Línea de Posición	170
9.3 La Marcación	171
9.4 La Enfilación	172
9.5 La Distancia	174
9.5.1 Empleo del Sextante	
9.5.1.1 Dentro del Horizonte del Observador	
9.5.1.2 Fuera del Horizonte del Observador	
9.6 El Ángulo Horizontal	177
9.7 Línea de Posición por Sondaje	179
9.8 Métodos para Determinar la Posición	179
9.8.1 Posición por Marcaciones	
9.8.2 Posición Observada Trasladada	
9.8.3 Posición por Marcación y Distancia	
9.8.4 Posición por Marcación y Sondaje	
9.8.5 Posición por Marcación y Ángulo Horizontal	
9.8.6 Posición por Cruce de Distancias	
Evaluación	187

CAPITULO 10	
NAVEGACIÓN POR ESTIMA	189
10.1 Introducción	189
10.2 Cálculo de la Distancia, Velocidad y Tiempo	190
10.3 Reglas Prácticas	191
10.3.1 Regla de los 3 Minutos	
10.3.2 Regla de los 6 Minutos	
10.3.3 Regla del 60avo	
10.4 Forma de Graficar	193
10.5 Factores que Influyen en la Navegación por Estima	193
10.6 Efecto del Viento	194
10.7 Errores por Corriente	195
10.8 Consideraciones	199
Evaluación	200
CAPITULO 11	
NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA	202
11.1 Introducción	202
11.2 El Radar	204
11.2.1 Principio del Radar	
11.2.2 Componentes	
11.2.3 Características	
11.2.4 Empleo	
11.2.5 Desventajas del Uso del Radar	
11.3 GPS	213
11.3.1 Funcionamiento	
11.3.2 Principios de la Triangulación	
11.3.3 Precisión del GPS	
11.3.4 Funciones del GPS	
11.3.5 DGPS (Differential GPS)	
11.4 Carta Electrónica	218
11.4.1 Componentes del Sistema ECDIS	
11.5 AIS	221
11.5.1 Funcionamiento del Equipo	
11.5.2 Información Transmitida	
11.5.3 Empleo del AIS	
11.6 NAVTEX (NAVigational TEXt Messages)	224
11.6.1 Formato del Mensaje NAVTEX	
11.7 INMARSAT (International Maritime Satellite Organization)	226
Evaluación	229

CAPITULO 12	
EL PUENTE DE COMANDO	230
12.1 Introducción	230
12.2 El Equipo de Navegación	231
12.2.1 El Comandante	
12.2.2 El Oficial de Guardia	
12.2.3 El Ayudante	
12.2.4 El Contramaestre de Navegación	
12.2.5 El Radarista	
12.2.6 Consola de Propulsión	
12.2.7 El Radio	
12.2.8 El Registrador de Ordenes	
12.2.9 El Timonel	
12.2.10 Los Vigías	
12.2.11 El Práctico	
12.3 Impartir Órdenes en el Puente	238
12.3.1 Para Modificar la Velocidad	
12.3.2 Para Modificar el Rumbo	
12.4 Libro de Órdenes Nocturnas	241
Evaluación	242
CAPITULO 13	
REGLAS PARA PREVENIR ABORDAJES	243
13.1 Introducción	243
13.2 Definiciones Generales	244
13.3 Reglas de Gobierno	245
13.3.1 Buque que Alcanza	
13.3.2 Obligaciones entre Categorías de Buques	
13.3.3 Reglas de Maniobra entre Buques a Vela	
13.4 Luces	248
13.4.1 Definiciones	
13.4.2 Exhibición de Luces	
13.4.3 Visibilidad de las Luces	
13.5 Señales Diurnas	250
13.6 Señales Acústicas	252
13.6.1 Instrumentos Acústicos	
13.6.2 Señales Acústicas en Maniobras	
13.6.3 Señales Acústicas en Visibilidad Reducida	
13.6.4 Señales con Campana Gong	
13.7 Señales de Peligro	255
Evaluación	256
BIBLIOGRAFÍA	257

INTRODUCCIÓN

La navegación es uno de los primeros cursos que recibimos en nuestra carrera militar como marinos, pues nos acerca al ámbito natural en el cual vamos a desarrollarnos a lo largo de nuestra profesión, que es el marítimo, por lo que constituye una de las piedras angulares de nuestra formación, que vamos a emplear de manera frecuente. El presente texto tiene por finalidad brindar los conocimientos teóricos iniciales relacionados a la navegación plana; en este sentido, se ha empleado una serie de libros teóricos conjugándolo con la experiencia de embarque de varios oficiales que han colaborado en la edición, buscando que su contenido sea lo más didáctico y pedagógico posible, para lo cual se ha considerado una gran cantidad de ilustraciones que facilite el entendimiento de los temas que serán tratados a lo largo de los capítulos.

En el desarrollo del libro se ha querido abarcar los temas de navegación plana que forman parte de los syllabus de la Escuela Naval, para que los Cadetes Navales cuenten con un libro que los pueda asesorar y orientar en el desarrollo de los cursos relacionados, de manera que logren adquirir las competencias necesarias para cumplir las tareas que les serán encomendadas cuando se desempeñen en el puente de comando de cualquier unidad. Asimismo, considero que puede ser empleado como un texto de consulta rápida cuando se encuentren a bordo y sea necesario aplicar todos los conceptos teóricos de navegación adquiridos.

Los capítulos iniciales marcan la parte introductoria del libro, en el primero de ellos se acerca al lector con los conceptos y nociones iniciales de la tierra que debe tener en cuenta todo navegante, en el segundo se explica la confección de uno de los materiales imprescindibles con los que se debe contar en el puente de cualquier buque, que son las cartas de navegación. A continuación, en los capítulos 3 y 4, se explica el principio y funcionamiento de los equipos e instrumentos de navegación que deben ser tomados en cuenta para llevar una navegación segura; estas herramientas, que sirven para determinar nuestro rumbo, velocidad, medir distancias y calcular la profundidad, nos ayudaran a dar solución a las preguntas o problemas de la navegación que debe ser resueltos de forma permanente durante nuestra singladura. Posteriormente, en el capítulo 5 se presentan las publicaciones peruanas que son empleadas y consultadas continuamente antes y durante la navegación; en el capítulo 6 se muestran las ayudas a la navegación y señalizaciones náuticas establecidas internacionalmente y con los que contamos a lo largo de nuestro litoral,

que apoyaran nuestra labor en las unidades. En el capítulo 7 trataremos las fuerzas externas que son no controlables y que afectan a las embarcaciones en la mar; las mismas que se representan por medio de las mareas, las corrientes y el viento.

Luego de esta parte teórica inicial, entre los capítulos del 8 al 11, se explican los tipos de navegación que se desarrollan a bordo, por estima, costera y electrónica, quedando pendiente la astronómica, la cual por su extensión será tratada en un texto posterior. Finalmente, se agregan dos capítulos referidos al personal que forma parte del equipo del puente y las principales reglas para prevenir abordajes establecidas en el reglamento internacional.

Como se puede apreciar, el texto consiste básicamente en una secuencia de temas, que van a ir introduciendo en el arte de la navegación a los lectores, principalmente Cadetes y Aspirantes de la Escuela Naval, de forma de contribuir en la formación académica e intelectual de quienes se inician en nuestra profesión y que formaran las futuras dotaciones de nuestras unidades.

CAPÍTULO 1

LA TIERRA Y LA NAVEGACIÓN

1.1 Introducción

La navegación fue practicada desde la más remota antigüedad. Muchos historiadores atribuyen que los egipcios fueron los primeros navegantes; pero fueron los fenicios quienes evolucionaron la navegación por el siglo IV a. de c., a través del empleo del sol y las estrellas para poder guiarse durante el día y la noche.

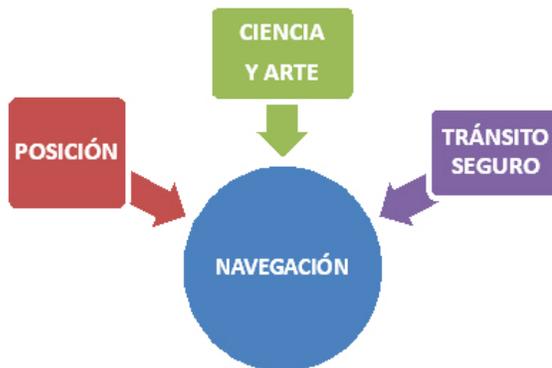
Posteriormente, el invento del sextante a mediados del siglo XVIII les permitió a los navegantes mejorar la exactitud de la navegación de la época, pero, sin lugar a dudas, con la aparición del cronómetro a inicios del siglo XIX, se revolucionó la navegación, al poder determinar con mayor precisión la posición de las embarcaciones por medio de los astros.

A partir de la aparición de la electrónica y sobre todo del GPS, a finales del siglo XX, la navegación electrónica y satelital ha desplazado de alguna forma a la navegación tradicional, debido a la simplicidad y resultados directos que proporciona; sin embargo, se tiene siempre que considerar que, en algún momento, los equipos pueden fallar y debemos estar preparados para, en esa contingencia, poder superar las dificultades que se presenten, con los conocimientos de la navegación estimada, costera, visual o astronómica que se detallarán a lo largo del presente texto.



1.2 Definición de Navegación

La mayoría de textos concuerdan en que la navegación es una ciencia y un arte, que nos va a permitir conocer la posición de un buque o embarcación en cualquier lugar que se encuentre del océano, lago, mar o río y que nos va a permitir conducirla desde un punto de inicio a un punto final, de una manera segura con la capacidad de superar cualquier inconveniente que se presente con la mayor eficacia y precisión posible.



Se dice que la navegación es una ciencia porque utiliza principios y leyes generales de las matemáticas, física, astronomía, etc., por medio de distintas técnicas que le permitirán al navegante una mejor organización y aprovechamiento de las observaciones que se realiza durante la navegación.

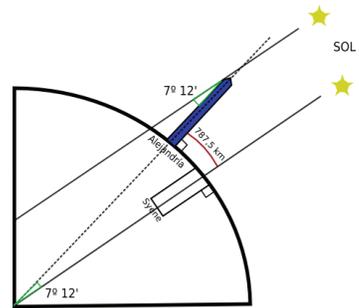
Se dice que la navegación es un arte porque implica el empleo adecuado de los instrumentos de navegación, la correcta interpretación de los datos disponibles, así como la resolución de los problemas que se presenten durante la navegación, con habilidad, destreza y seguridad.

1.3 La Tierra



De acuerdo a la historia, el griego Eratóstenes (200 a. C.) fue el primero en determinar que la Tierra no era plana, sino que tenía la forma de una esfera, e inclusive llegó a determinar con singular precisión el radio de la Tierra. Para su descubrimiento, Eratóstenes midió la sombra que obtenía en el solsticio de verano en dos ciudades diferentes, Siena y Alejandría; obtuvo en la primera que al mediodía los rayos solares caían perpendicularmente, mientras que en la segunda se producía una sombra de $7^{\circ}12'$ ($1/50$). Posteriormente, midió la distancia entre las 2 ciudades (50 000 estadios) y lo interpoló para los 360° ; obtuvo que la circunferencia de la Tierra equivalía a 250 000 estadios (medida de la época).

La forma de la Tierra, de acuerdo a sus particularidades, se puede equiparar para los fines de la navegación como una esfera; sin embargo, de acuerdo a mediciones más precisas, se ha llegado a determinar que la forma real de la Tierra es un “elipsoide en revolución”, es decir, el sólido generado por la rotación de un elipse en torno a un eje; en el caso de la Tierra, es el eje polar debido al achatamiento que tiene la Tierra en los polos.



Las dimensiones de la Tierra son:

Radio Ecuatorial: 6 378 .137 km

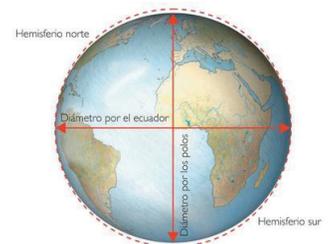
Radio Polar: 6 356.752314 km

Factor de Achatamiento (f): representa que tan diferentes son los semiejes entre sí.

$f = 1 - b/a = 0,00335285$

Excentricidad (e): $e^2 = 1 - b^2/a^2 = 0,0819927$

Teniendo en cuenta que se ha considerado a la Tierra como una esfera, el perímetro ecuatorial ($2\pi \times rad$) será igual a 40 003.2 km.



Diámetro por el ecuador	12.756 km
Diámetro por los polos	12.713 km
Volumen	1,083 billones de km ³
Masa	5.854 trillones de toneladas

1.3.1 La Milla Náutica

Para determinar la medida de la milla náutica, se tomó la circunferencia de la Tierra 40 003.2 km, aproximándola a 40 000 km; este valor fue dividido entre 360° (circunferencia de la Tierra) y posteriormente entre 60 ($1^\circ = 60'$); dio como resultado $1' = 1,85185$ km por lo que se aproximó este valor a 1852 metros, estableciéndose:

$$1' = 1 \text{ m.n.} = 1852 \text{ metros } (40\,000 \text{ km} / 360^\circ \times 60' = 1,85185 \text{ km})$$

1.4 Paralelos y Meridianos

1.4.1 Círculos Máximos

Es cualquier plano que divide a la Tierra en dos partes iguales o que pasa por el centro de la Tierra. La línea ecuatorial es un círculo máximo.

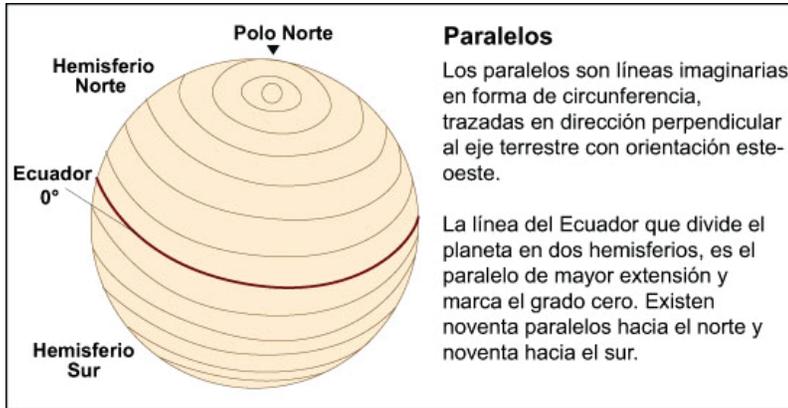
1.4.2 Círculo Menor

Será cualquier plano que no pasa por el centro de la Tierra.



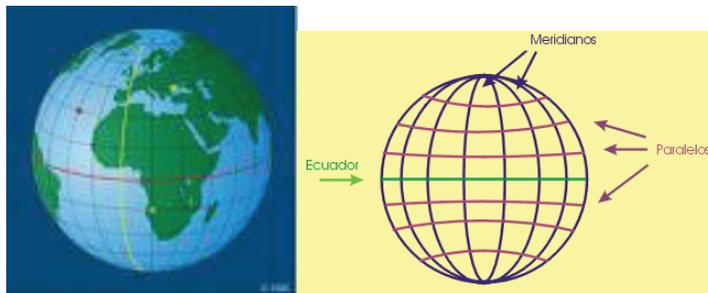
1.4.3 Paralelos

Se denomina así a los círculos menores formados por la intersección de la esfera terrestre con un plano imaginario perpendicular al eje de rotación de la Tierra.



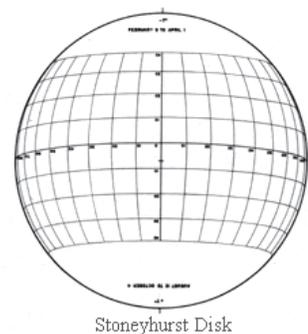
1.4.4 Meridianos

Son círculos máximos que pasan por los polos. El meridiano de referencia o llamado también meridiano de origen es el de Greenwich, el cual ha sido adoptado por convención y se encuentra ubicado en la ciudad del mismo nombre en el Reino Unido. A partir de este meridiano, se divide a la Tierra en dos hemisferios: hacia el oeste el hemisferio occidental y hacia el este el hemisferio oriental.



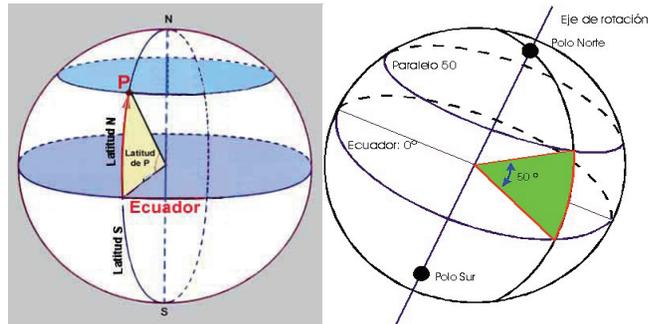
1.5 Latitud y Longitud

Cuando deseamos expresar la posición de cualquier objeto o persona sobre la superficie de la Tierra, se emplea el sistema de coordenadas geográficas que son la latitud y la longitud. Debemos tener en cuenta que en cualquier punto de la superficie terrestre siempre habrá un meridiano que pase por el lugar, así como un paralelo.



1.5.1 Latitud

Se representa a través de la letra griega ϕ (phi). Viene a ser la medida angular entre el paralelo del Ecuador y el paralelo que pasa por un punto determinado del planeta, medida a través del meridiano que pasa por ese punto. La latitud se mide en grados ($^{\circ}$), entre 0 y 90; y se les adiciona una letra N o S dependiendo si se encuentran al Norte (N) o al Sur (S) del Ecuador. A los lugares ubicados en la línea ecuatorial les corresponde una latitud igual a 0° ; mientras que los polos norte y sur tienen una latitud de 90° N y 90° S, respectivamente. Los lugares ubicados en el mismo paralelo tienen igual latitud.



Ejemplos: latitud de la Escuela Naval $\phi = 12^{\circ} 04' S$
 latitud isla Pachacamac $\phi = 12^{\circ} 18' 30'' S$

En las cartas náuticas, la escala de latitudes se encuentra graficada en los márgenes laterales, derecho e izquierdo.



1.5.1.1 Diferencia de Latitud ($\Delta\phi$)

Es la medida angular del arco del meridiano comprendido entre los paralelos que pasan por dos lugares. Si las dos posiciones se encuentran en el mismo hemisferio (Norte o Sur), las latitudes se restan; si las dos posiciones se encuentran en hemisferios opuestos, las latitudes se suman. El signo de la diferencia de latitud va a depender del sentido en que se realice la operación. Consideremos en los siguientes ejemplos que nos dirigimos de un punto 1 al punto 2.

Ejemplo1: $\phi_1 = 12^\circ 14' S$ \longrightarrow $\Delta\phi = 20^\circ 33' S$

$\phi_2 = 32^\circ 47' S$

Ejemplo2: $\phi_1 = 32^\circ 47' S$ \longrightarrow $\Delta\phi = 20^\circ 33' N$

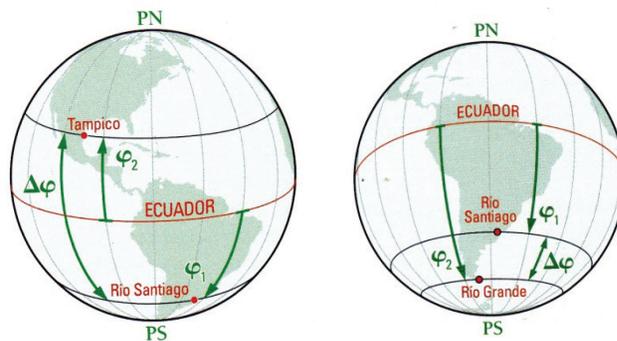
$\phi_2 = 12^\circ 14' S$

Ejemplo3: $\phi_1 = 41^\circ 07' S$ \longrightarrow $\Delta\phi = 64^\circ 38' N$

$\phi_2 = 23^\circ 31' N$

Ejemplo4: $\phi_1 = 23^\circ 31' N$ \longrightarrow $\Delta\phi = 64^\circ 38' S$

$\phi_2 = 41^\circ 07' S$



No Colocar los Nombres de las Ciudades, Solo "Ecuador"

1.5.1.2 Latitud Media (ϕ_m)

Es el promedio de las latitudes de dos lugares. Su fórmula vendría a ser $\phi_m = \phi_1 + (\phi_1 \pm \phi_2)/2 = \phi_1 + \Delta\phi/2$; se debe tener en cuenta que latitudes con igual signo se restan y con diferente signo se suman.

$$\text{Ejemplo1: } \varphi_1 = 12^\circ 14' \text{ S} \quad \Longrightarrow \quad \Delta\varphi = 20^\circ 33' \text{ S}; \Delta\varphi/2 = 10^\circ 16.5' \text{ S}$$

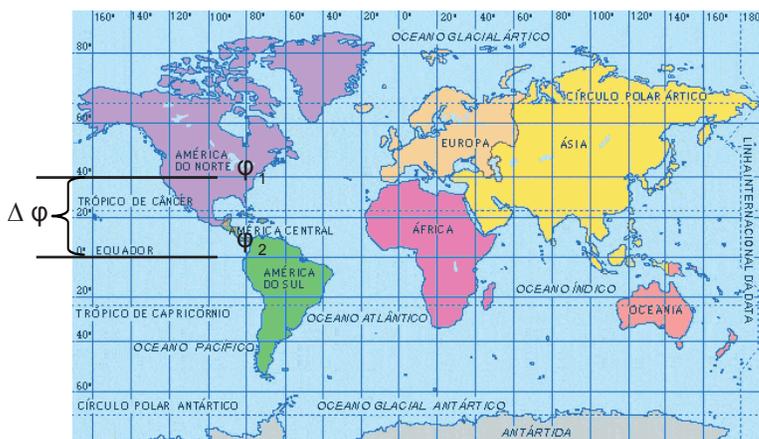
$$\varphi_2 = 32^\circ 47' \text{ S}$$

$$\varphi_m = \varphi_1 + \Delta\varphi/2 = 22^\circ 30.5' \text{ S}$$

$$\text{Ejemplo2: } \varphi_1 = 41^\circ 07' \text{ S} \quad \Longrightarrow \quad \Delta\varphi = 64^\circ 38' \text{ N}; \Delta\varphi/2 = 32^\circ 19' \text{ N}$$

$$\varphi_2 = 23^\circ 31' \text{ N}$$

$$\varphi_m = \varphi_1 + \Delta\varphi/2 = 8^\circ 48' \text{ S}$$



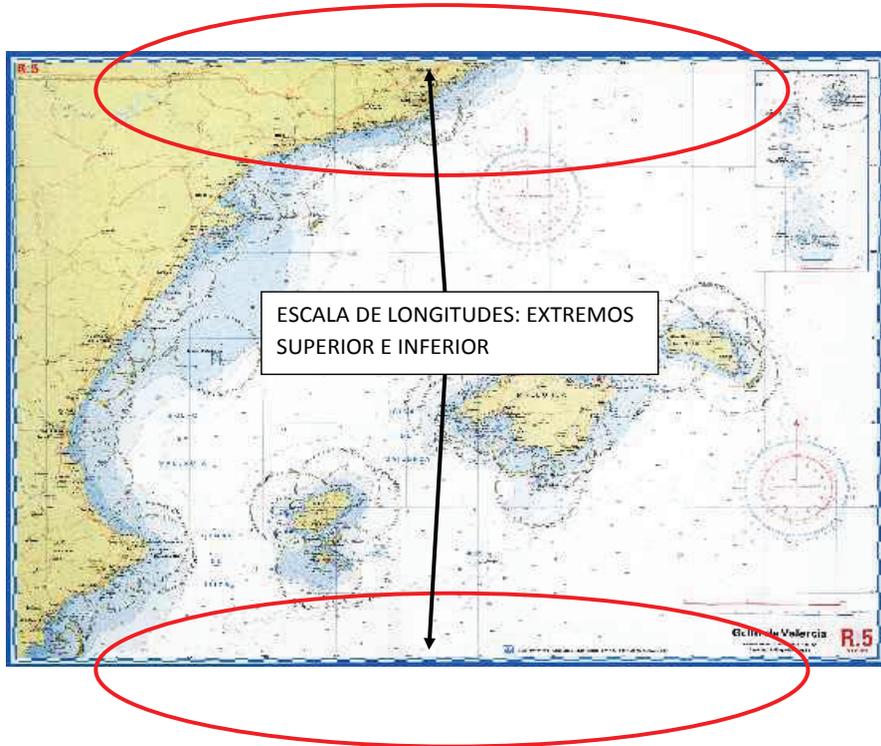
1.5.2 Longitud (λ)

Se representa con la letra griega λ (lambda). Viene a ser la medida angular entre el meridiano de Greenwich y el meridiano que pasa por un punto determinado del planeta, medido a través del paralelo que pasa por ese punto. La longitud se mide en grados ($^\circ$), entre 0 y 180, se representa por medio de tres dígitos y se puede expresar de la siguiente forma:

- Entre 0° y 360° , aumentando hacia el Este del meridiano 0° ;
- Entre 0° y 180° positivos -Este- o negativos -Oeste-;

Ejemplos: longitud de la Escuela Naval $\lambda = 077^\circ 10' \text{ S}$
 longitud isla Pachacamac $\lambda = 076^\circ 54' \text{ S}$

En las cartas náuticas, la escala de longitudes se encuentra graficada en los márgenes superior e inferior.



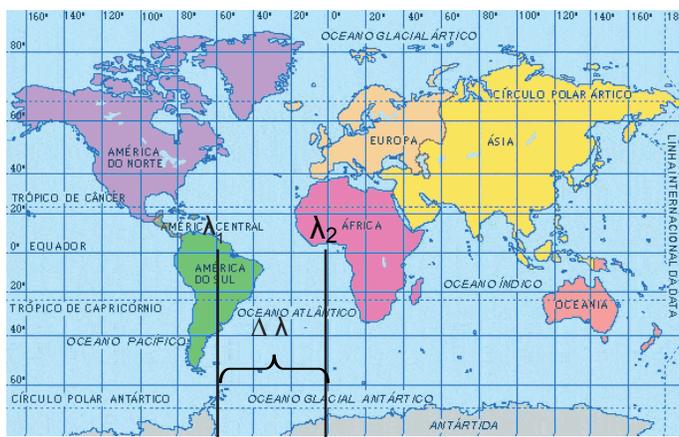
1.5.2.1 Diferencia de Longitud ($\Delta\lambda$)

Es el menor arco del Ecuador comprendido entre los meridianos que pasan por dos lugares. Si las dos posiciones se encuentran en longitudes del mismo signo, Este u Oeste, las longitudes se restan; si las dos posiciones se encuentran en longitudes de diferente signo, las longitudes se suman. Si la operación sobrepasara los 180° , se tendría que restar 360° a la suma.

Ejemplo1: $\lambda 1 = 78^\circ 25' W$ \longrightarrow $\Delta \lambda = 43^\circ 08' S$
 $\lambda 2 = 35^\circ 17' W$

Ejemplo2: $\lambda 1 = 121^\circ 07' W$ \longrightarrow $\Delta \lambda = 201^\circ 33' W$
 $\lambda 2 = 80^\circ 25' E$ $\Delta \lambda = 360^\circ - 201^\circ 33' W = 158^\circ 27' E$

En el segundo ejemplo, se puede apreciar que, al haber sobrepasado la diferencia de longitud los 180° y al buscarse por definición el “menor” arco del Ecuador, la respuesta se encontrará en la parte restante que forma el círculo del Ecuador.



1.5.2.2 Apartamiento (A)

Es la medida lineal, expresada en millas náuticas, del arco de paralelo comprendido entre dos meridianos. Se debe tener en cuenta que la diferencia de longitud entre dos meridianos, es una medida angular y no varía sea cual sea la latitud. En cambio, el apartamiento entre meridianos varía de acuerdo a la latitud en que se encuentren; es decir, empieza siendo máxima en el Ecuador y termina siendo cero en los polos.

Por ejemplo, para un apartamiento de 900 m.n. en el mismo Ecuador, representa 15° de longitud ($\Delta\lambda$); pero la misma distancia sobre el paralelo de latitud de 60° representará en diferencia de longitud 30° , es decir el doble, pero como apartamiento representará una distancia de 450 m.n.

Tal como podemos observar en el siguiente gráfico, para un mismo valor de A, el $\Delta\lambda$ irá aumentando.

Ejemplo:

¿Cuál es el apartamiento (A) en $\varphi = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$; para una diferencia de longitud ($\Delta\lambda$) igual a 5° ?

$$\Delta\lambda = 5^\circ = 5 \times 60 = 300 \text{ m.n.}$$

Latitud	$A_p = g \times \cos(L)$
0°	300 millas
30°	259.8 millas
60°	150 millas

La fórmula para determinar el apartamiento es $A = \Delta \lambda \times \text{Cos } \phi_m$, donde el $\Delta \lambda$ debe estar expresado en m.n.

El Apartamiento (A) en el Ecuador será igual a $\Delta \lambda$; al ir aumentando las latitudes con una diferencia de longitudes constante ($\Delta \lambda = \text{cte}$), el apartamiento irá disminuyendo; en caso de que se mantenga el valor del apartamiento, quiere decir que $\Delta \lambda$ está aumentando.

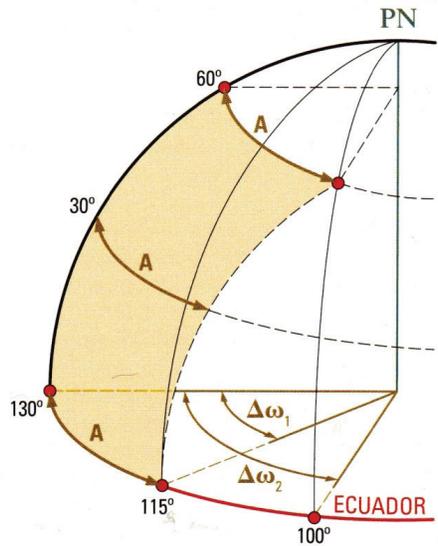


Fig. 210

1.5.3 Medidas Angulares

Es frecuente en los cálculos de navegación convertir las medidas angulares del sistema sexagesimal al sistema horario y viceversa. En el siguiente cuadro, apreciaremos la equivalencia:

SISTEMA HORARIO			SISTEMA SEXAGESIMAL	
h	24 h	=	360°	°
Hora	1 h	=	15°	Grado
m	4 m	=	1°	'
Minuto	1 m	=	15'	Minuto
s	4 s	=	1'	''
Segundo	1 s	=	15''	Segundo

Para pasar unidades sexagesimales a unidades horarias, se debe dividir entre 15 y multiplicar el residuo por 4 independientemente de los grados, minutos y segundos.

Ejemplo:

- Convertir $110^{\circ} 48' 45''$ en unidades de tiempo

Solución

$$110^{\circ} = 7 \times 15^{\circ} + 5^{\circ} = 7h + 5 \times 4m = 7h 20m$$

$$48' = 3 \times 15' + 3' = 3m + 3 \times 4s = 3m 12s$$

$$45'' = 3 \times 15'' = 3s$$

$$\text{Rpta.: } 7h 23m 15s$$

Para pasar unidades horarias a unidades sexagesimales, se debe multiplicar las horas por 15, los minutos se dividen entre 4 y el residuo se multiplica por 15, y los segundos de igual forma que los minutos.

Ejemplo:

- Convertir 6h 23m 45s en unidades sexagesimales

Solución

$$6h = 6 \times 15 = 90^{\circ}$$

$$23m = 4 \times 5 + 3m = 5^{\circ} + 3 \times 15' = 5^{\circ} + 45'$$

$$45s = 4 \times 11 + 1s = 11' + 1 \times 15'' = 11' + 15''$$

$$\text{Rpta.: } 95^{\circ} 56' 15''$$

1.6 Marcación y Azimut

Es la dirección en que se observa un objeto o astro cualquiera desde a bordo, medido en sentido horario en un plano horizontal con respecto al Norte Verdadero, Norte Magnético o proa de la embarcación, sin tomar en cuenta la distancia o altura del punto observado. Normalmente se emplea la palabra “marcación” para objetos y puntos terrestres o flotantes y “azimut” cuando se refieren a planetas o astros.

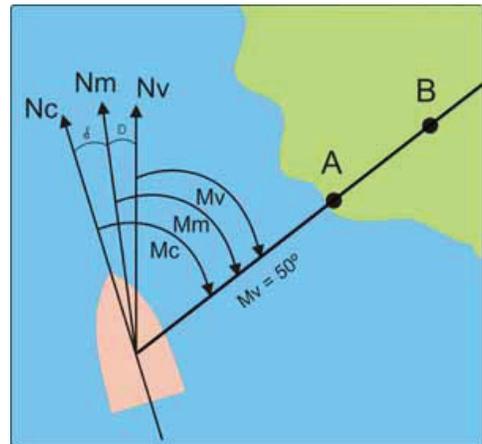
Las marcaciones con respecto al norte verdadero son medidas por medio del Girocompás, mientras que las marcaciones con respecto al norte magnético son medidas con el Compas Magnético, la descripción de ambos equipos se encuentra en el capítulo III; no obstante es necesario tener presente que el norte verdadero y el norte magnético se diferencian por la declinación magnética (Dm). Otra consideración a tener en cuenta, que será ampliada en el mismo capítulo III, es que tanto el Girocompás como el Compas Magnético no se encuentran perfectamente alineados a su correspondiente norte, sino que normalmente existe un error, en el caso del Compas Magnético la diferencia con el norte magnético se le denomina desvío, mientras que en el girocompás la diferencia con el norte verdadero es el error de giro.

Los instrumentos para tomar marcaciones serán detallados en el capítulo IV, pero entre los principales contamos con la alidada y el círculo azimutal.



1.6.1 Marcación Verdadera (Mv)

Es la marcación que se toma con respecto al Norte Verdadero. Su valor no varía con la proa del buque, es decir, que es independiente del rumbo que tenga la embarcación. En este punto, es necesario agregar que las “marcaciones de seguridad” que se toman cuando un buque se encuentra fondeado se realizan con Marcaciones Verdaderas ya que serán independientes del borneo de la embarcación.



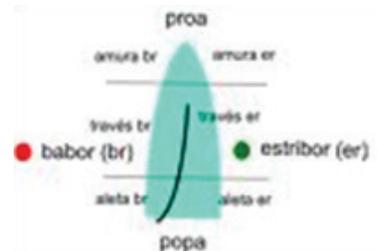
1.6.2 Marcación Magnética (Mm)

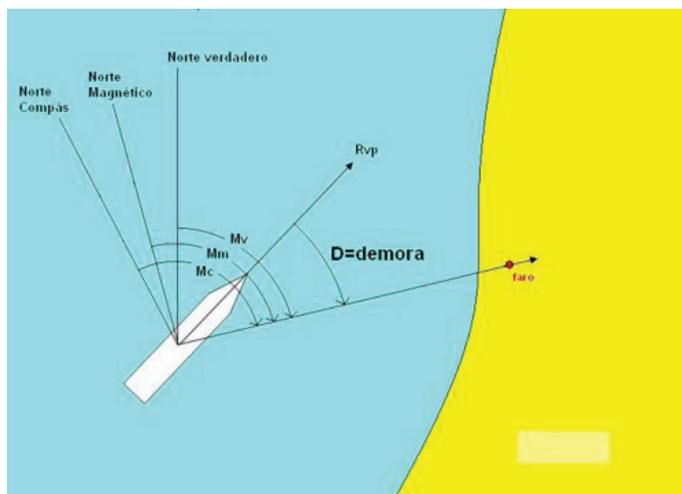
Es la marcación que se toma con respecto al Norte Magnético. También es independiente de la proa que tenga la embarcación.

1.6.3 Marcación Relativa (Mr)

Es la marcación que se toma con respecto a la proa del buque o embarcación; algunos la denominan “demora”. Existen algunas denominaciones, en relación con las marcaciones relativas, que se emplean normalmente a bordo para dar una idea rápida de la marcación de cualquier objeto. Estas son:

- A proa ($Mr=000^\circ$)
- A popa ($Mr=180^\circ$)
- Por la amura de Er o Br ($Mr=045^\circ / 315^\circ$)
- Por la Aleta de Er o Br ($Mr=135^\circ / 225^\circ$)
- A través ($Mr=090^\circ / 270^\circ$)





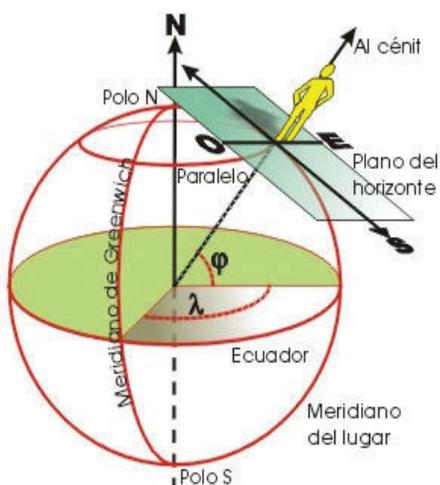
1.7 Las cuatro preguntas de la Navegación

El navegante, cuando se haya hecho a la mar, debe estar en todo momento en la capacidad de responder las siguientes cuatro preguntas:

- ¿Cuál es mi posición?
- ¿Cuál es mi rumbo?
- ¿Cuál es mi velocidad y distancia navegada?
- ¿Cuál es mi profundidad?

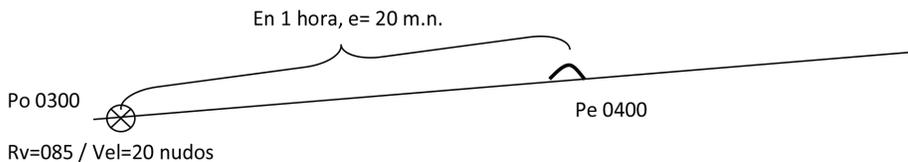
1.7.1 La Posición

Para obtener la posición de nuestra embarcación, hay múltiples alternativas que dependerán del tipo de navegación que estemos realizando, así como los medios disponibles para determinarla, pero cualquier método que se emplee debe llegar a poder proporcionarnos nuestra posición en la carta, es decir, poder determinar nuestra latitud y longitud. A continuación, daremos una breve mirada a los métodos más comunes que se emplean para determinar una posición, los mismos que serán ampliados posteriormente en los próximos capítulos. Asimismo, daremos algunos ejemplos de cómo obtener una posición:



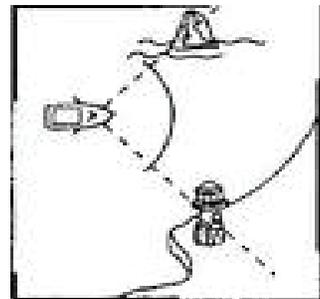
1.7.1.1 Posición Estimada

A partir de la última posición conocida, se traza el rumbo ordenado y, por medio del tiempo y la velocidad, se determina la distancia recorrida, y, a través de la misma, la posición actual. Cabe señalar que de por sí la presente posición es una estimación ya que no considera que la embarcación o el buque durante la travesía está sometida a fuerzas externas como son el viento y las corrientes marinas.



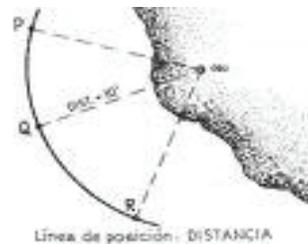
1.7.1.2 Posición por dos o más marcaciones

Se determina cuando existen dos o más puntos fijos a los cuales se les puede tomar marcaciones y por medio de las mismas determinar la posición en el cruce de ambas.



1.7.1.3 Posición por Radar

Se determina cuando por medio del radar se obtiene marcación y distancia hacia algún punto u objeto fijo, se traza la marcación y se traza un radio con la distancia obtenida.



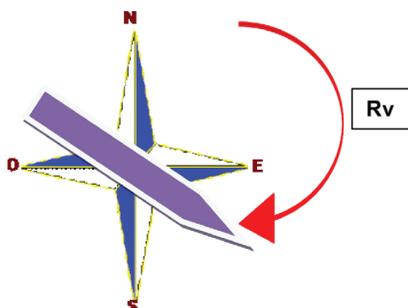
1.7.1.4 Posición GPS

Este dispositivo electrónico (Global Position System) proporciona directamente la latitud y longitud, la misma que tiene que ser únicamente graficada en la carta.

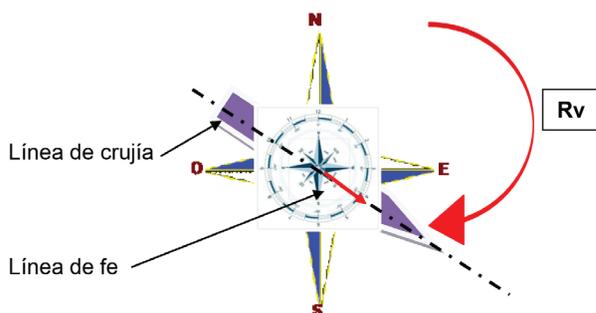


1.7.2 El Rumbo

Consiste en determinar la dirección que tiene la proa del buque en un determinado momento, medido a partir del norte verdadero en sentido horario.



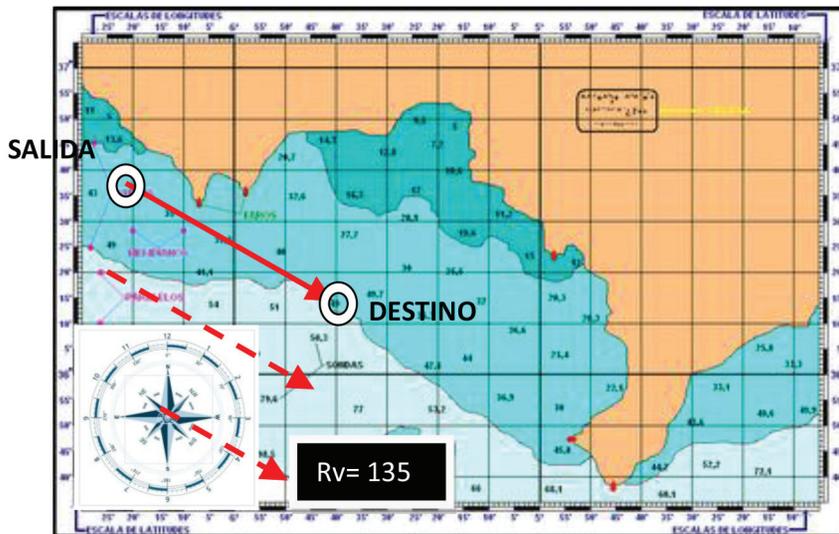
La forma más usual de determinar el rumbo de una embarcación es a través del girocompás, el cual señala directamente el rumbo, o a través de la línea de fe (aguja) de un repetidor de girocompás.



También se puede requerir algún rumbo específico para ir de un punto a otro. En este caso se debe realizar el siguiente procedimiento:

- Colocar ambos puntos, inicial y final, sobre la carta.
- Unir por medio de una línea el punto inicial y final, en ese orden.
- Trasladar la línea a la rosa de la carta para determinar la dirección.
- A partir del centro de la rosa, trazar la paralela de la derrota.

Se debe precisar que la derrota verdadera no es necesariamente el rumbo a seguir, ya que, como se mencionó anteriormente, las embarcaciones se ven sometidas a otras fuerzas que producen una deriva en cualquier rumbo que uno vaya a seguir, ya sea por acción del viento, las corrientes, mareas, etc.



1.7.3 La Velocidad y la Distancia Navegada

Para determinar la velocidad de la embarcación, se debe contar con una corredera, la cual nos proporcionará el valor instantáneo de la misma, que multiplicada por el tiempo nos dará como resultado la distancia navegada. ($D=v \times t$). Las unidades a emplear son: Tiempo = Horas (h), Distancia = Millas Náuticas (m.n.), Velocidad = Nudos (nds = m.n./h); sin embargo es necesario tener presente algunas equivalencias, las mismas que se presentan en el siguiente cuadro:

DISTANCIAS					
1 m.n.	1852 mts	2000 yds	6080 pies	10 cables	1000 brazas

VELOCIDAD					
1 nudo	1 m.n. /h	30.87 mts/min	33.34 yds/min	0.514 mts/s	0.556 yds/s

Ejemplos: cálculo de la distancia

- Si una embarcación navega a 12 nudos durante 4.5 horas, determinar la distancia navegada.

Solución:

$$D=v \times t \rightarrow D= 12 \text{ nds} \times 4.5 \text{ h} = 54 \text{ m.n.}$$

Respuesta: 54 millas náuticas

- Si una embarcación navega a 18 nudos durante 5 horas y 36 minutos, determinar la distancia navegada.

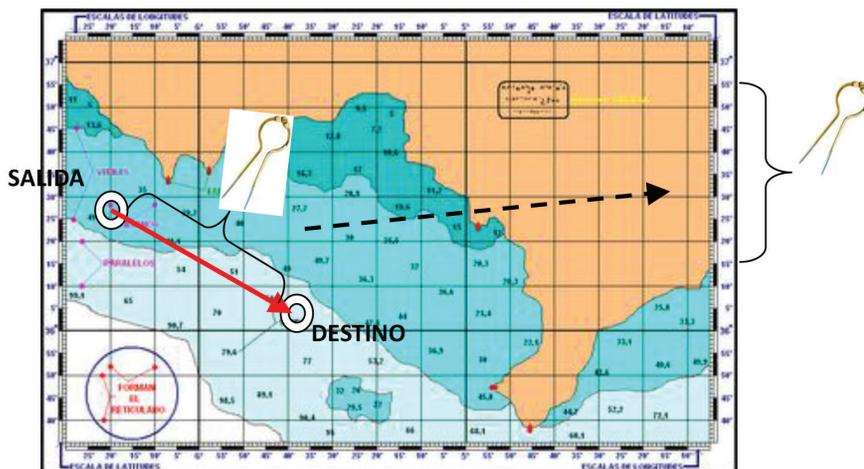
Solución:

$$1\text{h} \rightarrow 60' / x \rightarrow 36', \quad x=0,6\text{h} \rightarrow D=v \times t \rightarrow D= 18 \text{ nds} \times 5.6 \text{ h} = 100.8 \text{ m.n.}$$

Respuesta: 100.8 millas náuticas

Nota: se observa que se puede obtener la velocidad o el tiempo de manera simple si se cuenta con los otros valores de la ecuación.

Otra forma de determinar la distancia navegada es por medio de dos posiciones graficadas en la carta:



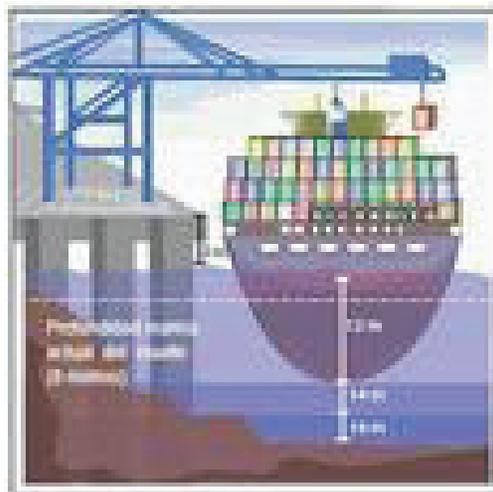
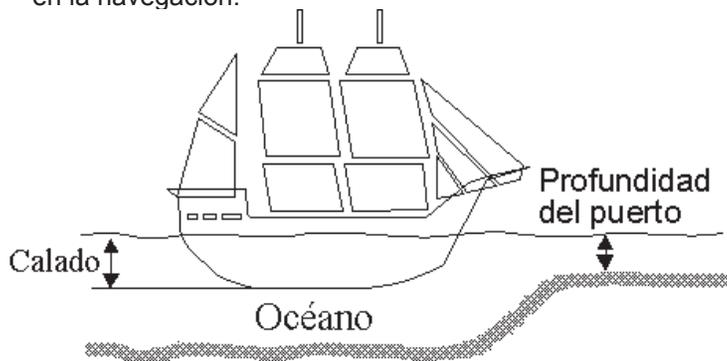
- Se sitúan las dos posiciones si se desea determinar la distancia navegada en la carta.
- Se traza una línea entre ambos puntos y se mide con un compás.
- Se traslada dicha medida del compás a la escala de la latitud de la carta; de esta forma, se obtiene la distancia navegada entre ambos puntos.
- Es necesario precisar que para determinar la distancia entre dos puntos es el mismo procedimiento.
- Un minuto (') en la escala de latitudes equivale a 1 milla marina (m/m).
- En el caso de que exista una distancia muy grande, es conveniente dar una abertura determinada al compás, puede ser de 20 m.n. y

medir de 20 en 20, y en el último tramo ajustar el compás a lo que falta y se lleva esta abertura a la escala de latitudes para ver a cuántas millas marinas equivale.

1.7.4 La Profundidad

La profundidad es la distancia vertical que existe desde la superficie del mar hasta el fondo en un punto determinado. Es muy importante tener presente que la profundidad puede variar con las mareas, sobre todo cuando nos encontramos próximos a la costa o en cercanías de una isla. Asimismo, hay que tener en cuenta que toda embarcación tiene un calado, el cual viene a ser la distancia desde la superficie del mar hasta la quilla o parte más baja del buque.

Conocer la profundidad en la que se está navegando nos permitirá evitar encallarnos en algún bajo o en algún otro peligro que se pueda presentar en la navegación.



Evaluación

1. Grafique una circunferencia que represente la tierra e indique en ella:

- El ecuador.
- El meridiano de Greenwich.
- Las siguientes posiciones:
 $\lambda = 078^\circ \text{ W}$ y $\varphi = 12^\circ \text{ S}$
 $\lambda = 038^\circ \text{ W}$ y $\varphi = 22^\circ \text{ N}$
 $\lambda = 015^\circ \text{ E}$ y $\varphi = 02^\circ \text{ S}$
 $\lambda = 008^\circ \text{ E}$ y $\varphi = 12^\circ \text{ N}$

2. Diferencia de latitud

φ_1	φ_2
17° 34' S	43° 52' S
40° 15' S	47° 04' S
19° 07' N	33° 11' N
33° 52' S	23° 42' S
12° 08' S	13° 52' N
43° 52' S	17° 34' S
07° 01' N	32° 02' S
10° 15' S	15° 24' N
15° 24' N	10° 15' S

3. Latitud media

φ_1	φ_2
17° 34' S	43° 52' S
40° 15' S	47° 04' S
19° 07' N	33° 11' N
33° 52' S	23° 42' S
12° 08' S	13° 52' N
43° 52' S	17° 34' S
07° 01' N	32° 02' S
10° 15' S	15° 24' N
15° 24' N	10° 15' S

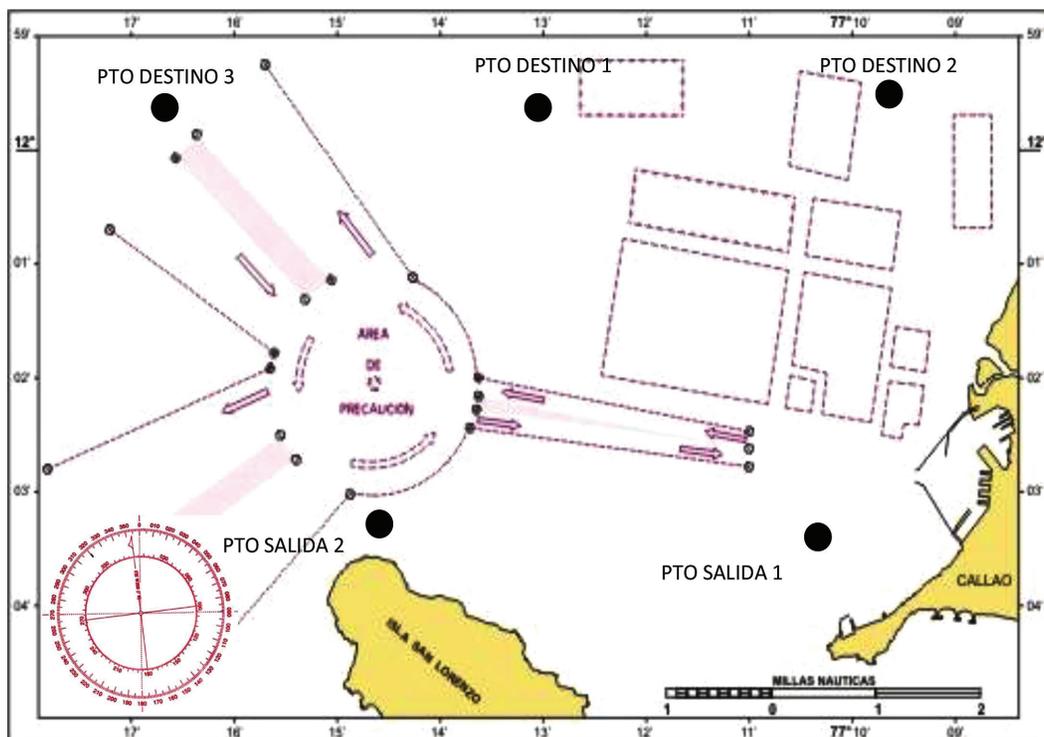
4. Diferencia de longitud

λ_1	λ_2
078° 25' E	015° 37' W
113° 15' W	075° 07' E
031° 21' E	132° 00' W
093° 25' W	147° 22' E
013° 55' E	078° 11' W
037° 21' W	110° 20' W
066° 05' W	047° 10' W
122° 00' E	078° 10' W

5. Calcular el Apartamiento (A) en $\varphi = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 60^\circ$; para una diferencia de longitud ($\Delta\lambda$) igual a 10° .
6. Conversión de unidades sexagesimales a unidades de tiempo.
 - $134^\circ 24' 35''$
 - $78^\circ 15' 55''$
 - $120^\circ 18' 44''$
 - $90^\circ 12' 22''$
7. Conversión de unidades de tiempo a unidades sexagesimales.
 - 4h 43m 55s
 - 2h 29m 05s
 - 8h 10m 15s
 - 5h 21m 12s
8. Calcular la distancia navegada:
 - Velocidad 12 nudos, tiempo 3 horas 20 minutos.
 - Velocidad 8 nudos, tiempo 4 horas 15 minutos.
 - Velocidad 15 nudos, tiempo 8 horas 10 minutos.
 - Velocidad 13 nudos, tiempo 1 hora 3 minutos.
 - Velocidad 18 nudos, tiempo 15 horas 30 minutos.
 - Velocidad 24 nudos, tiempo 2 horas 45 minutos.

9. En el siguiente grafico determinar los rumbos y las distancias entre los puntos de salida y los puntos de destino.

PTO SALIDA	PTO DESTINO	RUMBO	DISTANCIA
1	1		
1	2		
1	3		
2	1		
2	2		
2	3		

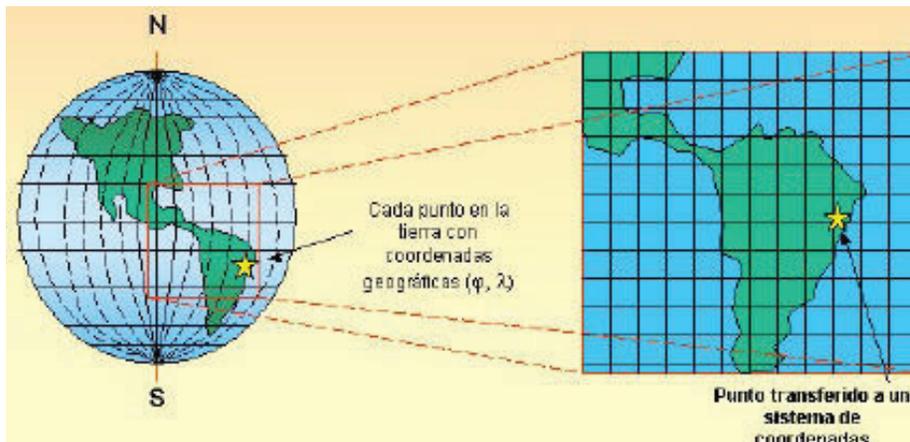


CAPÍTULO 2

PROYECCIONES Y CARTAS

2.1 Introducción

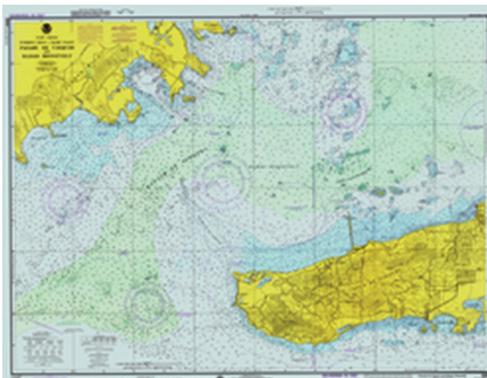
Como **proyección** conocemos a la imagen de un objeto o figura representada sobre una superficie, generalmente plana; un ejemplo que es muy común en las proyecciones son las sombras.



Como **carta** conocemos a la representación a escala de una parte de la superficie de la Tierra, la cual para el caso de las cartas náuticas representará aguas navegables con sus respectivas regiones terrestres adjuntas. Normalmente, indica las profundidades del agua y las alturas del terreno, naturaleza del fondo, detalles de la costa incluyendo puertos, peligros a la navegación, localización de luces y otras ayudas a la navegación.

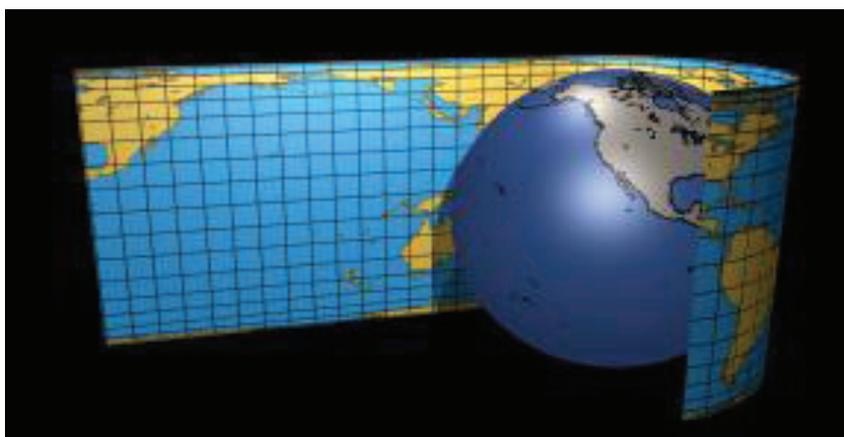
La importancia de su empleo radica en que en ella se puede colocar nuestra posición geográfica en cualquier instante permitiendo determinar nuestros rumbos y distancias a navegar evitando los peligros indicados en la misma.

Tradicionalmente, las cartas de navegación estaban impresas en papel, pero recientemente se han desarrollado sistemas informáticos que permiten el almacenamiento y tratamiento de cartas náuticas con ordenadores, lo cual se conoce como **cartas electrónicas**.



2.2 Sistemas Proyección

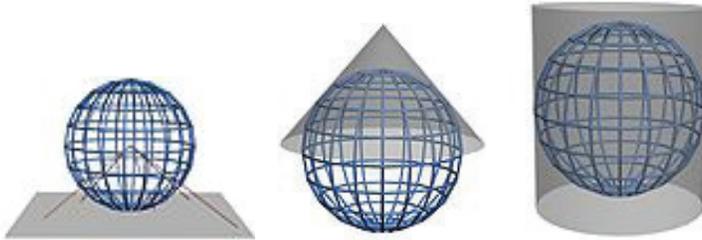
El problema de representar una parte de la Tierra en una superficie plana radica en que existirá cierta deformación de la realidad, ya que la esfera no puede desarrollarse de forma exacta en el plano.



Según la carta, si es una representación de área pequeña, la deformación será menor y hasta en algunos casos imperceptible, pero, conforme las cartas representen áreas de mayor tamaño, la deformación será mayor.

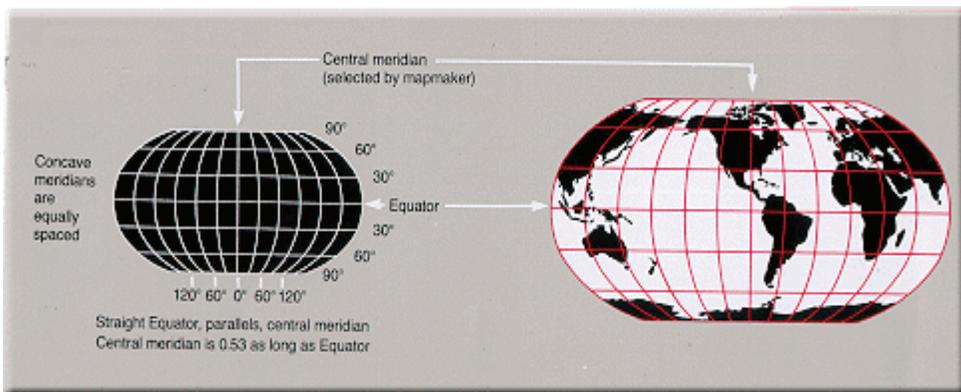
Cada sistema de proyección presenta ventajas y desventajas, de acuerdo al uso que le queramos dar. Las proyecciones las podemos clasificar por el método de construcción en geométricas, analíticas y convencionales.

Las proyecciones geométricas son aquellas que transfieren puntos de la superficie terrestre (esfera) sobre otras superficies (conos, cilindros, planos, etc.), los cuales al extenderse se obtiene la representación deseada.

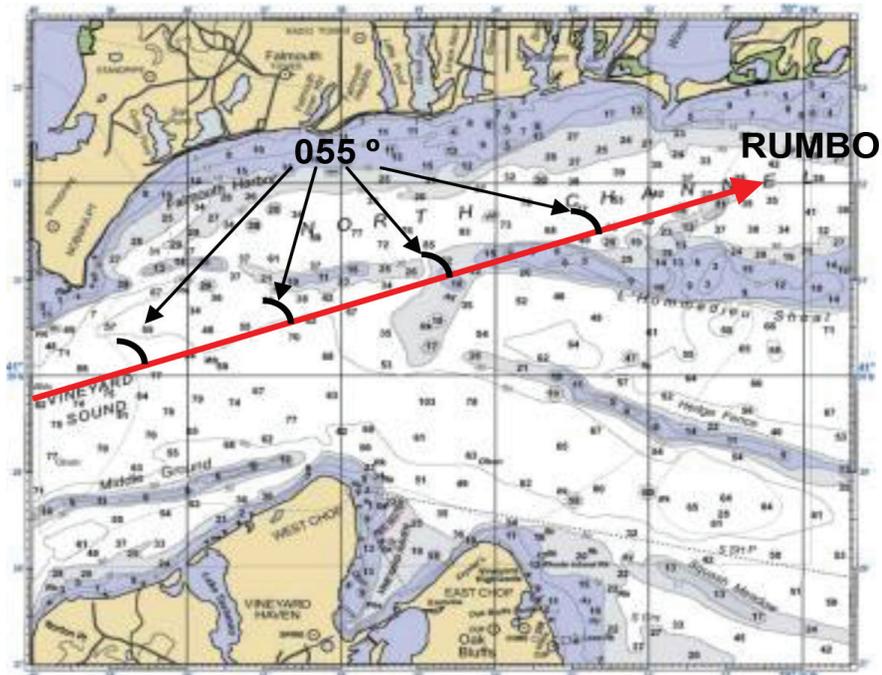


Las proyecciones analíticas son aquellas que no realizan una solución geométrica, sino que emplean las matemáticas para poder relacionar los puntos de la superficie de la tierra con un plano.

Las proyecciones convencionales son aquellas que se emplean para representar el mundo entero, dan la idea de mantener una gran proporcionalidad, pero distorsionan las aéreas próximas a los polos.



Como se dijo anteriormente, el tipo de proyección a emplear será de acuerdo al uso que le queramos dar a la carta; en el caso específico de la navegación, la carta más recomendable a emplear será aquella que facilite la representación de las derrotas que deseamos trazar; es decir que, al colocar una recta en la carta con el rumbo deseado, esta se mantenga constante, tal como aparece en la siguiente figura y asimismo que los ángulos que se puedan medir sobre la superficie de la tierra se conserven sobre la carta con sus verdaderos valores; bajo las dos consideraciones expuestas, la proyección que cumple con las mencionadas es la Mercator, por lo que es la proyección de mayor uso entre los navegantes.



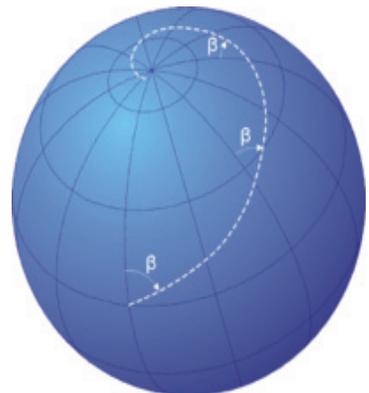
Otra proyección que también es empleada en la navegación, sobre todo cuando queremos navegar grandes distancias (de América a Europa, América a Asia, etc.) es la proyección Gnomónica.

2.3 Proyección Mercator

2.3.1 Loxodrómica

El principio de la proyección Mercator es la loxodrómica, que viene a ser una línea que une dos puntos de la Tierra formando con todos los meridianos el mismo ángulo; obsérvese la siguiente figura:

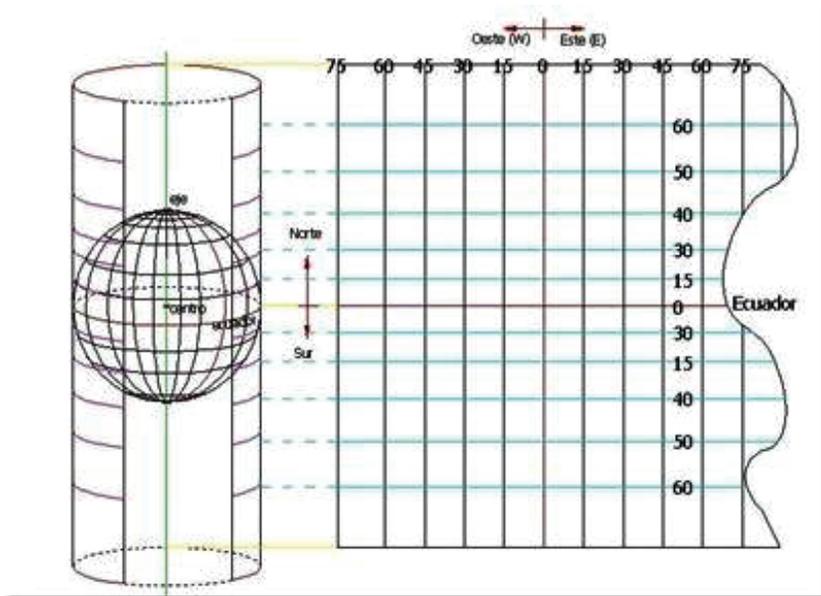
Nótese que cualquier loxodrómica que tracemos en la esfera (excepto los rumbos 000° , 090° , 180° y 270°) formará una elipse y terminará en uno de los polos. Si trazamos el rumbo 090° o 270° en la esfera, describiremos una circunferencia regresando al mismo punto de origen y recorriendo un paralelo. Si trazamos los rumbos 000° o 180° , seguiremos la línea de un meridiano y llegaremos directamente a uno de los polos.



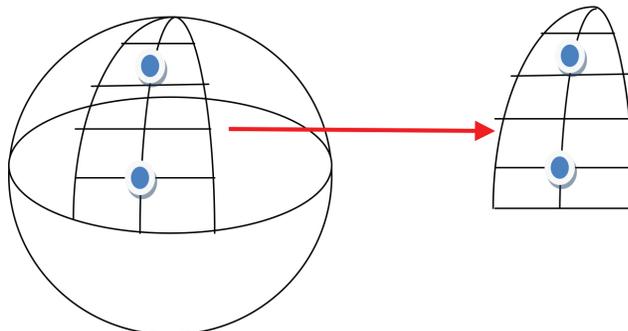
2.3.2 Construcción de la Carta Mercator

La proyección Mercator emplea el método de construcción analítico basada en una proyección cilíndrica; es decir, emplea un cilindro tangente a la esfera terrestre, colocado de tal manera que el paralelo de contacto es el Ecuador. La malla de meridianos y paralelos se dibuja proyectándolos sobre el cilindro suponiendo un foco de luz que se encuentra en el centro del globo.

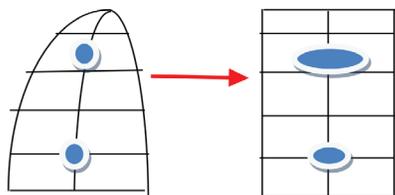
Posteriormente, realiza un arreglo matemático para que los meridianos y paralelos tengan la misma proporción.



Para ilustrar el procedimiento de la construcción de la carta Mercator, se seguirá la secuencia de los siguientes gráficos:

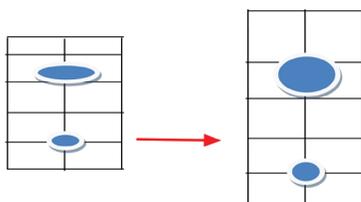


En la primera figura, podemos observar que vamos a desprender de la Tierra un sector, en el cual se encuentran demarcados dos círculos de exactamente la misma área, una próxima al Ecuador y la otra área próxima al polo.



En la segunda figura para poder obtener una carta con meridianos que sean paralelos entre sí, efectuamos la primera deformación expandiendo los paralelos hasta lograr este requisito.

Nótese que ahora los dos círculos tienen forma de elipse, siendo la que se encuentra cercana al polo la que ha sufrido un mayor estiramiento. Esta distorsión, que ha modificado las dimensiones y forma de un área, haría que las cartas fueran inútiles para el navegante, ya que no se podría comparar lo que la carta indica con lo que realmente se observa.



En la tercera figura, se ha realizado la compensación de la deformación anterior, expandiendo los meridianos en la misma proporción que los paralelos.

Nótese que los círculos han recuperado su forma, pero ambos son más grandes y mucho más el que se encuentra cercano al polo. Como consecuencia, se hace necesario, para emplear las cartas Mercator, utilizar diferentes escalas para medir distancias en las diferentes latitudes.

Para la expansión de los meridianos en una latitud cualesquiera, se debe seguir el siguiente procedimiento; apreciemos en la figura (A) que vamos a realizar una carta del sector ABXY, el ángulo que forma el sector con el polo va a ser igual a la latitud que se encuentra AB, o sea ϕ ; de acuerdo a la figura (B) para llegar a expandir AB hasta que alcancen A'B', tienen que igualar XY, por lo tanto, la relación en este triángulo:

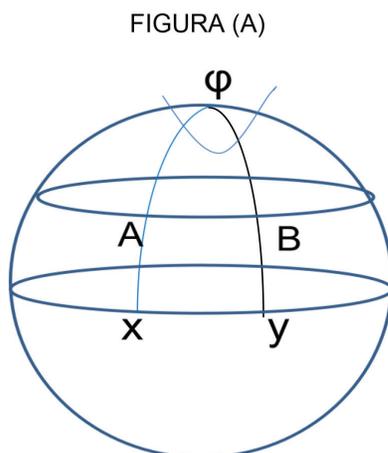
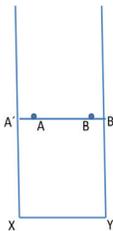


FIGURA (B)



$AB = XY \cos \varphi$ entonces $A'B' = XY$ por lo tanto $A'B' / AB = XY / XY \cos \varphi = \sec \varphi$

Finalmente, podemos afirmar que, en una carta Mercator, los paralelos están aumentando en razón de la **secante de su latitud**.

2.3.3 Ventajas de la Proyección Mercator

- Los meridianos y paralelos son representados por líneas rectas perpendiculares entre sí.
- Los puntos cardinales son fácilmente identificables.
- Se puede ubicar con bastante rapidez cualquier punto conociendo su latitud y longitud.
- Los ángulos que pueden medirse en la realidad en la superficie de la Tierra pueden ser representados exactamente en la carta.
- Las direcciones o rumbos así como las distancias también pueden ser directamente medidos en la carta.
- Las líneas loxodrómicas son representadas por líneas rectas.

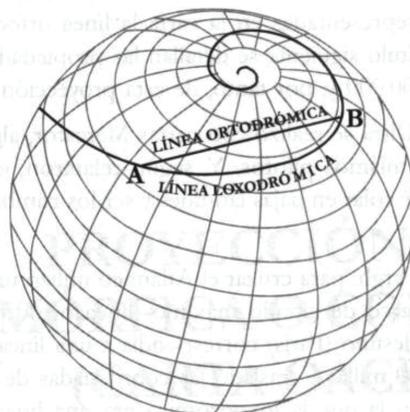
2.3.4 Desventajas de la Proyección Mercator

- Deformación excesiva a altas latitudes. Se recomienda no emplear cartas con grandes diferencias de latitud, especialmente si superan los 60° .
- Imposibilidad de representar los polos.
- Los círculos máximos (con excepción del Ecuador) no pueden ser representados por líneas rectas.
- No es recomendable su empleo para las latitudes que superan los 80° de latitud.

2.4 Proyección Gnomónica

2.4.1 Ortodrómica

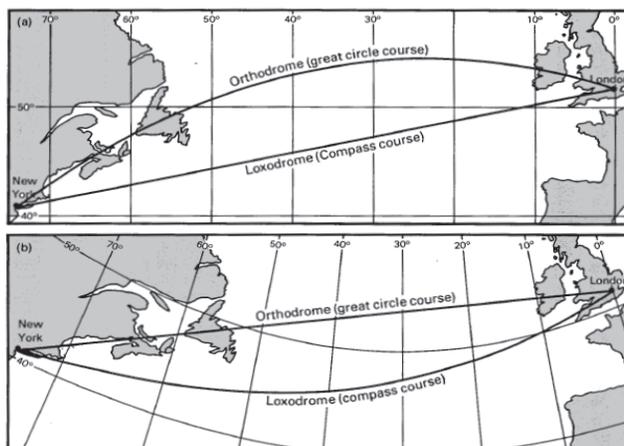
Es la distancia más corta entre dos puntos, medido a partir del círculo máximo que pasa por ambos puntos. La diferencia en la distancia navegada entre un rumbo loxodrómico y un rumbo ortodrómico dependerá de la distancia total a navegar; para pequeñas distancias o navegaciones costeras, la diferencia es casi imperceptible por lo que normalmente solo se emplean los rumbos loxodrómicos. Para grandes distancias o navegaciones oceánicas, la diferencia de distancia puede ser considerable por lo que habrá que tenerlo en cuenta si deseamos tener ahorro en el tiempo para llegar al destino.



Adsuar J.C. "Navegación Aérea"

Un ejemplo de lo anterior sería si queremos navegar desde New York (EEUU) a Londres (UK) o viceversa; como se aprecia en el gráfico inferior, la diferencia de distancias entre una derrota ortodrómica y una loxodrómica es de 117 millas náuticas; considerando un buque que navega a 12 nudos, serían casi 10 horas de diferencia entre seguir una derrota u otra.

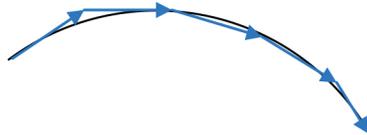
Bullenfield B. "www.colorado.edu/geography/courses/geog_3053/syllabus.htm"



Este hecho se constata ya que las distancias a mayor latitud son menores, es decir, las rutas ortodrómicas tenderán siempre a seguir una derrota más pegada a los polos, lo cual nos lleva a concluir que, para navegaciones cercanas al círculo del Ecuador, o entre puntos situados en el mismo meridiano, no se justifica emplear una derrota ortodrómica.

Se puede observar también del gráfico anterior que la ortodrómica corta a cada meridiano en ángulo diferente, a diferencia de la loxodrómica que los corta en ángulos iguales; esto hace que seguir fidedignamente una derrota ortodrómica sea casi imposible porque se tendría que cambiar el rumbo permanentemente;

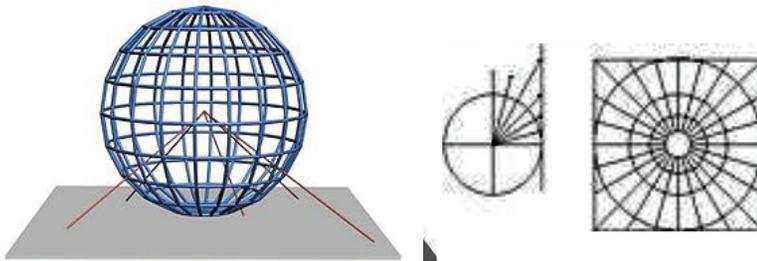
lo que normalmente se hace cuando vamos a emplear una derrota ortodrómica o de "círculo máximo" es dividir el total de recorrido en cierta cantidad de partes (puede ser cada 5° o 10° de longitud) e ir corrigiendo el rumbo de acuerdo a esta división.



Otra consideración importante durante el empleo de las cartas Mercator es que se debe usar el cálculo de distancias de acuerdo a la latitud de en que nos encontremos, es decir, para graficar alguna distancia en la carta, debemos emplear la latitud en la que se va a efectuar el rotulado y no cualquier latitud.

2.4.2 Construcción de una Proyección Gnomónica

Esta proyección emplea un plano tangente a la superficie de la Tierra en un determinado punto, en el cual se proyectan el resto de los puntos de la superficie a graficar geoméricamente a partir del centro de la Tierra. Algunos consideran que esta es la proyección más antigua, empleada por Thales de Mileto (600 a. C.) para construir mapas estelares.



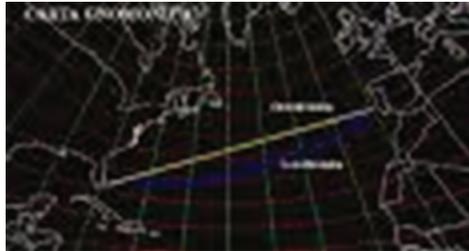
Este tipo de proyección geométrica presenta deformaciones para su empleo en la navegación, razón por la cual su empleo es para planificar derrotas, pero no para llevar la navegación. De acuerdo al punto de referencia que se tome para la construcción de la carta gnomónica, estas pueden ser:

Carta Gnomónica Ecuatorial (tangente en el Ecuador)

Carta Gnomónica Polar (tangente en el polo)



Carta Gnomónica Horizontal (tangente en un punto de interés)



2.4.3 Características de la Proyección Gnomónica

- Las distorsiones en las proximidades del punto de tangencia son mínimas, pero aumentan conforme nos alejamos del mencionado punto, por lo que los rumbos y distancias no pueden medirse directamente en la carta.
- Su empleo normal es para planificar derrotas, pero no para llevar la navegación.
- Los círculos máximos se pueden representar como rectas, lo que incluye los meridianos y el Ecuador.
- Los paralelos se proyectan como líneas curvas.
- Las líneas loxodrómicas se representan por curvas.

2.5 Otras Proyecciones

Como se supondrá, existen muchos otros tipos de proyecciones, de acuerdo al uso que se le quiera dar. Aquí hemos detallado las dos proyecciones que son las más empleadas para la navegación, excepto cuando se navega cercano a los polos, donde ya se explicó no es posible emplear la carta Mercator, por lo que se emplean:

- Proyección Estereográfica
- Proyección Ortográfica
- Proyección Conforme de Lambert
- Proyección Azimutal Equidistante

2.6 Clasificación de Cartas

Las cartas pueden clasificarse de acuerdo a su **escala** y de acuerdo a su **objetivo**. De acuerdo a su **escala** tenemos:

- **Pequeña:** Cartas náuticas desde escalas inferiores a 1:1.500.000.
- **Media:** Escalas entre 1:1.500.000 y 1:500.000.
- **Grande:** Escalas mayores de 1:150.000.

De acuerdo a su **objetivo** tenemos:

- **Cartas Generales.** Son las que engloban una gran cantidad de costa y mar. Se destinan a la navegación oceánica. Su escala es normalmente entre 1/30.000.000 y 1/3.000.000.
- **Cartas de Arrumbamiento.** Se utilizan para distancias medias. Sus escalas están comprendidas aproximadamente entre 1/3.000.000 y 1/200.000.
- **Cartas de navegación costera.** Sirven para navegar cerca de la costa. Suelen tener escalas comprendidas entre 1/200.000 y 1/50.000.
- **Recalada.** Son las que facilitan la aproximación a un puerto o a algún accidente geográfico. Su escala es de 1/25.000 o muy próxima a ella.
- **Portulanos o Cuarterones.** Muestran con detalle una extensión pequeña de costa y mar. Su escala es inferior a 1/25.000.
- **Croquis de los ríos.** Suelen ser de escala 1/50.000 o superior, pero, dada la alta precisión necesaria para navegar (cuestión de escasas decenas de metros con frecuencia), se usan solo como referencia y no para determinar la posición. En general, existen para los ríos navegables que son zonas de practicaje.

Además, las cartas se suelen llamar de **punto menor** a las que representan grandes extensiones, y de **punto mayor** a las que representan porciones menores.

Las cartas en uso del territorio peruano están detalladas en el capítulo V (Publicaciones Náuticas) en el catálogo de cartas y en los derroteros de la Costa del Perú.

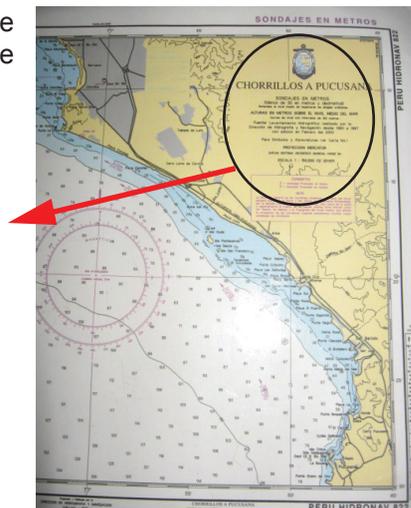
2.7 Interpretación de Cartas

En esta parte del capítulo, describiremos las partes que contiene una carta náutica y cuál debe de ser su empleo para la navegación.

2.7.1 Título de una Carta

Aquí se encuentra información que es de mucho interés y que debe ser leída antes de iniciar el empleo de la carta.

TÍTULO DE CARTA



- Área Geográfica (1): indica la parte de la costa que abarca la carta náutica.
- Sondaje (2): indica si las profundidades en la carta se encuentran graficadas en metros, brazas o pies.
- Alturas y curvas de Nivel (3): indica las alturas, en qué unidad de medida se encuentran, así como el intervalo de las curvas de nivel que han sido graficadas. Por **curva de nivel**, entendemos que es aquella línea que en una carta náutica une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones y de profundidad, diferenciándolos por colores. Normalmente se emplea el azul para las profundidades marinas y lacustres.
- Fuente (4): indica la institución que realizó el levantamiento hidrográfico, así como el año en que lo efectuó; debe tenerse especial cuidado con las cartas que tienen varios años sin ser actualizadas, sobre todo cuando se trata de ingreso a puertos, bahías, navegación en ríos, etc., debido a que pueden existir modificaciones por causas naturales (erosión, derrumbes) o por causas del hombre (hundimientos, dragados).
- Proyección (5): indica si la proyección es Mercator, Gnomónica u otra.
- Datum (6): es una referencia de las medidas tomadas. Una vez que se haya establecido la forma de la Tierra como un elipsoide, necesitaremos crear otro modelo matemático que nos permita representar un punto concreto en un mapa con sus valores de coordenadas. A este modelo matemático se le llama **datum**. Hay que destacar que un datum tiene que estar necesariamente referido a un elipsoide en particular, es decir que existen diferentes datums si se usan diferentes elipsoides de referencia como forma de la tierra. Para definir un datum se necesita además determinar el punto fundamental, el cual es un lugar o sitio preciso (una torre en la ciudad alemana de Potsdam para el caso del datum European 50) que se usa como referencia u origen para definir el resto de los puntos del mapa. Cabe señalar que de acuerdo a lo señalado un mismo lugar puede ser expresado por distintos valores de coordenadas si simplemente se consideran dos datums distintos.
El datum WGS84 (World Geodetic System 84) es el único sistema de referencia mundial utilizado hoy en día. Es el datum estándar por defecto para coordenadas en los dispositivos GPS comerciales. Los navegantes siempre deben verificar el datum utilizado ya que un error puede suponer una traslación de las coordenadas de varios cientos de metros.
- Otras (7): las informaciones de interés para efectuar modificaciones a las cartas náuticas son publicadas en los “avisos a los navegantes”. Las referencias

de las modificaciones realizadas deben estar en el extremo inferior izquierdo de la carta.

- Tabla de Conversión (8): normalmente figura, en la carta, una tabla de conversión de las siguientes unidades: metros, brazas y pies.

2.7.2 Escala

Es la relación entre lo representado y la realidad. Por ejemplo, una escala de 1: 20 000 quiere decir que cualquier distancia que se mida en la carta es 20 000 veces más grande en su tamaño real; es decir, 1 cm en la carta representará 20 000 cm en la realidad para el ejemplo dado.

Hay que tener en cuenta que en las cartas Mercator, por su forma de construcción, la escala solo representa exactamente al paralelo que corresponde a la latitud media (ϕ_m), esto es por convención; en otras palabras, una carta mercator de escala 1: 20 000, desde latitud 12° S hasta latitud 14°S, significa que, en latitud 13° S, 1 cm representa 20 000 cm en la realidad; a latitud 14° S, cada cm representará más de 20 000 cm y, a latitud 12° S, cada cm representará menos de 20 000 cm.

De lo anterior, se deduce uno de los motivos por los cuales no construyen cartas Mercator con gran diferencia de latitud.

Otra consideración importante durante el empleo de las cartas Mercator, es que se debe usar el cálculo de distancias de acuerdo a la latitud de en que nos encontremos; es decir, para graficar alguna distancia en la carta, debemos emplear la latitud en la que se va a efectuar el rotulado y no cualquier latitud.

Ejemplos:

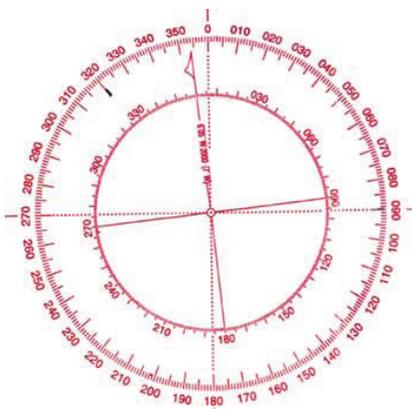
1.- ¿En cuántos mm serían representados 700 metros en una carta de escala 1: 100 000?

$$\begin{array}{l} \text{Solución:} \quad 1\text{mm} \longrightarrow 100\,000\text{ mm} = 100\text{ m} \\ \quad \quad \quad X\text{ mm} \longrightarrow 700\text{ m} \\ X = 700 / 100 = \mathbf{7\text{ mm}} \end{array}$$

2.- ¿En cuántos mm serían representados 500 metros en una carta de escala 1: 25 000?

$$\begin{array}{l} \text{Solución:} \quad 1\text{mm} \longrightarrow 25\,000\text{ mm} = 25\text{ m} \\ \quad \quad \quad X\text{ mm} \longrightarrow 500\text{ m} \\ X = 500 / 25 = \mathbf{20\text{ mm}} \end{array}$$

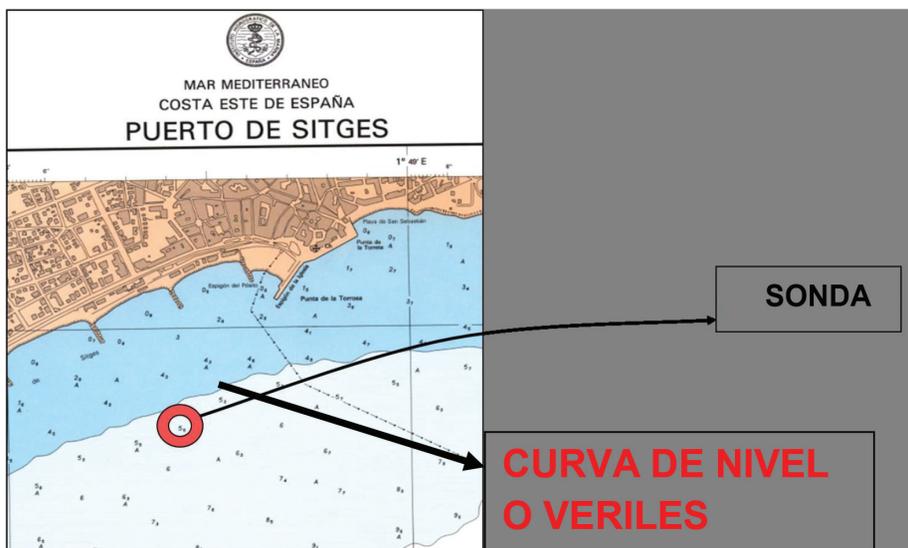
2.7.3 Rosa de las Cartas



En todas las cartas, encontraremos rosas dibujadas que nos ayudan a determinar los rumbos o marcaciones. En las mismas rosas, también figuran el norte magnético con la declinación y variación anual.

2.7.4 Profundidades

Las profundidades en la carta se encuentran numeradas, debiendo considerarse que en el título de la carta debe figurar la unidad de medida del sondaje. Otra consideración a tener en cuenta es que las cartas nacionales grafican los veriles o curvas de nivel con un color más intenso a menor profundidad o más cerca a costa y a mayor profundidad o más lejos de costa con un color menos intenso o blanco. A las curvas de nivel también se les denomina Isobata o **Isolínea**.



2.7.5 Otras informaciones

- 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.).
- Derrota y enfilaciones: recomendaciones 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 marcación dos objetos distintos sobre la costa.
- Señalización y objetos visibles: ubicación de los faros, balizas, luces, boyas, islotes, molos, pontones fondeados, etc., así como objetos fijos terrestres visibles desde el mar, como cerros, puntas quebradas, torres, antenas, 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.
- Nombres geográficos: todos los accidentes topográficos e hidrográficos están indicados por sus nombres propios, puertos, cabos, puntas, islas, cerros, etc.
- Precauciones especiales: informaciones que no debe descuidar el navegante como alerta, por ejemplo, perturbaciones magnéticas, corrientes anormales, adelanto o atraso en el cambio de la corriente, etc.

2.8 La Carta Electrónica



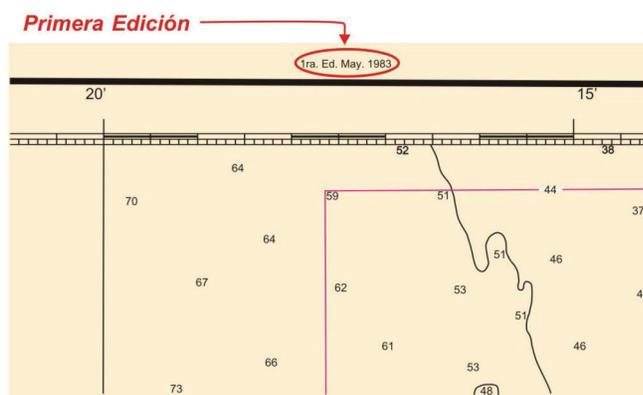
El concepto de los Sistemas de Información y Visualización de Cartas Electrónicas (ECDIS) fue introducido en la década de los 80 y su fin primordial es el de contribuir a mejorar la seguridad y eficiencia de la navegación, así como el de proveer una herramienta efectiva para la seguridad de la vida en el mar, asegurando una mejor protección del medio ambiente marítimo.

La Carta Electrónica de Navegación (ENC) y los sistemas de información y visualización electrónica (ECDIS) constituyen una nueva herramienta de navegación integral, que, mediante el empleo de un computador interconectado con las ayudas electrónicas de navegación (GPS, radar, girocompás etc.), permite la presentación de la información cartográfica y la visualización y monitoreo del buque en tiempo real.

La Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), como organismo rector de la Cartografía Náutica Nacional, encargada de promover la navegación en el ámbito nacional, ha estado a la vanguardia de estos avances tecnológicos, proporcionando las ayudas a la navegación, así como el desarrollo de esta herramienta de última generación.

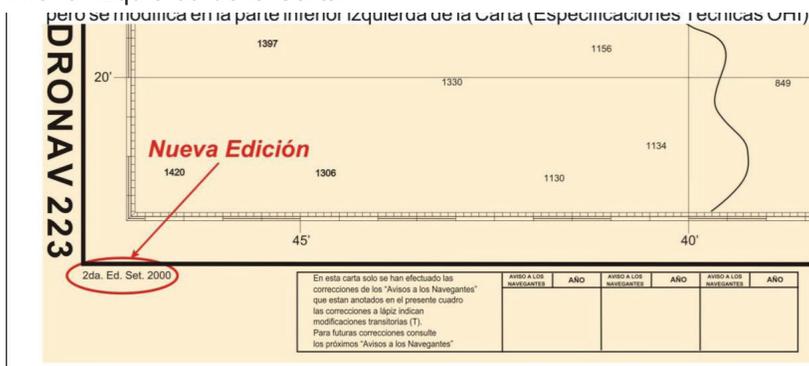
2.9 Actualización de Cartas Náuticas

Cuando una nueva Carta es impresa se denomina: “Primera Edición. La fecha original de Edición de esta nueva carta es mostrada en el margen central superior en forma permanente, en futuras ediciones.

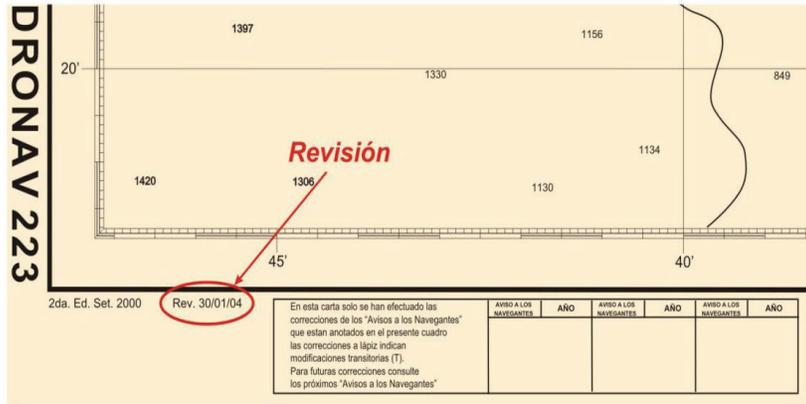


2.9.1 Nueva edición de una Carta

Cuando las correcciones de una carta (cambio de límite, cambio de escala, nuevo levantamiento hidrográfico, etc.) o la nueva información es demasiado extensa para ser promulgada a través de los Avisos a los Navegantes, se publica una “Nueva Edición” de la carta. En esta Nueva Edición, se conserva la fecha de la Primera Edición en la parte superior, pero se modifica en la parte inferior izquierda de la Carta.



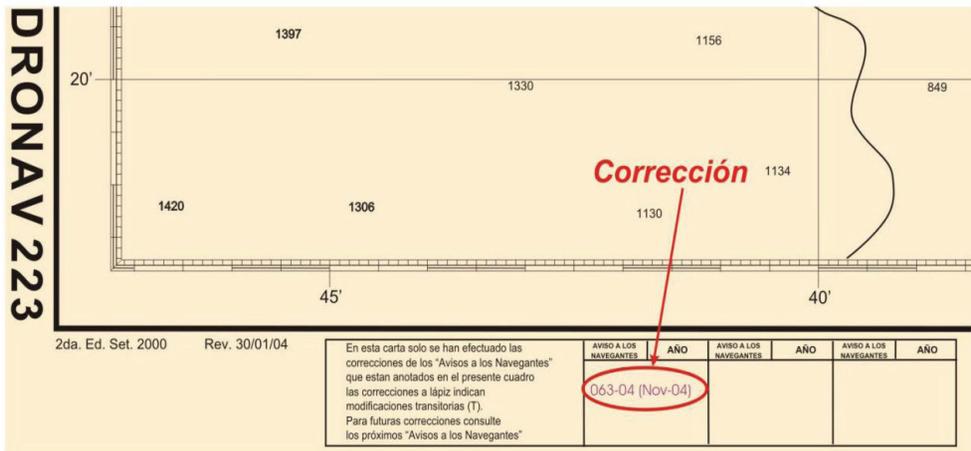
2.9.2 Revisión de una Carta



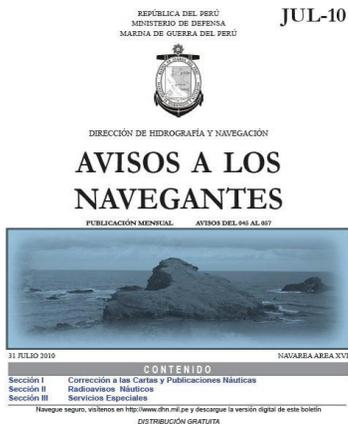
Cuando una carta tiene numerosas correcciones o se han agotado los ejemplares de dicha carta, se efectúa un nuevo tiraje (impresión) considerando en él, todas las correcciones publicadas en los Avisos a los Navegantes hasta dicha fecha. A este procedimiento se le denomina **“Revisión”** y se coloca en el extremo inferior izquierdo (a continuación de la Edición) y con la fecha correspondiente.

2.9.3 Corrección de una Carta

Cualquier información adicional que se considere como una ayuda y/o peligro para la navegación es publicada en los Avisos a los Navegantes y se incluye en la Carta en el recuadro correspondiente. Esta **“Corrección”** es efectuada por la Dirección de Hidrografía y Navegación antes de ser distribuida; luego es responsabilidad de cada usuario mantener actualizada la Carta de acuerdo a los Avisos a los Navegantes mensuales.



2.9.4 Avisos a los Navegantes



JUL-10

La actualización de las cartas se realiza por medio de los “Avisos a los Navegantes”, los cuales son boletines periódicos que publica la autoridad marítima para actualizar cartas náuticas, derroteros, lista de faros, lista de radio ayudas a la navegación y otras publicaciones náuticas.

Cuando la magnitud de las novedades requiere mayor celeridad, se emiten alertas radiofónicas para notificar a los marinos de peligros adicionales a los mostrados en las publicaciones.

La actualización en las cartas se realiza tal como se puede apreciar en el siguiente grafico, se extrae la información de los “avisos a los navegantes”, se grafica en la carta y se actualiza el cuadro de correcciones.

063-04 PERU ZONA CENTRO BAHIA CALLAO

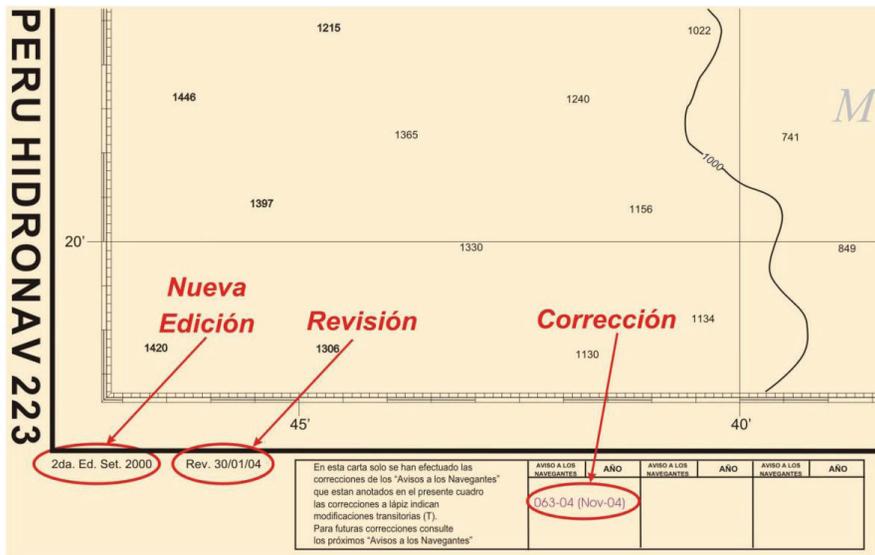
Graficar Naufragio Peligroso

- En coordenada:
 Lat. 11°58'53.6" S, Long. 77°08'37.3" W (PSAD-56)
 Lat. 11°59'06.0" S, Long. 77°08'45.0" W (WGS-84)
- Graficar simbología K-25, Carta N° 1

CARTA NAUTICA AFECTADA
 HIDRONAV - 223 2da. Ed. Set. 2000 Rev. 30/01/2004

2da. Ed. Set. 2000 Rev. 30/01/04

En esta carta solo se han efectuado las correcciones de los "Avisos a los Navegantes" que estan anotados en el presente cuadro las correcciones a lápiz indican modificaciones transitorias (T). Para futuras correcciones consulte los próximos "Avisos a los Navegantes"	AVISO A LOS NAVEGANTES	AÑO	AVISO A LOS NAVEGANTES	AÑO	AVISO A LOS NAVEGANTES	AÑO
			063-04 (Nov-04)			



Existen dos tipos de avisos.

- Los permanentes, que dan cuenta de cambios definitivos, por ejemplo, cambio de características de faros o balizas, profundidades, contorno de la costa por acción del hombre, etc.
- Los temporales, que se refieren en general a cambios transitorios, por ejemplo, ejercicios militares, operaciones de dragado, restricciones a la navegación con carácter temporal y que tienen fecha de caducidad.

Es obligación de todos los navegantes mantener las cartas y publicaciones náuticas corregidas, según el último aviso a los navegantes emitido.

Para el caso de la carta electrónica, sus actualizaciones se obtienen en el mismo formato, o sea digital, lo cual agiliza las tareas de corrección y disminuye los errores.

2.10 Instrumentos de uso en las Cartas

Para trabajar en las cartas, existen dos herramientas esenciales para trabajar: el compás de dos puntas y las paralelas. Adicionalmente, es necesario contar con otros instrumentos como complemento que son las escuadras, reglas de medida, transportadores, compases de dibujo, lápiz, borrador, etc.

2.10.1 Compás de Dos Puntas

Es la herramienta que nos va ayudar a tomar las medidas en una carta, de manera rápida y eficiente. Hay varios tipos de compases de dos puntas, sea cual fuere el elegido se debe practicar de manera continua hasta dominarlo.



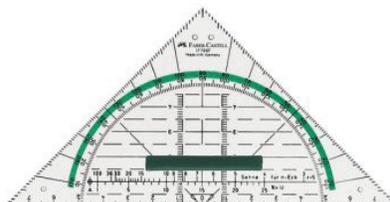
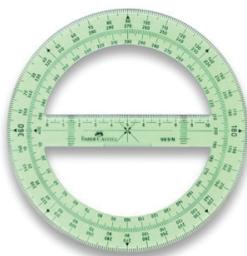
2.10.2 Reglas Paralelas



Son dos reglas unidas por bisagras inclinadas en el mismo sentido, cuya función es trasladar rectas de un lugar a otro. Su uso específicamente en la carta es para poder determinar los rumbos y marcaciones tomando las referencias y llevándolas a la rosa de maniobra en la carta o viceversa. Otro empleo que se les da a las reglas paralelas es como trasportador, para lo cual en la parte superior e inferior se encuentra graduada los 360°.

2.10.3 Otras Herramientas

En caso no se cuente con reglas paralelas puede emplearse escuadras u otro tipo de herramientas que cumplan el objetivo de trasladar las marcaciones y rumbos de nuestra posición a la rosa de maniobra y viceversa con bastante precisión.



2.10.4 Empleo de las Herramientas

- Obtener las coordenadas geográficas de un punto en la carta
- Dadas las coordenadas geográficas, graficar la posición en la carta
- Obtener rumbos y marcaciones
- Medición de distancias en la carta
- Situar un punto por marcación y distancia

2.11 Ejercicios con las Cartas

Para poder llegar a realizar un correcto empleo de los instrumentos anteriormente descritos, así como el hábito de trabajar con ellos en la carta de navegación, es necesario realizar ejercicios que nos puedan ayudar a alcanzar la destreza necesaria que se requiere para poder desempeñarnos eficientemente en un puente de comando.

2.11.1 Obtener las Coordenadas de un Punto en la Carta o dadas las Coordenadas de un Punto situarlo en la Carta

Para desarrollar este tipo de ejercicios, existen dos formas de poder realizarlos: por medio del empleo de las reglas paralelas o por medio del compás de dos puntas.

Compás de Dos Puntas: para obtener la posición por este método, primero, se debe colocar un extremo del compás sobre el punto y el otro extremo sobre el punto del meridiano más cercano; esta medida es llevada a la misma escala de longitud obteniéndose la medida.

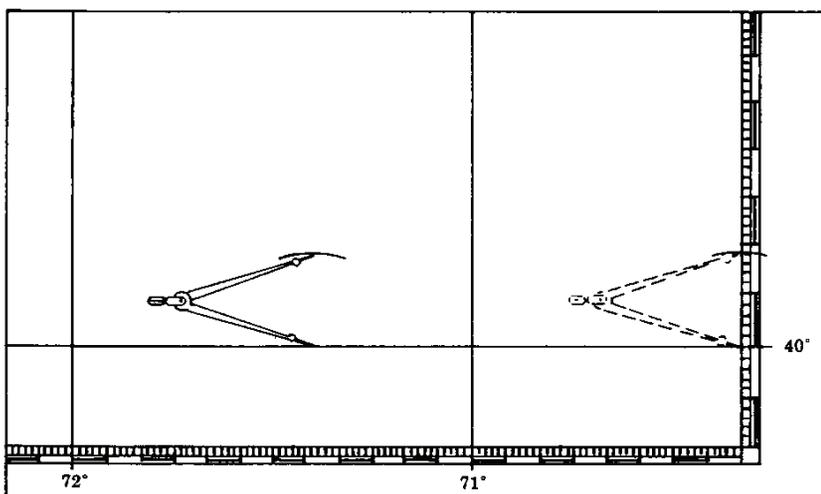


Figure 4-11A. Swinging an arc to represent a given latitude.

Posteriormente, se realiza un procedimiento similar para obtener la latitud, colocándose un extremo del compás en el punto y el otro extremo sobre el paralelo más cercano.

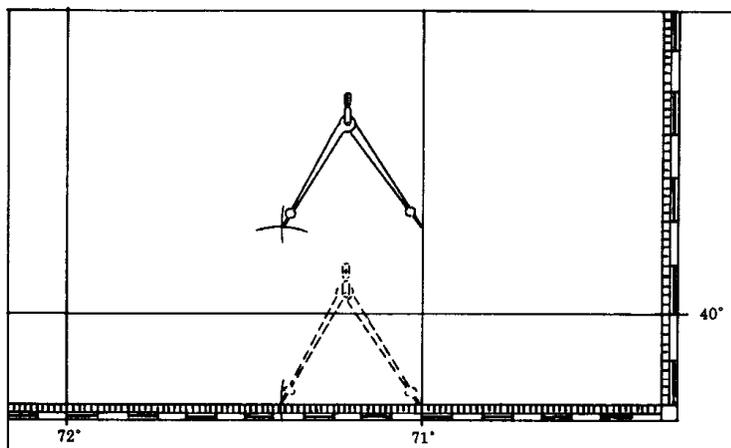


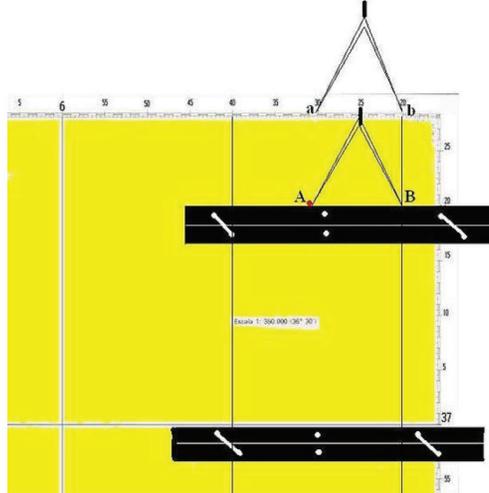
Figure 4-11B. Completing the plot of a given position on a chart.

Cabe señalar que para posicionar un punto en la carta dadas las coordenadas, el procedimiento es inverso.

Reglas Paralelas: para obtener la posición por este método o para posicionar un punto en la carta, primero, se debe colocar las reglas paralelas haciendo que uno de los lados coincida exactamente con el punto o con la escala de latitud a graficar, de forma paralela a los paralelos y perpendicular a los meridianos; posteriormente, se debe realizar de manera similar pero con la escala de longitud de manera que las reglas paralelas ahora se encuentren perpendiculares a los paralelos o sea paralelo a los meridianos. El siguiente gráfico explica lo anterior:



Es necesario considerar que el uso de ambos instrumentos no son “independientes”, por el contrario se puede complementar el empleo de los dos de forma de facilitar el trazado en la carta.



2.11.2 Obtener Distancias en la Carta

Teniendo en cuenta que en la mayoría de casos trabajaremos con cartas mercator, se debe considerar que las escalas de latitudes son distintas debido al proceso de “deformación” que tiene que emplearse para este tipo de proyección; como consecuencia, la más importante consideración para medir la distancia entre dos puntos debe realizarse con la latitud coincidente con la posición. El proceso de obtener la distancia entre dos puntos es simple: se coloca ambos extremos del compás en los puntos a medir y esta medida es llevada a la escala de latitud (recordemos que 1´=1 m.n.). Asimismo, en caso de que el compás que empleemos no logre realizar la medida completa, se puede realizar varias medidas, tal como se puede apreciar en el gráfico:

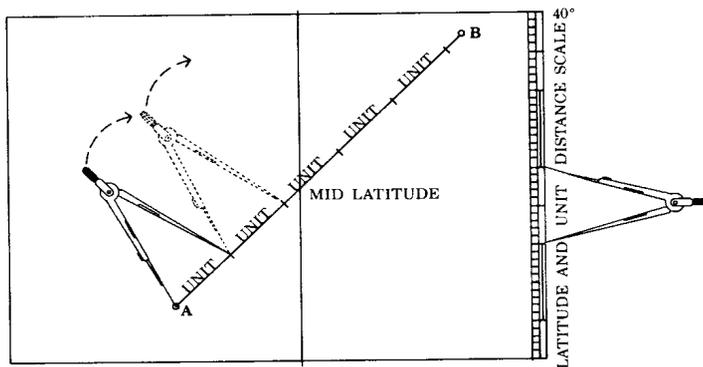


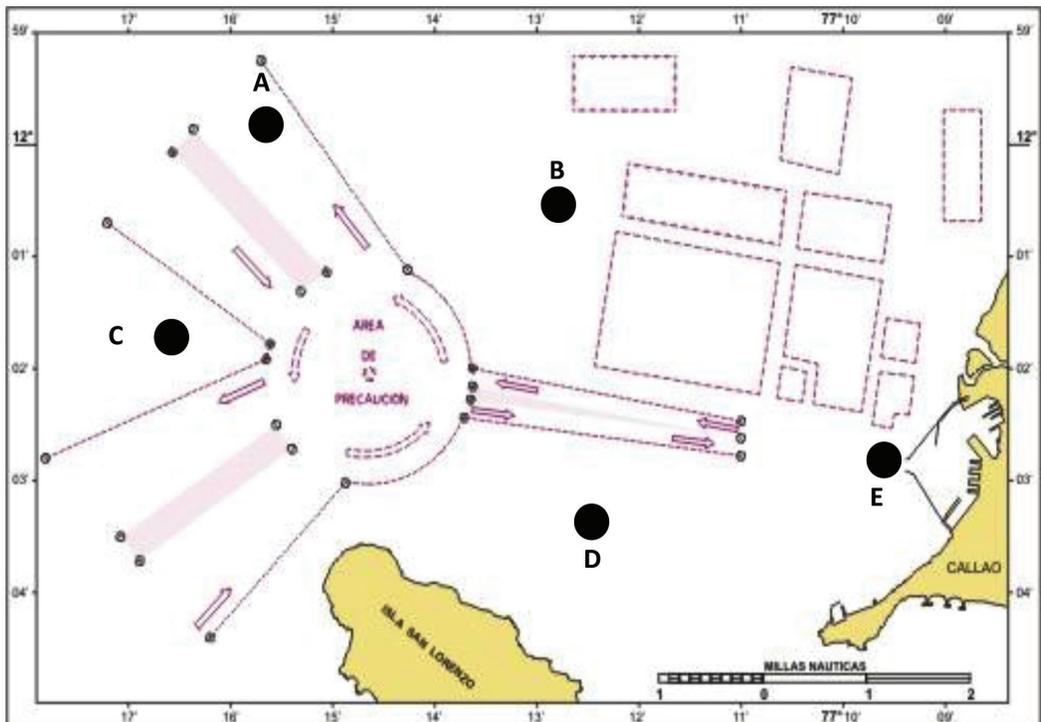
Figure 4-12. Measurement of distance on a Mercator chart.

Evaluación

1. En una hoja de ploteo grafique los siguientes puntos:

φ = LATITUD	λ = LONGITUD
5° 14' S	071° 25' W
6° 45' S	073° 15' W
7° 07' S	072° 11' W
5° 56' S	071° 25' W
6° 18' S	073° 55' W
7° 22' S	072° 41' W

2. De la siguiente carta obtener las coordenadas geográficas de los puntos A, B, C, D.



3. Calcule las distancias entre las posiciones geográficas de la pregunta 1.
4. Calcule las distancias entre las posiciones geográficas de la pregunta 2.
5. Del gráfico de la pregunta 2, si Ud. se encuentra en las posiciones graficadas determinar su rumbo y distancia hacia el punto "E", boyas de ingreso a la rada interior de la base naval.
6. En una carta de 1: 50 000, en cuantos milímetros serán representados, 100 metros, 300 metros y 800, metros.
7. En una carta de 1: 25 000, en cuantos milímetros serán representados, 200 metros, 500 metros y 900 metros.

CAPÍTULO 3

EL COMPÁS MAGNÉTICO Y EL GIROCOMPÁS

3.1 Introducción

Como vimos en el capítulo inicial, uno de las principales preguntas que debe ser resuelta por todo navegante en cualquier momento, es determinar el rumbo al cual se está dirigiendo nuestra unidad. Este mismo inconveniente lo tuvieron los primeros navegantes; por ello, tuvieron que valerse de los astros y planetas para poder determinar sus rutas de navegación con la limitación que en días cerrados no se podía apreciar el cielo.



Posteriormente, los chinos inventaron la brújula, la cual fue un gran aporte a la navegación de la Edad Media. La brújula de esta época consistía en una aguja magnética que se hacía flotar sobre el agua, y así indicaba el norte magnético. Con el transcurso del tiempo, la brújula se fue perfeccionando apareciendo montada sobre una rosa de vientos con la parte central provista de una aguja imantada que luego de oscilar hacia uno u otro lado termina por señalar el norte magnético. Sin embargo, este tipo de brújulas todavía no alcanzaba los requisitos que deben cumplir los instrumentos para que sea considerado como un compás magnético, los cuales son:

- Estar protegido de perturbaciones mecánicas.
- Poseer dispositivos amortiguantes que reduzcan sus oscilaciones.

- Mantener la aguja casi horizontal, aunque no se navegue por el ecuador magnético y a pesar de los movimientos propios del buque.
- Contar con algún medio que permita la lectura de direcciones.
- Permitir que se le puedan colocar elementos correctores destinados a reducir o anular sus errores o desvíos.

3.2 El Compás Magnético

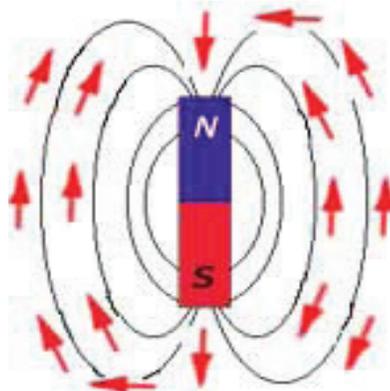
Como se pudo apreciar previamente, la brújula no se adecuaba para ser usada en forma eficiente a bordo de las embarcaciones; por ello, se tuvo que desarrollar el compás magnético, instrumento que se emplea hasta nuestros días para determinar el rumbo magnético que sigue el buque.

En los compases magnéticos, la aguja imantada va sujeta a la rosa de vientos, en la dirección Norte–Sur, y suspendida para que pueda girar libremente; de esta forma, la aguja del compás permanecerá orientada constantemente al Norte magnético aunque el buque cambie de dirección.

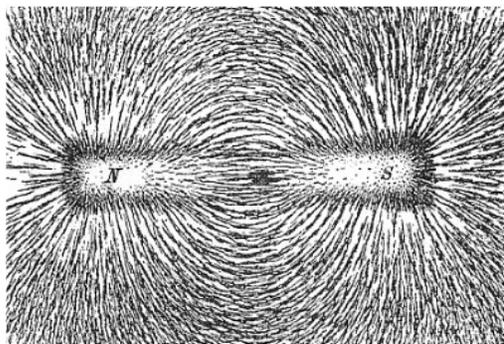
A partir del principio descrito, la lectura del rumbo magnético se verá facilitada por medio de una línea de fe alineada y fija a la proa del buque, instalada en el compás magnético, por medio de la cual se podrá observar la lectura que indica la rosa.

3.2.1 Principio del Compás Magnético

Para entender el principio que rige al compás magnético, vamos a explicar la forma de funcionar de los imanes ya que, desde el punto de vista magnético, la Tierra es un gigantesco imán natural. Un imán es un material capaz de producir un campo magnético exterior y atraer el hierro. En un imán, la capacidad de atracción es mayor en sus extremos o polos, los cuales se denominan norte y sur, debido a que tienden a orientarse según los polos geográficos de la Tierra. Por convención, el polo norte es de color azul y el polo sur de color rojo de cualquier tipo de imán.



Los campos magnéticos creados por los imanes están formados por infinitas líneas magnéticas. Se generan en el núcleo del imán y salen por el polo rojo (sur) formando un arco hasta incorporarse nuevamente por el polo azul (norte) y vuelven a regresar al núcleo del imán.



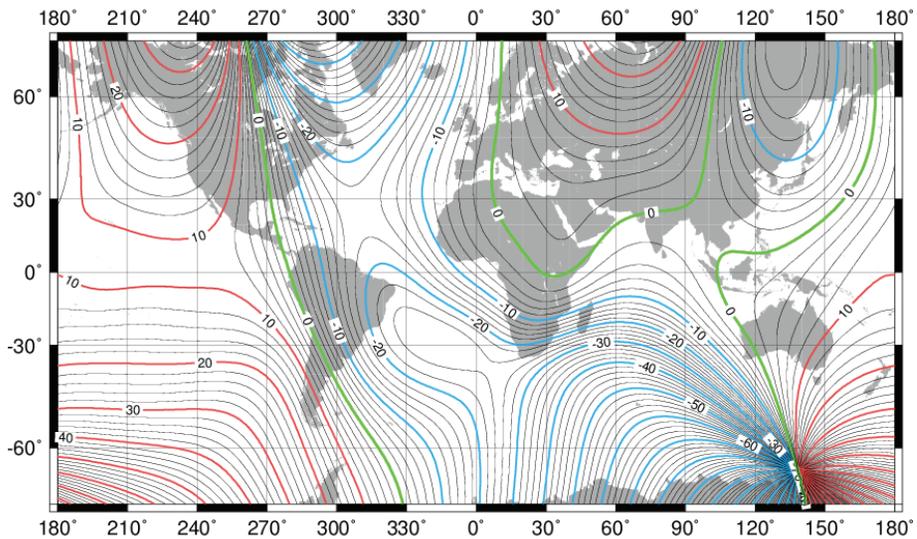
Una forma de poder apreciar las líneas magnéticas es dejando caer limaduras de hierro en las inmediaciones de un imán; veremos que la mayor parte de las limaduras se concentran sobre los polos del mismo, si golpeamos los extremos, provocando el movimiento de las limaduras, las mismas se orientarán según los arcos formados por las líneas magnéticas.

En el caso de la Tierra, sus polos magnéticos norte y sur se encuentran próximos a los polos geográficos. Estos polos magnéticos terrestres no son opuestos; quiere decir que, si proyectamos una línea imaginaria del polo norte magnético haciéndola pasar por el centro de la Tierra, en su extremo opuesto no se encontrará el polo sur magnético. Los polos magnéticos de la Tierra no son fijos, cambian su posición geográfica.



Las líneas de fuerzas parten del núcleo de la Tierra, atraviesan la corteza terrestre por el polo rojo (Sur) y se dirigen al polo azul (Norte) dibujando un arco magnético. Se orientan en forma tangencial a las líneas de fuerza magnética por lo que en algunas zonas serán horizontales y a medida que se acerquen a los polos para ingresar nuevamente al núcleo tomarán la posición vertical.

El arco magnético que genera la Tierra se orienta sobre la superficie terrestre formando meridianos magnéticos; son similares pero no coincidentes con los meridianos geográficos. En algunas zonas, tendrá la misma dirección del meridiano geográfico y en otras formará un ángulo al cual se denomina Declinación Magnética (diferencia entre el norte geográfico y el indicado por la brújula o compas, denominado también norte magnético).

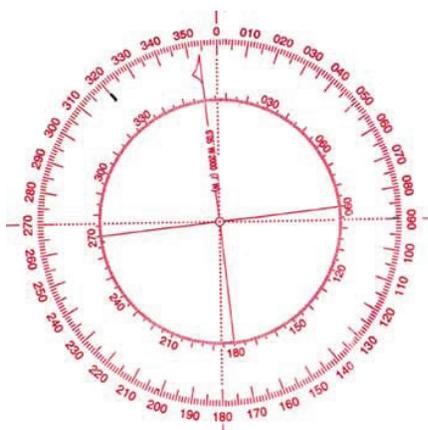


Units (Declination) : degrees
 Contour Interval : 2 degrees
 Map Projection : Mercator

Fuente: NOAA - National Geophysical Data Center (NGDC)

Por convención, la declinación es considerada de valor positivo cuando el norte magnético se encuentra al este del norte verdadero, y negativa si se encuentra al oeste. Los estudios relacionados a la declinación magnética han permitido establecer sus valores y dirección para cada punto del planeta.

Este estudio permite también predecir las declinaciones para los años siguientes, por lo que conociendo el valor para una zona y una fecha determinada puede establecerse el valor para otra fecha en el mismo lugar. Estos valores se encuentran en las cartas náuticas en la rosa de los vientos que hace referencia a la declinación en esa zona y los valores de variación anual.

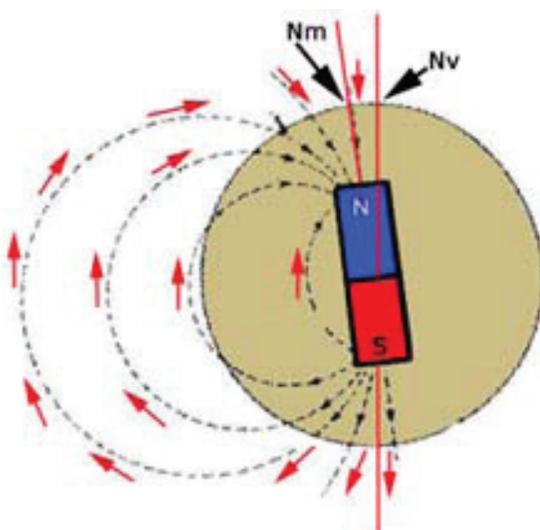


La información consta de dos rosas de los vientos concéntricas. En la exterior, la graduación 0° corresponde al Norte Verdadero con su eje N - S coincidente con la dirección de los meridianos geográficos impresos en la carta. Dentro de esa rosa, hay otra, con su Norte Magnético ubicado de tal forma que marca el ángulo de la Declinación Magnética, con su 0° o N apuntando al norte magnético.

Como es sabido que polos opuestos se atraen, se pintan de rojo todos los extremos de las agujas que miran hacia el Norte magnético terrestre.

Para entender cómo opera una brújula o un compás magnético en la Tierra, graficaremos su empleo sobre las líneas magnéticas de la Tierra tal como se muestra en el gráfico. Para el ejemplo, se ha considerado una brújula (aguja magnética de rojo y azul) que es colocada en varios puntos de una misma línea magnética; se observa que la

aguja magnética de la brújula se orientará en una dirección que es tangente a las líneas de fuerza magnéticas, adoptando sobre los polos la posición vertical, rojo hacia abajo en el norte y azul hacia abajo en el sur (polos opuestos se atraen), tendiendo a la horizontalidad a medida que se alejan de los mismos.



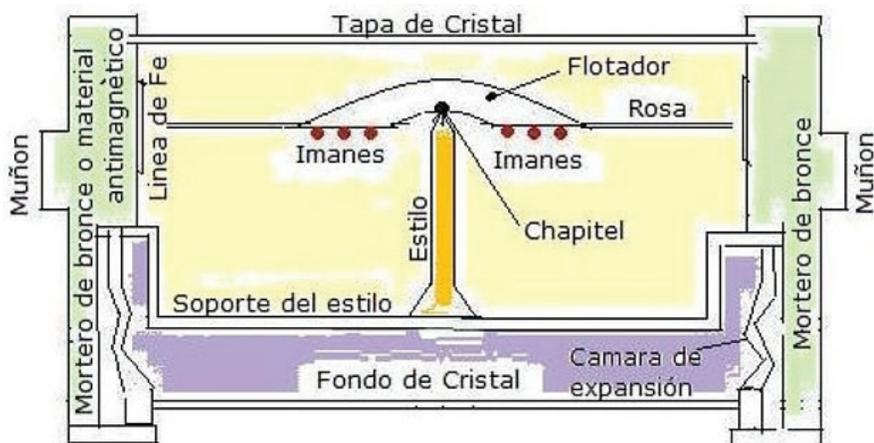
La misma propiedad empleada por las brújulas para orientarse en la dirección del meridiano magnético es aprovechada por el compás magnético para orientarnos en nuestra dirección.

3.2.2 Descripción del Compás Magnético

La figura nos detalla las partes exteriores principales que constituye el compás magnético. La bitácora sirve como alojamiento para el mortero y está fijada a la crujía del buque. Está hecha de un material no magnético, normalmente madera. También, en su interior, encontramos a los correctores o compensadores de las brújulas: imanes, esferas, barra flinders y cuadrantal. El cubichete es la parte superior de la bitácora que protege al mortero. Las esferas de hierro dulce son parte de los imanes que posee el compás magnético y que sirven para anular la acción perturbadora producida por los hierros de a bordo y hacer uniforme el campo magnético que rodea al compás, a fin de lograr que en todo momento señale el norte magnético.



El mortero es una caja metálica circular, normalmente de bronce, con una tapa de cristal que cierra herméticamente su parte superior e inferior. En el interior del mortero, y desde el fondo, se levanta verticalmente un vástago llamado estilo, cuya punta superior ha sido endurecida. En esta punta, se encuentra el chapitel, el cual es una hendidura en forma cónica en el centro del flotador que aloja una piedra dura (ágata, rubí o zafiro), cuyo objeto es evitar el rozamiento y el desgaste con el estilo o pivote donde se apoya el conjunto de la rosa flotante.



Asimismo, el mortero lleva una línea de fe que coincide con la línea de crujía de a bordo o con una paralela a esta, es decir, con respecto a la línea de fe se leerá sobre la rosa el rumbo que lleva el buque en un instante dado. En el

mortero, se instala adecuadamente la aguja magnética que tienda a señalar al norte magnético y mantenerlo permanentemente; esta aguja magnética está constituida por una serie de imanes colocados en la parte inferior de un flotador que sostiene una rosa donde van grabados los 360° del horizonte.

En la parte inferior del mortero, se localiza un doble fondo, el cual debe contener un líquido que puede ser aceite, o alcohol, con la finalidad de aumentar la estabilidad al sistema (como un “porfiado”) y permitir que pase la luz para iluminar las indicaciones del compás. La luz normalmente se encuentra en la parte inferior del mortero y es regulada por un reóstato.

El mortero descansa sobre un sistema cardán que permite que la aguja permanezca horizontal en los movimientos de balance y cabeceo de la unidad; en ocasiones, va sujeto a la bitácora mediante muelles o amortiguadores para evitar las vibraciones que se producen a bordo debido a los motores o el oleaje.

De acuerdo a las líneas y campos magnéticos de la Tierra detallados previamente, las fuerzas magnéticas que afectan a las agujas de los compases son en dos componentes: horizontal y vertical. La componente vertical es tratada de ser anulada mediante el artificio de ubicar el centro de gravedad de la rosa por debajo del chapitel, abajo de su punto de apoyo sobre el estilo, de manera que aquella quede suspendida a modo de péndulo. Así, la fuerza de gravedad mantendrá la aguja horizontal, forma en que se emplea para medir sobre ella rumbos o marcaciones; sin embargo, también es necesario puntualizar que en latitudes cercanas a los polos la componente horizontal se vuelve mínima, por lo que el compás magnético se torna inservible.

Los compases magnéticos necesitan un conjunto de hierros e imanes, llamados correctores o compensadores, que tienen por finalidad compensar su desvío.

Dichos correctores son:

Barra Flinders. Compuesta por dos segmentos de hierro dulce alojados en un cilindro vertical a proa o a popa de la bitácora.

Esferas de Thomson. Se trata de dos esferas huecas también de hierro dulce, sostenidas por sendos soportes, uno a babor y otro a estribor, que permiten afirmarlas a distancias variables del mortero.

Imanes longitudinales, transversales y verticales. Son varillas imantadas que tienen su alojamiento dentro de la bitácora en las tres direcciones mencionadas. En el caso de los verticales, su altura dentro de la bitácora es regulable. Las pequeñas puertas y tapas que se ven en las bitácoras son los accesos a los alojamientos de los imanes.

3.2.3 Desvíos

La operación de compensar los compases magnéticos, buscando anular los desvíos, es una tarea delicada y exige un conocimiento previo de las características de dicho desvío.

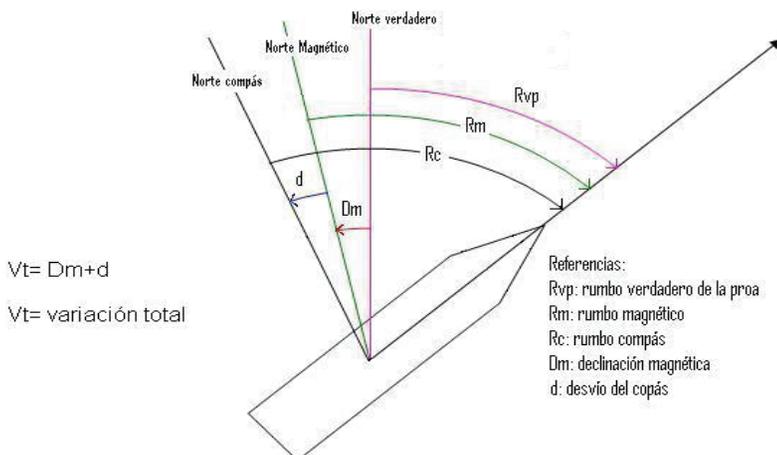
Siempre que no existan perturbaciones, la aguja del compás se alinea con el meridiano magnético, indicando el norte magnético. Pero los materiales con que se construye un buque producen perturbaciones al igual que ciertos equipos eléctricos de a bordo cuando se ponen en funcionamiento.

El campo magnético alrededor de un compás instalado a bordo de una unidad es una combinación de:

- El magnetismo terrestre.
- El magnetismo permanente del buque.
- El magnetismo inducido del buque, que depende de la dirección de la proa y de la posición geográfica.
- El magnetismo semipermanente del buque, que depende de los cambios en la dirección de la proa, así como de los movimientos anteriores y vibraciones, todo los cuales cambian constantemente.

El magnetismo terrestre es lo que ocasiona la d , la misma que fue previamente tratada y como se menciona se encuentra determinada en las cartas náuticas. Cabe agregar que la declinación magnética no forma parte del “Desvío”.

Los tres últimos puntos comprenden lo que se llama “campo magnético del buque” y es lo que ocasiona que el compás magnético deje de mantenerse alineado con el meridiano magnético; a esta diferencia se la denomina “Desvío”.



3.2.3.1 Compensación de los desvíos

La expresión “compensar el buque” se usa para describir el proceso completo de ajuste de los compases magnéticos. La compensación consiste en hacer que la fuerza directriz sobre la aguja del compás sea constante para todos los rumbos, lo cual es posible creando alrededor del compás por medio de imanes un campo magnético compensatorio.

La compensación se efectúa en dos pasos simultáneos:

- La maniobra de la unidad a diferentes rumbos.
- La modificación del emplazamiento, colocación y ajuste de los correctores (imanes) para reducir los desvíos.

Esta operación de compensar a un buque en la mar lleva bastante tiempo, ya que el buque tiene que hacer varios giros y estabilizarse a los diferentes rumbos durante un tiempo. Los preparativos antes de iniciar la compensación deben considerar:

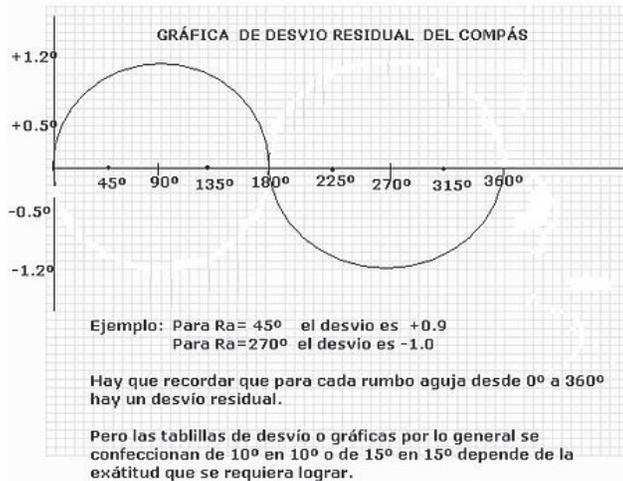
- 1.- Buque adrizado.
- 2.- No presencia de otras unidades en el área.
- 3.- Verificar la alineación la línea de fe con el plano de crujía.
- 4.- Hacerle la prueba de estabilidad a la aguja.
- 5.- Comprobar los imanes o correctores.
- 6.- Personal que realizará la maniobra con la vestimenta adecuada, sin aditamentos que interfieran en el campo magnético.
- 7.- Verificar que no haya materiales olvidados en las proximidades de la bitácora.

Existen diferentes métodos para compensar un compás magnético, entre los que se puede mencionar:

- 1.- Por comparación con un compás magnético ya compensado y su tablilla de desvíos residuales actualizada.
- 2.- Por comparación con el girocompás.
- 3.- Por azimut a un astro.
- 4.- Por marcaciones.
- 5.- Por enfilaciones.

Normalmente, al realizar la compensación se tomarán únicamente los rumbos cardinales y como máximo los intercardinales, efectuando las modificaciones de los arreglos de los imanes para minimizar los desvíos. Una vez terminada la compensación, la práctica demuestra que siempre quedan desvíos remanentes; por ello, debe confeccionarse una tabla de desvíos, para lo cual la unidad debe maniobrar a diversos rumbos,

normalmente con una diferencia entre 10° o 15°; estableciendo el desvío que todavía mantiene el compás magnético en cada uno de los rumbos. Un ejemplo del llenado de una tabla de desvíos es el siguiente:



TABLILLA DE DESVÍOS RESIDUALES

Ra	desvío δ	Ra	desvío δ
015°	+0.6°	195°	-0.6°
030°	+0.7°	210°	-0.7°
045°	+0.9°	225°	-0.9°
060°	+1.0°	240°	-1.0°
075°	+1.1°	255°	-1.1°
090°	+1.2°	270°	-1.2°
105°	+1.1°	285°	-1.1°
120°	+1.0°	300°	-1.0°
135°	+0.9°	315°	-0.9°
150°	+0.7°	330°	-0.7°
165°	+0.4°	345°	-0.4°
180°	0.0°	360°	0.0°

3.2.4 Sensibilidad y Estabilidad

Para que las indicaciones de una rosa merezcan confianza, esta debe satisfacer dos condiciones: sensibilidad y estabilidad. Un compás magnético es sensible cuando puede acusar los más pequeños cambios de rumbo que experimenta el buque, para lo cual se busca que el estilo y el chapitel disminuyan la fricción al mínimo de manera de permitir que la rosa gire libremente. Un compás magnético es estable cuando su aguja puede conservar la dirección del meridiano a pesar de las fuerzas externas que tratan de sacarla de esa posición, ya sea por el balance, golpes de mar, vibraciones u otras causas semejantes; para ello, se le monta de tal manera que su centro de gravedad quede por debajo del de suspensión; con ello se consigue anular la inclinación debido a la fuerza vertical terrestre quedando únicamente la componente horizontal.

Tanto la sensibilidad como la estabilidad pueden comprobarse; la primera depende del mayor o menor roce entre las piezas que lo componen, y la segunda, de la cantidad de magnetismo que tengan las agujas. Las pruebas de sensibilidad y estabilidad se hacen en tierra, en un lugar libre de perturbaciones magnéticas extrañas al magnetismo terrestre.

3.2.5 Compases Secos y Líquidos

En los compases “secos”, la rosa se mueve en el aire, apoyada simplemente sobre el estilo; en cambio, en los “líquidos” se halla sumergida en una mezcla de agua y alcohol que llena el mortero. La función del agua es amortiguar las vibraciones que sobre la rosa producen los movimientos bruscos, y la del alcohol, evitar que el agua se congele a temperaturas bajas.

La rosa de los compases secos tiene, en general, imanes pequeños, y esto hace que tenga una reducida fuerza magnética. Se fabrican así con el objeto de reducir su peso, para que el rozamiento entre el estilo y el capitel sea mínimo.



Los compases líquidos, en cambio, pueden adoptar una rosa más pesada, es decir, imanes de mayor tamaño y fuerza, porque su peso puede ser equilibrado, en gran parte por un flotador que poseen en la parte central. Este tipo de compases poseen, por lo tanto, una gran fuerza directriz. A pesar de que estos compases son menos sensibles o más “lentos” que los secos por cuanto, para orientarse, deben vencer la resistencia del líquido en el que giran sus rosas, son los más apropiados para las embarcaciones de poco porte, en los que el embate de las olas hace oscilar constantemente la rosa haciendo difícil la tarea de mantener el rumbo.

En los buques modernos, el compás magnético no es el instrumento de dirección primario; por lo tanto, no se encontrará dentro del puente de comando sino en la cubierta superior del mismo (puente de señales). Esto permite liberar espacio para otro tipo de dispositivos, y además alejarlo de las interferencias electromagnéticas que producen los numerosos equipos electrónicos que pueblan el puente de un buque de guerra.

Para poder gobernar con el compás magnético en estos casos, este se instalará en la vertical del timonel, que dispone de un periscopio con el que visualiza la indicación de rumbo, observándola desde abajo. Cualquiera sea el lugar en que se fije el compás magnético, lo fundamental es que debe hacerse de modo que la recta imaginaria que une el centro de la rosa y la línea de fe sea paralela o coincidente con la línea de cruzía.



3.2.6 Otros Tipos de Compases Magnéticos



Además del compás magnético descrito, que es el habitual a bordo de un buque de guerra o mercante, existen otras versiones basadas en el mismo principio de funcionamiento, pero adaptadas a otro tipo de embarcaciones.



Compas de Bote: es un compás portátil, algunas veces en caja de madera, la cual está cubierta por un cristal; para emplearlo, es necesario alinear la línea de fe con la proa de nuestra embarcación.

Los compases de los veleros deportivos están diseñados para funcionar con grandes ángulos de escora y su receptáculo, que

hace las veces de mortero, suele ser esférico y de un material transparente.

Compases manuales: es común a bordo contar con algún tipo de estos compases, ya que su uso es práctico y permite una confirmación rápida de la información que deseamos obtener. Su uso debe hacerse lejos de materiales de hierro o acero para evitar la aparición de desvíos. Los hay de diferentes formas y modelos, y, por ende, de mayor o menor precisión y características según sea la necesidad.

3.2.7 Limitaciones del Compás Magnético

Las principales limitaciones del compás magnético son:

- Se ve afectado por cualquier disturbio que se produzca en proximidades del compás, desviándose de su posición correcta.
- Ante cambio de los campos magnéticos de a bordo, ya sea por embarque o desembarque de metales, cambio de ubicación del mismo a bordo, se efectúen reparaciones importantes o se mantenga el buque orientado en una misma dirección durante mucho tiempo, se alteraran los desvíos producidos en las agujas, por lo que será necesario efectuar una nueva determinación de sus valores a fin de poder volver a utilizarlos con confianza.
- Cercano a los polos se vuelve prácticamente inutilizable.

A pesar de las limitaciones presentadas, debe quedar claro en el navegante la importancia del compás magnético por ser confiable, no requerir tiempo de alineación y continuar funcionando aun cuando el buque quede sin alimentación eléctrica o sufra averías durante el combate.

3.3 El Girocompás

El girocompás es un equipo electrónico de ayuda a la navegación que nos permite orientarnos con respecto al norte verdadero usando un juego de discos o anillos que giran muy rápido, llamados giróscopos, y bajo la influencia de la rotación de la Tierra y de la gravedad terrestre. Es el equipo primario a bordo que nos indica la dirección de nuestra unidad.



3.3.1 Partes del Girocompás

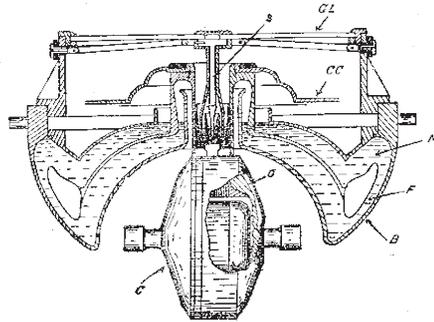
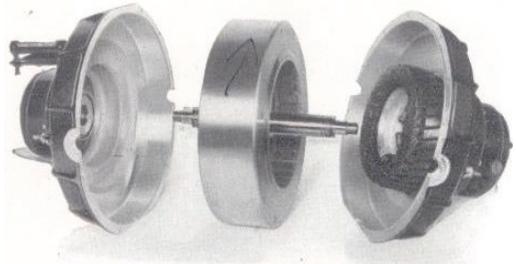


FIG. 4.
THE GYRO-COMPASS

- C Case enclosing Gyrostat.
- G Gyrostat.
- B Bowl of mercury.
- F Float.
- M Mercury.
- S Steel stem.
- CC Compass card.
- GL Glass cover.

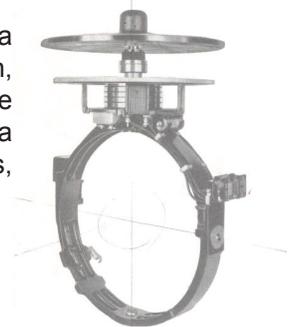
Las partes de un girocompás clásico son: el elemento sensible, elemento fantasma o seguidor, elemento araña y bitácora.

Elemento Sensible: Caracterizado principalmente por el rotor, que gira a alta velocidad. Normalmente, está contenido en una giroesfera. En los girocompases modernos, el rotor ha sido reemplazado por un dispositivo láser. Es la parte giroscópica del instrumento, constituye el elemento directriz. Consta de las siguientes partes:

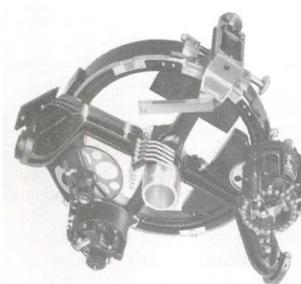
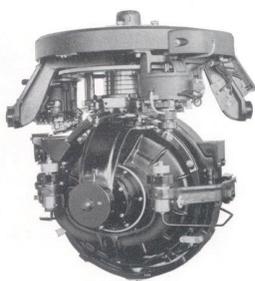
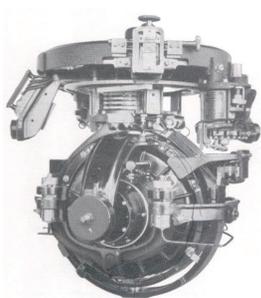


Rotor, Caja de Rotor, Anillo Vertical, Suspensión, Masas Compensadoras y Nivel. El rotor gira a alta velocidad (12000 RPM, en algunos casos).

Elemento Fantasma o Seguidor: es la parte destinada a soportar al elemento sensible mediante la suspensión, por lo que sigue todos los movimientos en azimuth de este último elemento. Sus partes son anillo fantasma, rueda engranaje azimuthal, rosa náutica, anillos colectores, transformador del seguidor y balístico de Mercurio.



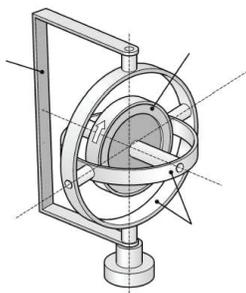
Elemento Araña: Sistema que soporta todo el peso del elemento seguidor, el que a su vez contiene al elemento sensible, es decir, soporta al conjunto movable del instrumento. Sus partes son motor azimutal, anillo línea de fe, transmisor, corrector de latitud y velocidad, block de conexión con escobillas, block de conexión principal de la araña.



La Bitácora: Soporte o carcasa exterior que contiene y sostiene a los elementos anteriormente vistos.

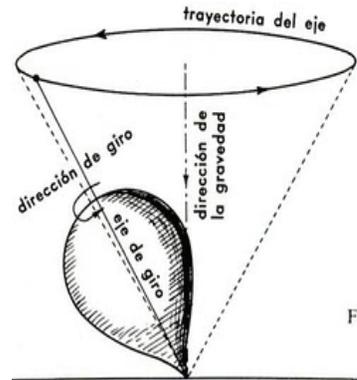


3.3.2 El Giróscopo



Un giróscopo o giroscopo es un dispositivo mecánico u objeto esférico, en forma de disco, montado en una suspensión cardánica, que gira alrededor de su eje de simetría a una gran velocidad de rotación, permitiendo mantener de forma constante su orientación respecto a un sistema de ejes de referencia.

Para entender el principio que rige el movimiento de los giróscopos, analicemos un trompo. Si tratamos de colocarlo “parado” con su punta perpendicular al piso sin darle movimiento, el trompo se caerá producto de su peso o gravedad; sin embargo, si le damos movimiento al trompo comenzará a girar y anulará la fuerza de la gravedad; el eje de giro, conforme pierda velocidad, describirá un cono invertido, que es una de las características de las propiedades giroscópicas llamado precesión.



Otro ejemplo para entender el movimiento de los giróscopos es realizando un experimento:

- Se utiliza una rueda con un eje que pase por la parte central a ambos lados (que permita que la rueda gire libremente).
- Por uno de los extremos que sobresale del eje, se debe amarrar un cabo y hacerlo firme en un punto superior, de forma que la rueda quede suspendida en el aire con el eje perpendicular al piso.
- A continuación, se debe comenzar a hacer girar la rueda con una mano, sosteniendo con la otra el eje para mayor estabilidad.
- Una vez que la rueda ha adquirido una gran velocidad, colocar el eje **paralelo** al piso y dejar libre el arreglo.

La deducción común es que la rueda debería retornar a su posición anterior por la fuerza de la gravedad, o sea, con el eje perpendicular al suelo; sin embargo, la rueda continuará girando con el eje paralelo al piso hasta que vaya perdiendo velocidad. Esta es otra de las propiedades de los giróscopos llamada rigidez.



3.3.3 Propiedades de los Giróscopos

Las propiedades fundamentales del giróscopo son dos: la inercia giroscópica o rigidez y la precesión.

La Inercia Giroscópica o Rigidez es una propiedad de los cuerpos que rotan o giran de mantener una sola dirección al desplazarse, mientras mantienen la fuerza que los impulsó. Está basado en la primera ley de Newton: “un cuerpo

que está en reposo tiende a permanecer en reposo. Un cuerpo que está en movimiento tiende a permanecer en movimiento uniforme y rectilíneo a menos que una fuerza extraña lo saque de ese estado”.

Como ejemplos para entender la propiedad de la rigidez, en el caso del experimento vemos cómo la rueda mantiene su movimiento perpendicular al piso a pesar de que el peso o gravedad de la misma lo debería colocar de forma horizontal; en el caso del trompo, si lo hacemos girar sobre un trozo de madera, la cual cuando se encuentre girando la inclinamos para que se vuelque, observaremos que el trompo tratará de mantenerse girando en el mismo eje. En el caso del girocompás, todo el sistema está hecho para que su eje se mantenga apuntando al Norte verdadero.

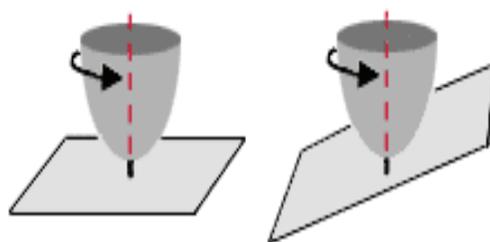


Fig.2.2.3 - Rigidez en el espacio.

La Precesión también es una de las propiedades de todos los cuerpos que giran por la cual se produce un cambio en el movimiento del eje de giro del mismo cuerpo. Está sujeta a la propiedad que dice: “cuando un giroscopio se somete a una fuerza angular que trate de desviar la dirección en que está su eje de rotación, opone resistencia y su eje precede en dirección perpendicular a la fuerza aplicada, hasta colocar, por el camino más corto, el plano y el sentido de su rotación en el plano y sentido de la fuerza”. La precesión es inversamente proporcional a la velocidad de giro, a mayor velocidad menor precesión, y directamente proporcional a la cantidad de fuerza aplicada. La precesión puede deberse a fuerzas externas o a fuerzas propias del cuerpo.

Para entender las fuerzas propias que intervienen en la precesión, podemos volver al ejemplo del trompo donde su centro de gravedad al encontrarse en un lugar distinto del punto de apoyo del cuerpo (punto de apoyo en el piso, centro de gravedad elevado del piso) el eje describirá un cono. En el caso de los giróscopos, se confeccionan de tal forma que el centro de gravedad coincida con su punto de apoyo o centro de suspensión de manera de eliminar el movimiento “cónico”.

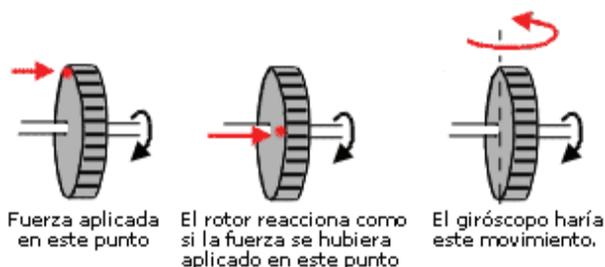


Fig.2.2.4 - Precesión giroscópica.

En el caso de fuerzas externas, el movimiento

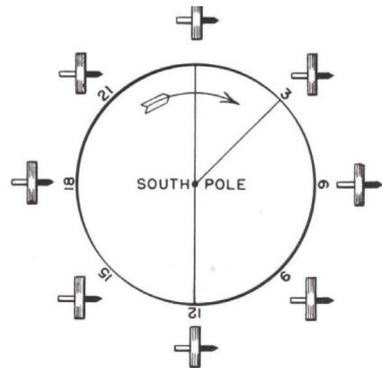
resultante será a 90° de la dirección de la fuerza que se ha aplicado al cuerpo. Observemos el siguiente gráfico, en que el resultado de la fuerza aplicada es como si estuviera desplazado 90° en el sentido de giro del objeto.

Otro ejemplo de la precesión es con el experimento realizado con la rueda. Si con nuestro dedo le aplicamos un empuje lateral, lo que supondría que al no existir otra fuerza contraria la rueda regresaría a la posición horizontal al piso, observaremos que la rueda va a continuar con su movimiento perpendicular al piso, pero con su eje de giro ligeramente desplazado (como el trompo), es decir, que tiene precesión.

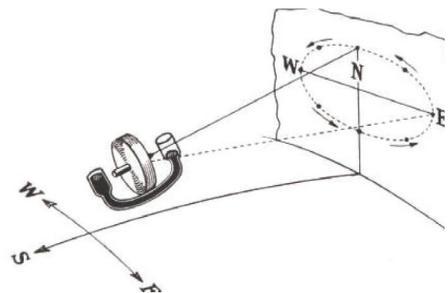
Por las propiedades detalladas, al fabricar un giróscopo, se procura que el elemento giratorio esté construido con un material pesado o de muy alta densidad, con su masa repartida de forma uniforme y que además gire a gran velocidad con el mínimo posible de resistencia por fricción.

3.3.4 Rotación Aparente

En el siguiente gráfico, podemos apreciar que al girar un rotor que se encuentra en la Tierra por la propiedad de rigidez el eje se mantendrá orientado apuntando a un mismo punto en el espacio; sin embargo, desde un observador fuera de la Tierra, si bien el rotor ha mantenido su eje horizontal al plano, el punto al cual ha señalado el eje no ha sido el mismo con el transcurso del tiempo ya que la Tierra, debido a su movimiento de rotación, da una vuelta en 24 horas. Este movimiento del eje del rotor se denomina "rotación aparente" porque es producto del movimiento de la Tierra y no propio.



En la figura, se puede apreciar que, si se pusiera una tela en la cual se marque el punto donde el eje del rotor se encuentra apuntando, en 24 horas formaría un círculo en la tela debido, como se mencionó previamente, al movimiento de la Tierra.



3.3.5 Construcción del Girocompás

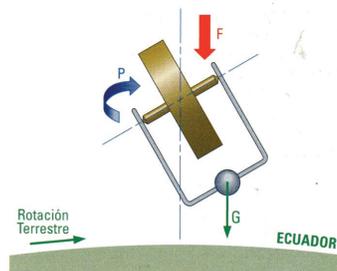
De lo anteriormente explicado, para poder llegar al girocompás necesitamos que el eje del rotor que forma parte del giróscopo no apunte a un punto cualquiera

en el espacio, sino que se encuentre siempre hacia el norte geográfico, o sea apuntando en la dirección de un meridiano. Adicionalmente, se debe considerar que debe trabajar de manera tangente al meridiano o superficie de la Tierra en que se encuentre, de manera de encontrarse siempre paralelo al eje de rotación terrestre.

Para tal efecto, es necesario controlarlo para que su eje de rotación permanezca nivelado y en el meridiano, sin ser afectado por:

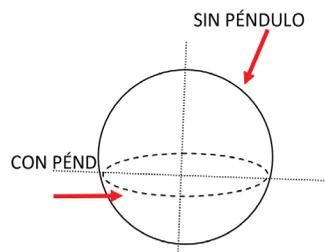
- La rotación de la Tierra.
- Los cambios de latitud, velocidad, rumbo y aceleración del buque.
- Movimiento del buque (balance y cabeceo).

El primer objetivo es alinear nuestro giróscopo formado por un eje y un rotor con el meridiano; para tal efecto, en caso se encuentre el eje apuntando en una dirección diferente a la del norte, se debe agregar una fuerza hasta que se encuentre en la dirección que deseamos, norte geográfico. Esta fuerza puede ser representada por un péndulo suspendido de los extremos del eje del rotor, la cual ocasionará que el giróscopo "precesione", o sea, gire sobre su eje vertical hasta que quede paralelo al eje de rotación terrestre. Cuando llega a encontrarse paralelo al eje de rotación de la Tierra, el péndulo debe encontrarse estable, es decir, no debe ocasionar precesión en el giróscopo; sin embargo, al ser el movimiento de la Tierra permanente, el eje del rotor no necesariamente se encontrará tangente a la superficie, por lo que el péndulo seguirá ocasionando precesión en el giróscopo. Esto se va a producir de forma constante, lo cual ocasiona que el eje del rotor se mueva permanentemente en busca del norte geográfico, para un lado y otro como el péndulo.



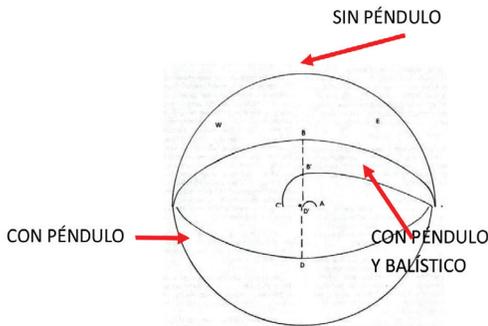
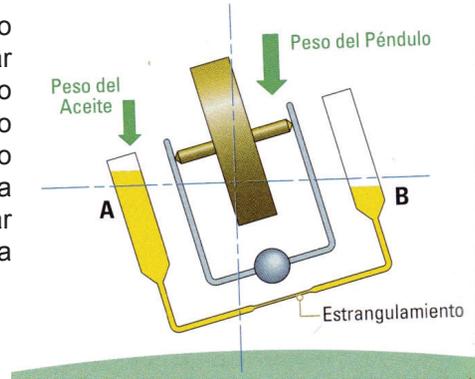
Con el péndulo instalado en el giróscopo, la figura que dibujaría su eje en una tela ya no será un círculo como anteriormente, sino una elipse.

Es necesario agregar un dispositivo que reduzca las oscilaciones hasta llegar a estabilizar al giróscopo, para lo cual se le agrega una fuerza adicional, menor que la del péndulo, para que anule la precesión que origina cuando está ya estabilizada, de manera que quede alineado con el meridiano y tangente a la superficie de la Tierra. Este dispositivo que se agrega, llamado balístico, son dos recipientes comunicados por un delgado tubo inferior, montados en



forma que el centro de gravedad de ellos coincida con el centro de gravedad del rotor. El líquido que lleva en el interior podía ser aceite o mercurio.

De esta forma, cuando el péndulo cambie de lado y quiera realizar precesión, la acción del giróscopo será contenida por el balístico cuyo movimiento de líquido interior es mucho más lento y por lo cual reducirá la oscilación del giróscopo hasta quedar apuntando de forma definitiva en la dirección norte.



En esta gráfica, podemos apreciar cómo se ha realizado la amortiguación del círculo que dibujaba el giróscopo, hacia una espiral que termina en el norte geográfico. El tiempo para el alineamiento del girocompás de este tipo es de aproximadamente cuatro horas; actualmente, con los girocompases láser el alineamiento dura minutos.

Finalmente, podemos concluir que el funcionamiento del girocompás está basado en las propiedades del giróscopo, precesión y rigidez, combinada con la gravedad y la rotación de la Tierra.

3.3.6 Otras Consideraciones

El girocompás se encuentra normalmente ubicado lo más cerca posible al centro de gravedad del buque, de manera de minimizar los efectos de balance y cabeceo que se produzcan a bordo. Este equipo muchas veces es llamado girocompás maestro, en referencia a que es el que genera la señal del rumbo hacia el resto que son únicamente repetidores.



Para su funcionamiento, requiere de una fuente de poder estable y constante; por esta razón, se encuentra instalado únicamente en buques o embarcaciones de dimensiones adecuadas que permitan la capacidad de instalar una serie de circuitos eléctricos y electrónicos para su funcionamiento. Parte de la alimentación debe llegar al rotor del giróscopo, el cual gira a una velocidad entre 10 000 y 20 000 revoluciones por minuto.

Para determinar el rumbo, el procedimiento es muy similar al detallado con el compás magnético, únicamente que en lugar de alinearse con respecto al norte magnético será con respecto al norte verdadero. Adicionalmente, los cambios de rumbo, a diferencia del compás magnético en que son determinados de forma mecánica por el movimiento de la rosa y la alineación de la línea de fe a la cruzía, en el girocompás la diferencia con respecto al norte verdadero es "sensada" y transmitida por elementos sincrónicos como señales eléctricas a los diversos repetidores instalados a bordo.

De acuerdo a las dimensiones de los buques, pueden estar instalados dos girocompases maestros, sobre todo en las unidades que forman parte de las armadas.

3.3.7 Error del Girocompás (E_g)

A pesar de que, como hemos observado, el girocompás puede llegar a ser un equipo bastante preciso, no deja de tener errores. Estos errores se pueden deber a la latitud en la que nos encontremos (a mayor latitud, sobre los 70° , el girocompás será más propenso al error); a los cambios del rumbo y velocidad de la unidad; al movimiento propio de la embarcación, o sea, el balance y cabeceo. El error se produce porque no llega a alinearse exactamente con el norte verdadero, con lo que la misma diferencia lleva a que el rumbo que indique el girocompás no sea el verdadero.

El error de un girocompás bien alineado normalmente no debe sobrepasar 1.5° ; sin embargo, aún así es necesario controlar de forma periódica tal error de manera de saber en forma segura la dirección a la cual nos estamos dirigiendo. Este control a bordo de las unidades navales debe realizarse por lo menos una vez cada fracción de guardia.

Cuando se trabaja con el girocompás, de manera similar a las marcaciones, tendremos que:

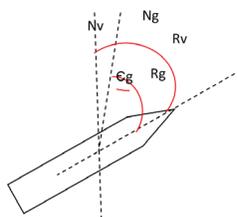
$$R_v = R_g + E_g$$

Donde

R_v : rumbo verdadero

R_g : rumbo del girocompás

E_g : error de giro



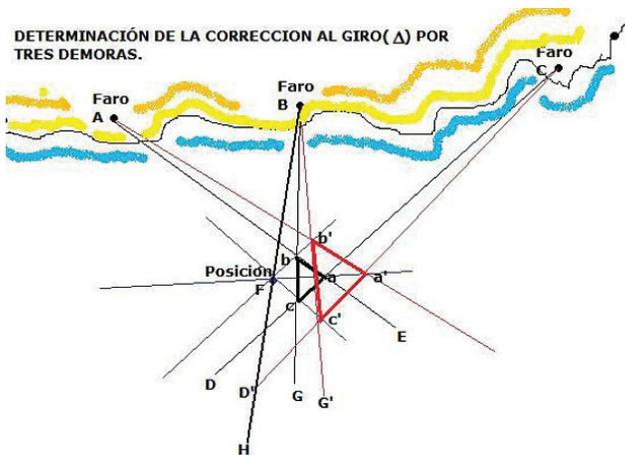
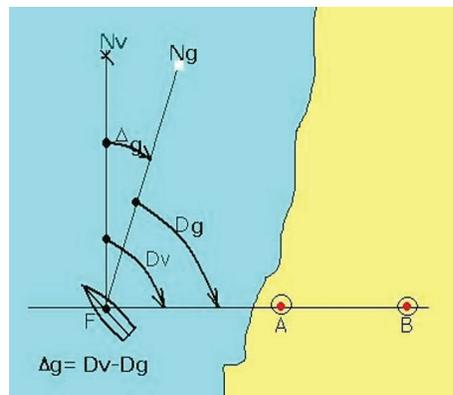
A diferencia del compás magnético donde para cada rumbo existe un desvío, el error de giro es único para cualquier rumbo del buque.

Para llegar a determinar el error de giro, existen varios métodos, entre los que debemos destacar tres, que son los más empleados:

- Empleando el Sol o los astros
- Por enfilaciones
- Por tres marcaciones observadas

El método empleando el Sol o los astros se encuentra desarrollado en el texto de navegación astronómica.

El método empleando enfilaciones es quizás el más práctico y el que proporciona mayor seguridad. Se toma una enfilación durante la navegación con un repetidor de giro o taxímetro y se compara con la que obtenemos gráficamente de la carta náutica; la diferencia de la segunda menos la primera ($R_v - R_g = \Delta_g$) nos dará como resultado nuestro error de giro; en caso salga positivo el error será Oeste (W) y si sale negativo será Este (E).



En el método empleando tres marcaciones observadas, se realizan las mediciones y se grafica en la carta; si existe error de giro, la intersección de las marcaciones no será un punto sino un triángulo; este triángulo, para el caso del ejemplo, está dibujado en color negro, se le suman a todas las marcaciones una misma cantidad arbitraria (entre 2° o 3°), y se vuelven a

graficar las nuevas marcaciones, en el gráfico se forma el triángulo de color rojo. Se unen los vértices semejantes (aa' , bb' , cc') por medio de rectas y la intersección de estas rectas será la posición del buque, punto F; el error se

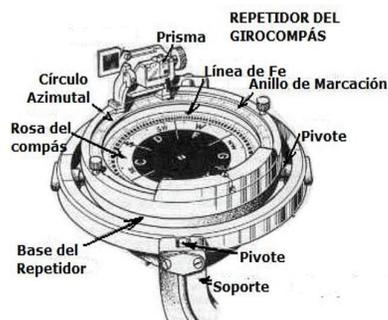
determina a partir de este punto con cualquiera de las marcaciones iniciales (diferencia marcación FB menos marcación GB).

Como se mencionó, el mejor método entre los dos detallados es el de enfilaciones, debido a que cada repetidor o taxímetro puede tener un error propio diferente al del girocompás maestro; en el caso del método de marcaciones, se emplea más de un repetidor y en el caso de las enfilaciones, solo uno.

Al igual que el error de giro, es necesario determinar los errores de los repetidores por medio de la comparación de compases, que se explicará más adelante.

3.3.8 Repetidores y Taxímetros

Como se mencionó previamente, el compás maestro se encuentra cerca del centro de gravedad de los buques, es decir, debajo de la línea de cubierta, por lo que los instrumentos que nos proporcionan la información de rumbo en los distintos compartimentos son los repetidores.



Un repetidor de girocompás está conformado por una rosa de compás, la cual se encuentra unida a un rotor cuyo motor sincrónico recibe las indicaciones de las señales eléctricas transmitidas por el girocompás maestro. Cuenta con una luz variable interior para su uso durante las noches.

Los repetidores se encuentran ubicados en distintos lugares a bordo; los lugares más frecuentes de su ubicación son en el puente junto al timonel, en los alerones del puente para que los vigías tomen las marcaciones, en estaciones de gobierno, en el C.O.C., etc.

En algunas ocasiones, vamos a escuchar que se refieren a los repetidores como taxímetros; sin embargo, estos solo son equipos que se emplean con los repetidores y que están compuestos por un pedestal fijo a la cubierta, una suspensión cardánica y un mortero, en cuyo interior va colocado el repetidor del girocompás.



No todos los repetidores tienen la misma forma, algunos simplemente proporcionan el rumbo como valor digital en una pantalla; este tipo de repetidores son los que normalmente se emplean en un C.O.C.

La comparación de compases, al igual que la determinación del error de giro, es parte de las funciones que debe realizar la fracción de guardia; para tal efecto, existe un cuaderno de registro en el puente, el cual debe ser llenado con la información respectiva. La forma de comparar compases es verificando la marcación de proa en los repetidores y contrastarla con el rumbo que indica el girocompás maestro; este no será el mismo debido que alguno de los repetidores, al tener diversos componentes, puede haber originado algún tipo de error.



Navitron NT920DHR

3.3.9 Ventajas y Desventajas del Girocompás

Entre las ventajas del girocompás, podemos señalar:

- No lo afecta el magnetismo de la Tierra, ni los equipos de a bordo.
- Su sensibilidad y estabilidad son muy superiores a las del compás magnético.
- Permite el uso de repetidores.
- Indica el rumbo verdadero, o sea, con respecto al norte geográfico.
- Puede instalarse en cualquier parte del buque.
- Su error es constante a todas las proas y puede corregirse de forma sencilla moviendo la línea de fe.

Entre las desventajas del girocompás, podemos señalar:

- Depende de la energía eléctrica para su funcionamiento.
- Es un equipo de mayor costo.
- Por los diversos componentes eléctricos y electrónicos está más expuesto a sufrir averías.
- Requiere tiempo para orientarse (aunque actualmente con los girocompases lásericos se ha reducido considerablemente).
- Su mantenimiento debe ser realizado por personal capacitado.

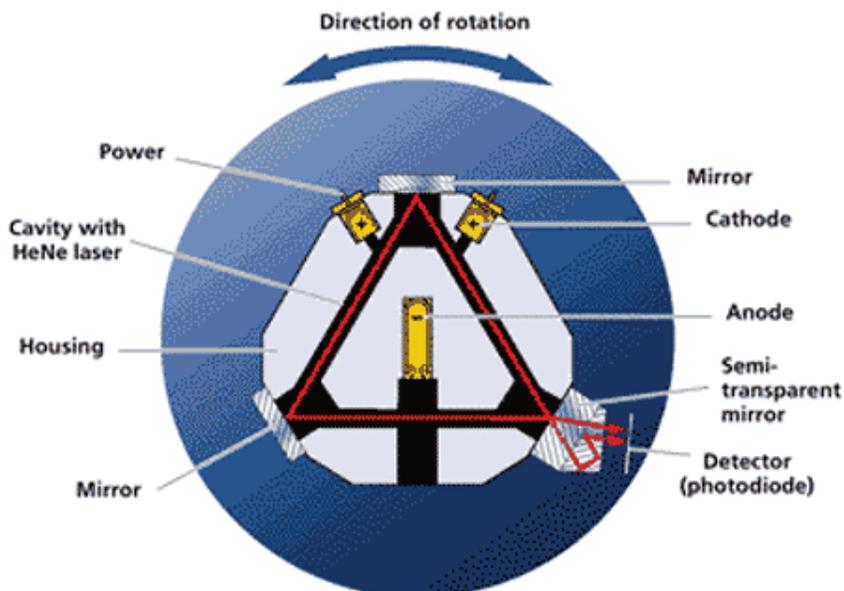
3.3.10 Girocompás Láser y de Fibra Óptica

El girocompás también ha evolucionado con el avance tecnológico, es así que se han desarrollado sistemas que prescinden de partes mecánicas, como son actualmente los sistemas láser y de fibra óptica, para volverse más confiables y exactos. Se mantiene el nombre de girocompás aunque los principios que rigen su funcionamiento sean diferentes.

3.3.10.1 Girocompás Láser

Su funcionamiento está basado en el giróscopo de anillo láser, RLG, por sus siglas en inglés.

El giróscopo de anillo láser, como se puede apreciar del gráfico, está compuesto por tres espejos colocados en cada extremo de un anillo de forma triangular; estos espejos se encuentran comunicados por una cavidad por donde un haz de láser es reflejado por el lado opuesto de un vértice que cuenta con un sensor fotoeléctrico. Para la determinación del movimiento, el RLG se basa en el principio de "Sagnac", el cual establece que "la diferencia en tiempo que dos rayos desplazándose en direcciones opuestas, toman para trasladarse a través de una trayectoria cerrada montada sobre una plataforma rotatoria, es directamente proporcional a la velocidad a la cual gira dicha plataforma".



Para un entendimiento práctico del RLG, diremos que, si se encuentra en reposo, la distancia recorrida por el haz láser es igual en ambos sentidos, por lo cual el sensor fotoeléctrico no encontrará ninguna diferencia entre las dos señales recibidas; pero, si el RLG comienza a girar, entonces uno de los recorridos del haz láser será más rápido que

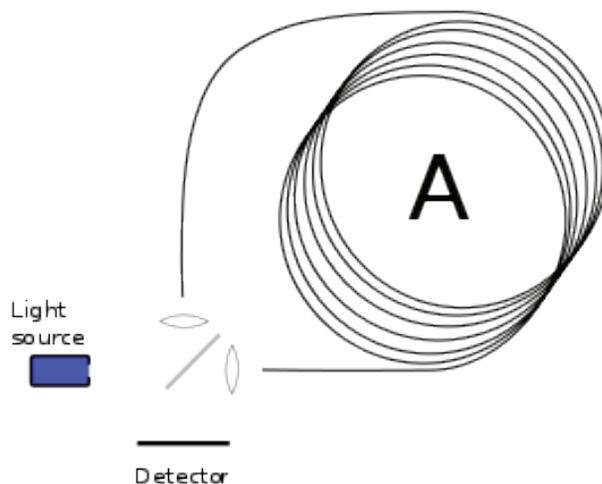
el otro, por lo cual el sensor detectará una diferencia, la cual de acuerdo a “Sagnac” es “...directamente proporcional a la velocidad que gira...”, por lo cual, si previamente se había realizado un alineamiento con respecto al norte verdadero, podremos determinar la dirección en la que nos encontramos moviéndonos. En la realidad, el sensor del RLG va a calcular la diferencia de frecuencia (efecto Doppler) entre las señales y no el tiempo de retardo.

En las unidades navales, el girocompás emplea 3 RLG para calcular las variaciones en los tres ejes; con ello, se obtiene una plataforma giro estabilizada para ser empleada en adición a las tareas de navegación en lo relacionado a los sistemas de armas.

Se emplea el láser y no otro tipo de haz de luz por sus propiedades de frecuencia uniforme, mínima difusión, capacidad de ser enfocado, dividido, desviado y por poseer un haz de luz coherente. Las ventajas con respecto a los giróscopos electromecánicos son que proporcionan información más precisa y fiable y un alineamiento más rápido.

3.3.10.2 Girocompás de Fibra Óptica

También se encuentra basado en el principio de “Sagnac”, emplea un dispositivo muy similar al RLG, llamado giróscopo de fibra óptica, FOG, por sus siglas en inglés, que en lugar de una cavidad de forma triangular estará conformado por varios kilómetros de fibra óptica, unos cinco aproximadamente, por donde dos rayos de luz transitarán en sentidos opuestos. Cuando se produce el movimiento de la unidad, el FOG va a detectar la diferencia de fase entre ambas señales de luz y por medio de esta diferencia, su dirección con respecto al norte verdadero.



Evaluación

1. Si Ud. cuenta con la siguiente tabla de desvíos para su unidad:

TABLA DE DESVIOS		
R.mag.	Desvío	
000.0	1.0	E
030.0	2.5	W
060.0	1.5	W
090.0	1.0	W
120.0	1.0	E
150.0	1.5	E
180.0	2.0	E

Cual será el rumbo verdadero de su buque si en la zona existe una declinación magnética de $+1^\circ$ (E) y observa el siguiente rumbo en su compas magnético:

- 031°
- 058°
- 090°
- 121°
- 058°
- 359°
- 150°
- 179°

2. Determinar la declinación magnética para el año actual si en su carta figura:

AÑO	Var	Cambio Anual
2001	$0^\circ 57' E$	$11' W$
2000	$1^\circ 12' W$	$8' E$
2002	$5^\circ 17' W$	$10' W$
1998	$3^\circ 35' E$	$9' E$
2005	$6^\circ 23' W$	$10' E$
2003	$7^\circ 07' E$	$17' W$

3. Dibuje un diagrama y represente el Norte Verdadero, el Norte magnético, el error de giro, la declinación magnética, el desvío, una marcación verdadera y una marcación magnética.

4. Describa el principio de funcionamiento del Compas Magnético
5. ¿Qué entiende por declinación magnética?
6. ¿Por qué se producen los desvíos?
7. Problemas de desvíos y declinación

Rumbo Compas Mag.	Declinación Mag. (D)	Desvió
127°	2°W	4°W
352°	2°E	3°W
245°	1.5°E	2.5°E
092°	1°W	3°E
024°	1.5°W	2.5°W
167°	1° E	3°E

De los datos del cuadro anterior obtener para cada fila el valor del Rumbo Magnético (Rm), la Variación Total (Vt) y el Rumbo Verdadero (Rv).

8. ¿Cuáles son las ventajas y limitaciones del Compas Magnético?
9. Explique las propiedades de rigidez y precesión de los giróscopos.
10. ¿Cómo se puede determinar el error de giro?
11. Complete los datos del siguiente cuadro:

Rumbo Verdadero (Rv)	Rumbo Girocompás	Error de Giro
125°	123°	
327°		2°E
	235°	1°W
062°	063°	
121°		1°W
	087°	1°E

12. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del girocompás?

CAPÍTULO 4

INSTRUMENTOS DE NAVEGACIÓN

INSTRUMENTOS SIGLO XV



▲ Esfera armilar



▲ Ballestilla



▲ Cuadrante



▲ Brujula



▲ Astrolabio



▲ Nocturlabio



▲ Reloj de arena

4.1 Introducción

Los instrumentos de navegación surgen con la necesidad de los navegantes de poder orientar su salida de puerto, su retorno y su seguridad en la mar. En este capítulo, desarrollaremos el empleo de aquellos instrumentos o herramientas de navegación que son empleados en las distintas unidades de la Marina de Guerra, así como en los barcos de la marina mercante, embarcaciones de pesca, deporte y recreo.

El tipo de instrumentos que cada embarcación tenga a bordo va a depender de sus dimensiones, navegación a desarrollar, recursos disponibles, etc. Para una mayor facilidad de entendimiento, se ha dividido a los instrumentos de acuerdo a su empleo:

- Instrumentos para medir direcciones.
- Instrumentos para medir velocidad y distancia recorrida.
- Instrumentos para medir distancias en la mar.
- Instrumentos para medir profundidades.
- Otros Instrumentos.

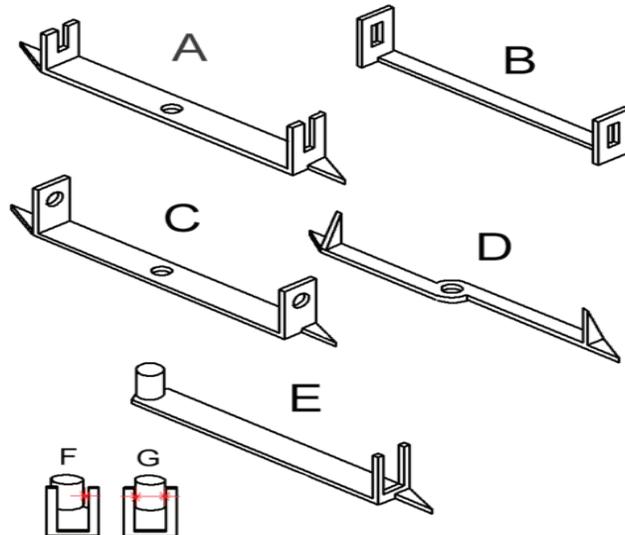
4.2 Instrumentos para Medir Direcciones

El desarrollo del Giro Compás y del Compás Magnético ha sido tratado en el capítulo anterior por lo que no ha sido considerado en el presente capítulo. Tanto el Giro Compás como el Compás Magnético nos proporcionan el rumbo de nuestro buque y en adición por medio de los repetidores, con algunos accesorios adicionales, podemos obtener marcaciones o azimut a diferentes objetos o puntos de referencia.

4.2.1 Alidada

Viene de la palabra árabe “al-idhadah” (regla) y es un instrumento que es empleado para medir marcaciones y azimuts. Consiste normalmente en una base que es colocada sobre un repetidor de giro y que puede girar libremente sobre su eje vertical. Las medidas estarán en base a la referencia que indique el repetidor.

Existen varios tipos de alidadas. Uno de los más antiguos es el que usaba una barra como base, en un extremo se ubicaba el observador que por medio de un orificio alineaba la mirada con el objeto que deseaba “marcar” a través de un hilo que se ubica al otro extremo de la alidada.



Actualmente, los más empleados son los círculos de marcaciones y las alidadas telescópicas.

4.2.2 Círculo de Marcaciones

Es un aro de metal, que se debe colocar sobre el repetidor, de manera que por medio de los mangos pueda ser girado a voluntad. Tiene el borde graduado para facilitar la medición de las marcaciones y, al igual que la alidada, busca hacer coincidir el extremo del observador con el objeto a medir por medio de un hilo ubicado al otro extremo. En muchos casos, cuenta con un prisma en la parte inferior al hilo que facilita la visualización de la marcación obtenida.



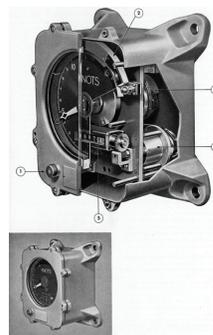
4.2.3 Alidada Telescópica

En el caso de la alidada telescópica se le ha incluido lentes de aumento que permiten observar objetos lejanos con mayor claridad, contando también con un prisma de reflexión, en el cual se puede observar la marcación medida sobre el repetidor.



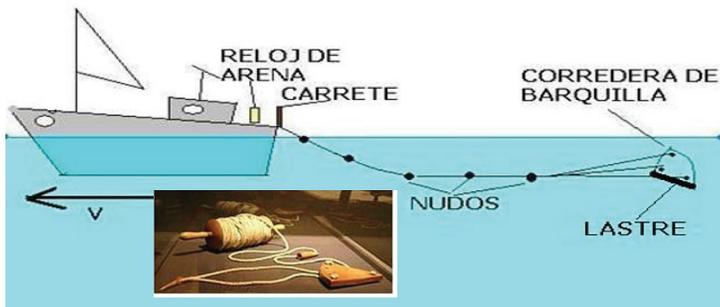
4.3 Instrumentos para Medir Velocidad y Distancia Recorrida

El instrumento empleado a bordo para medir la velocidad de los buques así como calcular la distancia navegada se llama corredera. En forma general, las correderas determinan la velocidad y posteriormente integran la velocidad con el tiempo para ir determinando la distancia recorrida. Actualmente, los tipos de corredera más empleados son la de presión hidráulica, la electromagnética y la doppler.



4.3.1 Los Inicios

Las primeras correderas consistían en una cuerda con nudos, a intervalos regulares, unida en su extremo a una pieza de madera reforzada con plomo, para que al momento que sea lanzada al mar flotara; se lanzaba la madera por la popa al mar y una vez que se encontraba estable se iba soltando la cuerda que la sujetaba. Al momento de pasar uno de los nudos se iniciaba la cuenta por medio de un reloj de arena; al término del tiempo medido por el reloj de arena se contaban los nudos que habían pasado desde el inicio de la cuenta con lo que se determinaba la velocidad ($e = v \times t$). Este tipo de corredera es la llamada corredera de barquilla.



Existía antiguamente una forma similar de medir la velocidad empleando la eslora de la embarcación en lugar del cabo con los nudos llamado corredera holandesa o de fortuna.

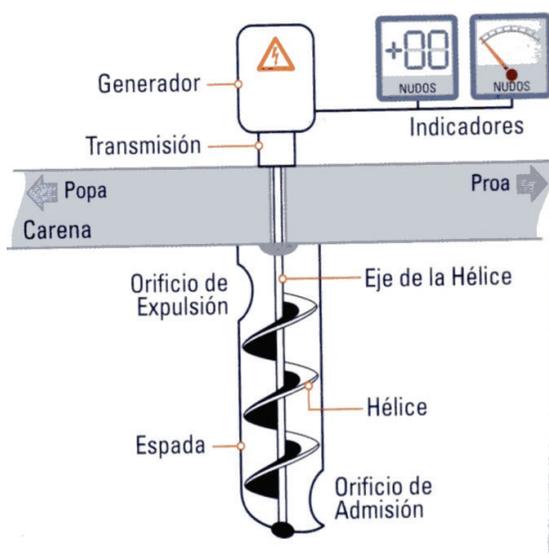
4.3.2 Corredera Mecánica

La corredera mecánica llamada también corredera patente es un instrumento que nos proporcionaba la distancia navegada. Consistía en una hélice que va sujeta a un cabo unido a un contador de revoluciones, hecho a base de engranajes. Entre la hélice y el contador se intercala un volante cuyo objeto es compensar las alteraciones momentáneas por medio de su inercia.



El principio de funcionamiento es que la embarcación al comenzar a desplazarse ocasionaría que la hélice de la corredera empiece a girar. Cada vuelta de la hélice debe representar la distancia navegada por la unidad; por eso, va unida por medio de un cabo a un indicador, el cual por medio de engranajes transforma las vueltas de la hélice en movimiento de las agujas del contador. Este contador, a veces, para facilitar su lectura, tiene repetidores eléctricos o electrónicos en el puente u otras estaciones del buque.

Una variación de este tipo de corredera son las de “hélice fija al casco”, las cuales, como su mismo nombre lo dice, van ubicadas en el fondo exterior del buque, cercano a la quilla y en la parte media, de manera que, a diferencia de la corredera patente en la que la hélice era remolcada, la llevamos adherida al casco del buque. El principio de funcionamiento de este tipo de corredera en sus inicios era el mismo. Posteriormente, se fue modificando colocando la hélice en un tubo tipo “espada”, que sobresalía de la embarcación por más de

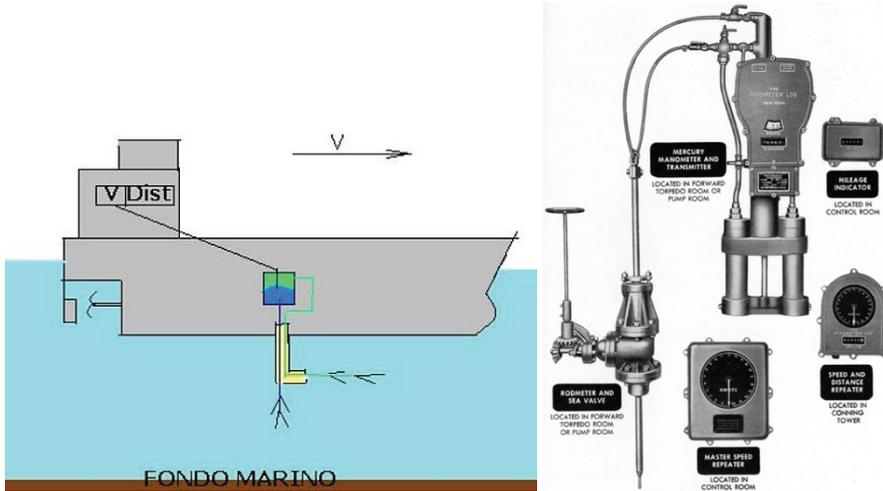


un metro, con un orificio de admisión del agua hacia la proa y un orificio de expulsión hacia la popa; en su interior, se encontraba la hélice que al girar por el paso del agua ocasionaba el viraje de un eje, el cual iba conectado a un magneto o generados eléctrico, que de acuerdo al voltaje generado era traducido por un indicador en la velocidad de la embarcación.

4.3.3 Corredera a Presión Hidráulica

Este tipo de corredera nos indica la velocidad y la distancia recorrida de la embarcación. Su funcionamiento está basado en la medición de la diferencia de presión hidráulica y consiste en un sable o tubo tipo pitot, que sobresale por debajo de la quilla y que tiene dos orificios, uno sometido a la presión dinámica del agua y otro a la presión hidrostática. El receptor de presiones colocado próximo a los orificios mide la diferencia entre las presiones recibidas por ambos conductos y actúa sobre una excéntrica que, a su vez, actúa sobre una varilla que transmite, por medio de un reóstato y un voltímetro, la velocidad del buque, instantánea y constantemente, a una escala graduada en nudos, la misma que

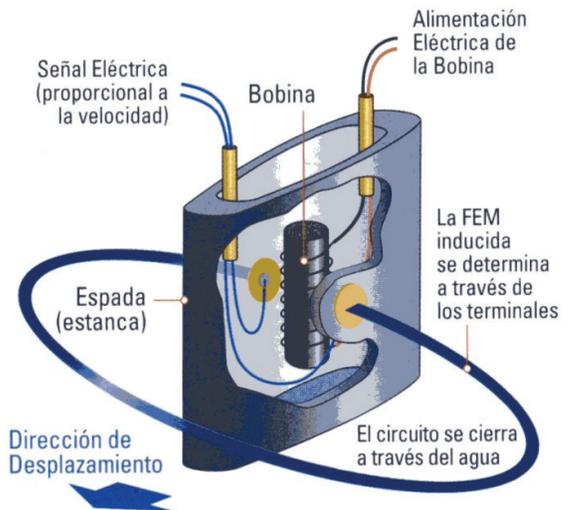
a su vez, por medio de un indicador integrador de la velocidad y el tiempo, nos señala la distancia recorrida.



4.3.4 Corredera Electromagnética

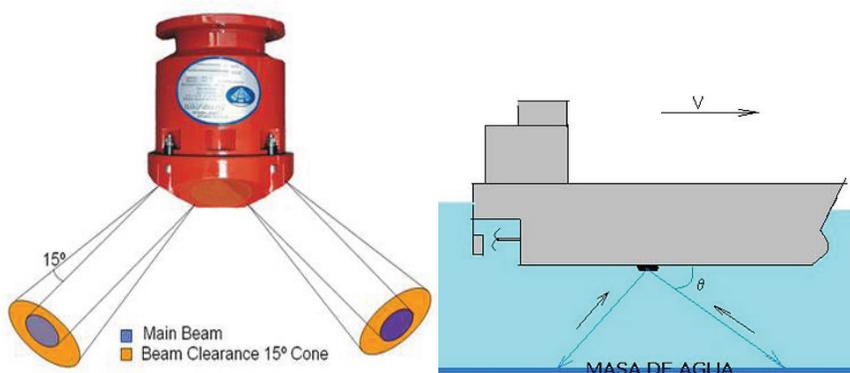
Su funcionamiento se basa en la inducción que se produce en unos electrodos de bronce adosados al exterior de un domo (llamado espada), cuando el buque se desliza hacia delante cortando las líneas magnéticas generadas por un electroimán en el interior del domo. Esta inducción genera un voltaje que llega a un amplificador donde la señal es aumentada y electrónicamente transformada en indicación de velocidad y distancia a los repetidores.

Como se aprecia de la figura, el campo magnético es producido por una bobina y los electrodos generan la señal eléctrica por medio del desplazamiento de agua que cierra el circuito.



4.3.5 Corredera Doppler

Este tipo de corredera utiliza un transductor ubicado en la quilla de la embarcación, que opera bajo el principio del efecto Doppler. El transductor cuenta con un transmisor y un receptor; el transmisor envía una señal con cierta frecuencia (entre 100 khz y 1 Mhz) que es reflejada por el fondo del mar; cuando el buque se encuentra en movimiento, la señal emitida y la recibida tendrán un desfase en frecuencia. Este desfase de frecuencia, llamado efecto doppler, es la que emplea el equipo para determinar su velocidad. Cuenta con presentación digital y se puede interfasar con otros equipos electrónicos de a bordo.



Este es el único tipo de corredera que calcula la velocidad en base al fondo, a diferencia de los vistos anteriormente que lo hacían con referencia a la superficie. Generalmente, el empleo de este tipo de correderas es para ingresos o salidas de puerto por la precisión de la velocidad y porque pueden calcular la velocidad transversal en adición a la horizontal. Su uso se encuentra limitado a la profundidad de las aguas y a que en mares agitados o en presencia de varias unidades próximas se altera su funcionamiento.

4.3.6 Efecto de la Corriente en las Correderas

Como se mencionó previamente, la única de las correderas que obtiene su velocidad con respecto al fondo marino es la tipo doppler, lo cual conlleva la ventaja que la velocidad calculada es la real, o sea, es la resultante de la velocidad propia del buque y del efecto de la corriente sobre la unidad; esta velocidad sobre el terreno es conocida como SOG por su nombre en inglés (Speed Over Ground).

El resto del tipo de correderas obtienen su velocidad con respecto a la superficie, es decir, con relación a la masa de agua por donde el buque se desplaza; por ello, no considera los efectos de la corriente ya que en su referencia la tiene incluida. Aclaremos este punto con un par de ejemplos:

- Si nos encontramos en un buque fondeado y existe una corriente de 2 nudos en el área, la corredera indicará 2 nudos de velocidad e irá sumándole millas al indicador de distancia, a pesar de que el buque se encuentre “parado”.
- Si nos encontramos al garete y nuestra unidad se encuentra desplazándose en la dirección y velocidad de la corriente, la corredera indicará 0 nudos.
- Esta velocidad sobre la superficie es conocida como SOA por su nombre en inglés (*Speed Over Advance*).

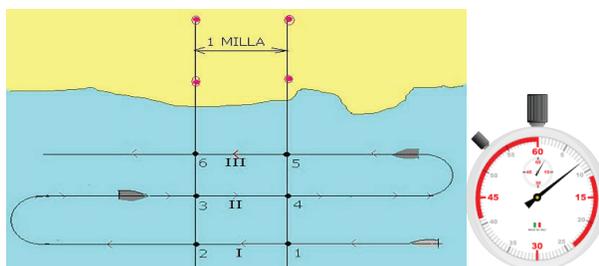
Es necesario tener en consideración de acuerdo a lo apreciado previamente que, cuando empleamos las correderas de superficie, va a existir un error en la determinación de la distancia navegada debido al cálculo de la velocidad; si nuestra corredera de superficie marca la velocidad de la unidad con 10 nudos pero tenemos una corriente en contra de 2 nudos, en realidad, la velocidad sobre el terreno es de 8 nudos; la distancia que proporcionará el indicador de corredera para 10 horas navegadas será de 100 millas, cuando en realidad sobre el terreno hemos navegado 80 millas.

En el caso contrario, si la corredera marca la velocidad de la unidad con 10 nudos pero tenemos una corriente a favor de 2 nudos, en realidad, la velocidad sobre el terreno es de 12 nudos; la distancia que proporcionará el indicador de corredera para 10 horas navegadas será de 100 millas, cuando en realidad sobre el terreno hemos navegado 120 millas.

4.3.7 Calibración de la Corredera Milla Medida

Las correderas, conforme a su uso, comienzan a perder su exactitud, por lo cual es necesario periódicamente realizar su calibración; el método que se emplea es el de la milla medida.

El método consiste en encontrar la relación entre la velocidad verdadera y la velocidad marcada por la corredera o, lo que es lo mismo, entre la distancia verdadera y la distancia marcada por la corredera, para lo cual se emplea una distancia perfectamente conocida cercana a costa y delimitada por enfilaciones. La distancia no necesariamente ni preferentemente debe ser de 1 milla; lo ideal es que tenga una distancia mayor a 3 millas. El buque deberá realizar el circuito para diferentes velocidades y en ambas direcciones para obtener promedios de error que disminuyan el efecto de la corriente en los cálculos.



Luego de las diferentes mediciones realizadas, se deberá establecer los promedios de error en distancia y velocidad.

4.3.8 Velocidad por GPS

El equipo GPS en adición al posicionamiento que suministra a nuestra embarcación puede proporcionar información de velocidad y distancia navegada; sin embargo, como se menciona a lo largo del presente texto, al ser un equipo electrónico, es propenso a fallar, por lo cual no se debe prescindir del uso de las correderas. El empleo del GPS se verá en el capítulo correspondiente a la navegación electrónica.

4.4 Instrumentos para Medir Distancias en la Mar

Las mediciones de distancias en la mar nos pueden proporcionar información para obtener líneas de posición (LDP) o para prevenir abordajes en la mar por medio de la separación adecuada de otras embarcaciones o peligros existentes en el área. Las distancias en la mar son determinadas por sistemas electrónicos como el radar, que será desarrollado en el capítulo de navegación electrónica, o por otros instrumentos que emplean métodos visuales como son el estadímetro, los sextantes y el telémetro. Es necesario precisar que el empleo de los instrumentos visuales para la determinación de la distancia cobran vital importancia cuando no se puede hacer uso del radar, lo cual es una situación que sucede a menudo en la mar, ya sea por tener personal realizando labores en los mástiles, por alguna falla técnica del equipo del radar o en el caso de los buques de guerra porque las circunstancias de la operación que están realizando así lo demandan. Asimismo, cuando nos encontramos realizando maniobras con bastante proximidad de otras unidades, donde el radar no logra realizar una buena discriminación de distancia, el telémetro es una mejor opción.

4.4.1 Estadímetro

Este instrumento mide el ángulo que forma el observador y la altura máxima de la vertical del objeto o embarcación que deseamos calcular la distancia. Con esta información y con el conocimiento de la altura del objeto que se observa, se realiza la determinación de la distancia por medio de la siguiente fórmula:

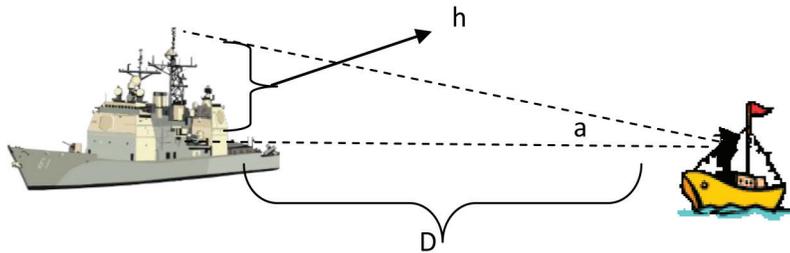


$D = h \times \cot(a)$, donde

D: distancia al objeto que se mide;

h: altura del objeto que se mide, debe ser conocida;

a: ángulo entre el observador y la parte más elevada del objeto medido.



La forma de operar el estadímetro es introduciendo la altura del objeto, normalmente en pies; posteriormente, se visualiza por medio de los lentes la imagen incompleta del objeto (en dos partes), se gira el micrómetro hasta lograr la unión de las dos imágenes que se aprecian como si fuera una sola. La distancia calculada se podrá observar en el micrómetro del estadímetro.



4.4.2 El Sextante

El empleo del sextante para determinar distancias será desarrollado en el capítulo IX referido a la navegación costera.

4.4.3 Telémetro

Es un instrumento para determinar distancias que puede ser óptico o láser. Normalmente, las distancias que mide son cortas; van desde unos pocos metros hasta los 1,500 ó 2,000 como máximo.

El telémetro láser emite por medio de un diodo láser emisiones de luz con ciertas características de fase, que al chocar sobre su objetivo modifica la fase de la luz; esta diferencia de fase es proporcional a la distancia entre el observador y el objetivo, con lo cual el telémetro calcula la distancia.



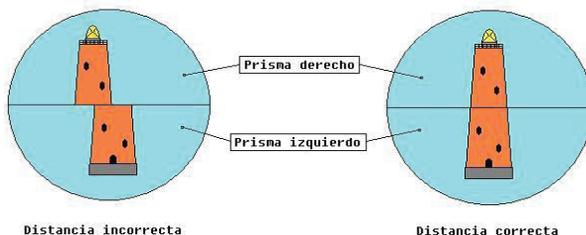
La forma de emplear el equipo es primero enfocar el objetivo hasta que se observe de forma clara, enfocar el telémetro preferentemente en una superficie plana y, de acuerdo a las instrucciones del equipo, mantener la tecla correspondiente apretada entre 3 a 5 segundos para que aparezca en la pantalla el resultado de la medición.



El Telémetro óptico es un equipo que tiene dos objetivos separados por una distancia fija conocida, y con ellos se dirige al objeto hasta que la imagen que recibimos de los objetivos se junta en una sola imagen; entonces es cuando el telémetro calcula la distancia al objeto a partir de la distancia fija conocida y de los ángulos subtendidos entre el eje de los objetivos y la línea de la distancia fija conocida, y, cuanto mayor sea esta, más preciso es el telémetro.

Vista del objetivo en un telémetro monostático coincidente

www.de1939a1945.bravepages.com



Como se ve en la imagen para que la puntería sea correcta hay que actuar sobre una de las lentes hasta que las dos mitades de la imagen coincidan, en ese momento la distancia es correcta y ésta se ve en el indicador que incorpora la lente móvil

4.5 Instrumentos para Medir Profundidades

La profundidad es una de las informaciones principales con la que debe contar el navegante en todo momento, especialmente cuando navega por aguas restringidas o en los ingresos y salidas de puerto.

Las profundidades se encuentran graficadas en las cartas náuticas; sin embargo, esto no excluye que contemos con otros equipos de medición de la profundidad, para cerciorarnos de que la información de la carta sea la correcta, ya que las corrientes marinas u otros fenómenos naturales o artificiales pueden haber afectado el fondo marino.

4.5.1 Sonda de Mano

Consiste en un cabo, llamado también “sondaleza”, que cuenta con medidas o graduaciones en metros, unidas en el extremo con una plomada, llamado también “escandallo”. La sondaleza lleva marcas para facilitar la lectura de la profundidad en metros y decímetros. Estas marcas deben realizarse de tal forma que su lectura se pueda hacer tanto visualmente como al tacto y permitirnros de esta forma tomar conocimiento de la medición



ya sea de día o de noche. El fondo del escandallo tiene un orificio donde se coloca un trozo de jabón o grasa, para que al momento de hacer contacto con el fondo queden adheridos trozos del mismo, lo que nos permitirá tomar conocimiento del tipo de fondo en el cual nos encontramos.

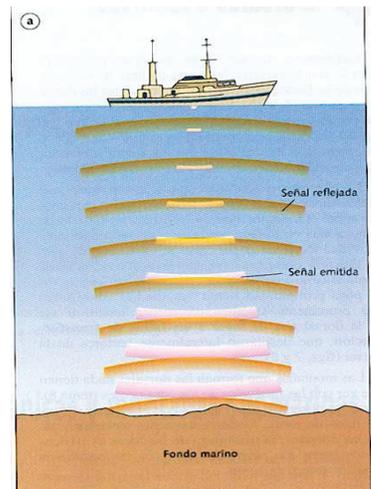
La medición con la sonda de mano pueden realizarse de dos formas: al agua o a la mano. En la primera, la lectura se realiza hasta donde se sumerge la sondaleza, la marca tiene su origen en la base del escandallo. Su ventaja es que puede ser empleada desde cualquier posición de la embarcación, pero la desventaja de su empleo es que bajo ciertas condiciones se puede dificultar la lectura de la sondaleza como el empleo continuo o condiciones de niebla. La medición con la sonda de mano a la mano se refiere a establecer una posición del buque desde donde se efectuara la medición de la profundidad, calcular la distancia desde este punto a la superficie del mar (zaga) y fijar la misma distancia al escandallo, con lo cual la lectura se podrá realizar desde el operador, resultando mucho más cómodo y preciso, con la desventaja de que no se puede variar la posición desde donde se realiza la medición.



Si bien es cierto que este instrumento no es muy empleado a bordo, se debe tener presente que cuando vamos a fondear en una área desconocida, o cuando nos encontramos en una zona de bajos, es recomendable emplear una embarcación menor para verificar el tipo de fondo y la profundidad de la zona con una sonda de mano.

4.5.2 Ecosonda o Fadómetro

Son equipos llamados también Sondas Ecoicas que miden la profundidad interpretando el tiempo entre la emisión y recepción de ondas de sonido. Teniendo en consideración que la velocidad del sonido en el agua es de 1500 m/s, la ecosonda calcula el tiempo que la onda se demora en tocar el fondo y retornar; de esta manera, determina la profundidad ($2e = 1500 \times t$).



Las ecosondas tienen como partes principales:

- **Transductor:** durante la emisión, convierte las ondas eléctricas en ondas acústicas para que sean transmitidas en el agua; durante la recepción, recibe rebote de las ondas acústicas y las transforma en ondas eléctricas. Está instalado en la obra viva del barco, generalmente en la zona más plana y horizontal para que las ondas se propaguen lo más vertical posible.



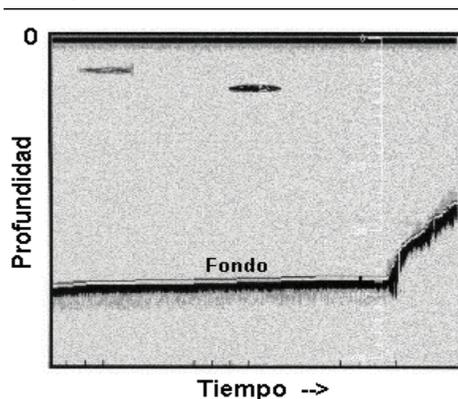
- **Unidad de control:** parte que se encarga de procesar la información y mostrar los resultados en una pantalla; generalmente, se encuentra en el puente de comando.



Es muy importante tener en cuenta que en casos de escora de la embarcación, sobre todo en veleros, la lectura del transductor puede ser errónea debido al sentido de propagación y el ángulo de rebote en el fondo.

Las ventajas del empleo de la ecosonda son:

- Facilidad, no es necesario salir a tomar mediciones en forma manual; la lectura está disponible en el interior.
- Exactitud en la lectura y sencillez de interpretación.
- Posibilidad de tener datos de profundidad en navegación independientemente de la velocidad de la embarcación.
- Lectura instantánea.
- Registro gráfico de las lecturas consecutivas proporcionando una interpretación del perfil del fondo.
- Sistemas de alarmas para profundidades mínimas, máximas, detección de peces, cardúmenes, etc.



4.6 Otros Instrumentos

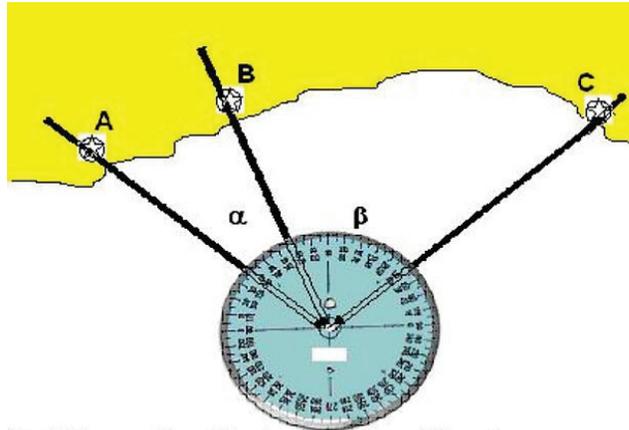
A continuación, detallaremos el empleo del Transportador de tres brazos y de los prismáticos como parte de los instrumentos de navegación que tienen que ser conocidos por todo navegante. Es necesario precisar que el empleo de otros instrumentos para graficar en la carta, como el compás, las paralelas, ha sido detallado en el capítulo II.

4.6.1 Transportador de Tres Brazos

Este instrumento se emplea para ubicar la posición de nuestra unidad en la carta de navegación. Su empleo está basado en haber previamente realizado la medición de los ángulos que forman tres objetos, ya sea



mediante la alidada o el sextante. Este instrumento, de latón o plástico, se compone de una escala circular que se puede leer en fracciones de un grado o minutos y que tiene los tres brazos adjuntos. La escala circular así como los tres brazos son móviles, de manera que facilitan su uso para ajustar las aberturas a los ángulos medidos.



Posición por ángulos horizontales utilizando el transportador de tres brazos

Si bien es cierto que su uso en la navegación no es muy cotidiano, tiene gran importancia cuando nos encontramos fondeados ya que podemos confirmar periódicamente la posición en la que nos encontramos fondeados (y que no estamos garreando), de acuerdo al procedimiento explicado.

4.6.2 Prismáticos

Los instrumentos usados en la navegación para poder ampliar nuestra capacidad de visión son los prismáticos. Antiguamente se empleaban los catalejos, pero el avance tecnológico ha dejado en desuso este instrumento por los prismáticos que cuentan con mejores prestaciones y facilidad de uso.

Los prismáticos, llamados también binoculares o largavistas, poseen un par de tubos; cada uno contiene una serie de lentes y un prisma, que amplía la imagen para cada ojo. Están designados por dos números (por ejemplo, 7x50); el primero es la capacidad de aumento del instrumento, es decir, en el caso del ejemplo, la potencia de ampliación de



nuestro prismático será de 7x; entonces, si existe un objeto a 7 millas, con los prismáticos lo observaremos como si estuviera a 1 milla.

El nivel de ampliación práctico es hasta 10X. Los modelos sostenibles con las manos son de hasta 20X. Los modelos superiores a este nivel son tan sensibles al movimiento que, cuando se sujetan con las manos, incluso firmemente, transmiten temblores a la imagen observada, provocados por los mínimos movimientos naturales de las manos. Por esa razón, los prismáticos potentes suelen fijarse a trípodes que evitan la vibración. A su vez, existen modelos que poseen dispositivos estabilizadores de imagen.

El segundo número nos indica el diámetro de los objetivos en milímetros (lente del prismático); en el caso del ejemplo será de 50 milímetros y es el que va a determinar el poder de captación de luz en el instrumento; a mayor diámetro ingresará mayor cantidad de luz, con lo cual se incrementa la definición de los objetos que estamos visualizando.

Hay que tener en cuenta que debe existir un equilibrio entre el nivel de ampliación y el diámetro de los objetivos por cuanto a mayor ampliación se reduce el campo visual y viceversa. Las medidas más empleadas son las de 7x50 y 10x50.



Evaluación

1. Explique el uso del círculo acimutal y que información nos puede brindar su empleo.
2. ¿Qué entiende por corredera y como lo afecta la corriente?
3. Señale los instrumentos que se emplean para medir distancias.
4. Señale los instrumentos que se emplean para medir profundidades.
5. Describa el funcionamiento de una ecosonda.
6. ¿Cuál es el uso que se le puede dar al Transportador de 3 brazos?
7. ¿Es necesario el uso de prismáticos si contamos con radares a bordo?

CAPÍTULO 5

PUBLICACIONES NÁUTICAS

5.1 Introducción



Al igual que las cartas náuticas, existen otra gran cantidad de publicaciones que son de interés para los navegantes, las mismas que son confeccionadas por los diferentes servicios hidrográficos de cada país, en nuestro caso por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú. A continuación, detallaremos las publicaciones más importantes de uso frecuente en las unidades navales:

- Derrotero
- Libro de Faros y Señales Náuticas
- Almanaque Náutico
- Tabla de Mareas
- Atlas Hidrográfico del Perú
- Símbolos y Abreviaturas
- Servicio de Radioavisos a los Navegantes
- Código Internacional de Señales
- Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes

Una relación completa de todas las publicaciones náuticas y láminas con su respectivo número de edición confeccionadas por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú se encuentra en la parte final del presente capítulo.

5.2 Derrotero

Esta publicación detalla las características de las costas navegables, al tiempo que proporciona información sobre los puertos, con sus instalaciones y servicios mercantiles. Es un elemento fundamental que nos permite reconocer las características de la costa con exactitud, sobre todo cuando nos encontramos navegando en áreas poco conocidas para nosotros.

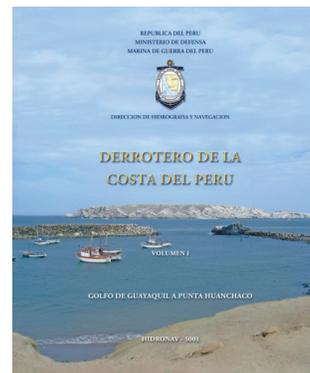
El nombre “Derrotero” viene del término “Derrota”, palabra con que conocemos a la dirección o ruta que debe ser seguida por el buque para llegar a su destino. Debemos tener presente que al realizar el planeamiento de la navegación debemos emplear el derrotero correspondiente para consultar toda la información de importancia durante nuestra travesía por determinada área.

En el derrotero, podemos encontrar la siguiente información:

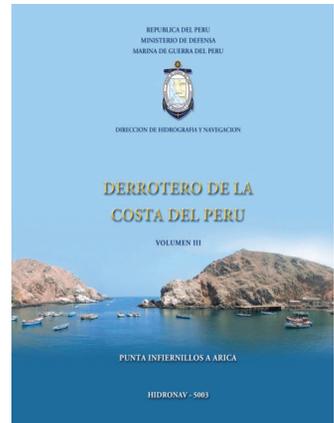
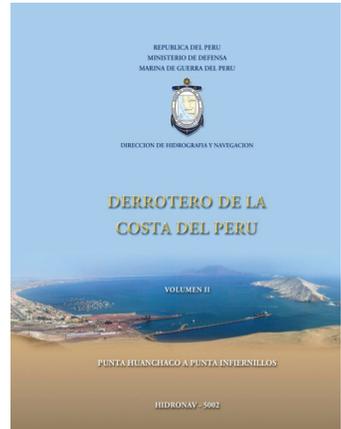
- Las características de la costa y de las zonas navegables; se realiza una explicación con todo detalle de los peligros existentes para la navegación, los perfiles de costa, enfilaciones útiles para el navegante, etc.
- Características de la meteorología local; se encuentra información de los vientos predominantes, corriente, clima, etc.
- Estudio de las condiciones oceanográficas, como son profundidades, naturaleza del fondo, temperatura del agua, marea, etc.
- Consejos sobre lugares fondeaderos adecuados.
- Puertos de refugio en caso de mal tiempo o averías.
- Facilidades de los puertos, a los cuales vamos a arribar.
- Descripción de los ingresos a puertos y de los muelles en el área.

En el caso del Perú, para nuestra costa contamos con Tres Derroteros:

- HIDRONAV-5001, DERROTERO DE LA COSTA DEL PERÚ VOL. I (Golfo de Guayaquil a Punta Huanchaco). Se describen las características geográficas, meteorológicas, oceanográficas e hidrográficas de la costa peruana Zona Norte desde Punta Capones a Punta Huanchaco, así como también las ayudas logísticas, sanitarias y facilidades portuarias.



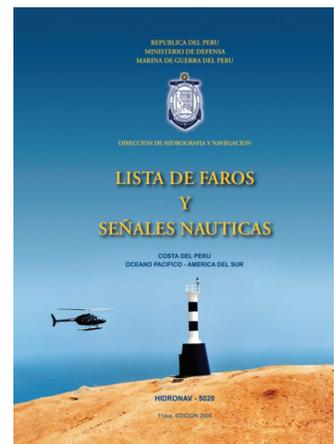
- **HIDRONAV-5002, DERROTERO DE LA COSTA DEL PERÚ VOL. II**
 (Punta Huanchaco a Punta Infiernillos). Se describen las características geográficas, meteorológicas, oceanográficas e hidrográficas de la costa peruana Zona Centro desde Punta Huanchaco a Punta Infiernillos, así como también las ayudas logísticas, sanitarias y facilidades portuarias.
- **HIDRONAV-5003, DERROTERO DE LA COSTA DEL PERÚ VOL. III**
 (Punta Infiernillos a Arica). Se describen las características geográficas, meteorológicas, oceanográficas e hidrográficas de la costa peruana Zona Sur desde Punta Infiernillos a La Concordia, así como también las ayudas logísticas, sanitarias y facilidades portuarias.



Cabe mencionar que adicionalmente contamos con derroteros de la Amazonia, así como del lago Titicaca.

5.3 Lista de Faros y Señales Náuticas

Debemos entender por faro que es una estructura distintiva sobre una costa o alejada de la misma que presenta una luz principal destinada a servir de ayuda a la navegación. Más explícitamente, es una construcción costera que posee una señal luminosa característica cuya función es orientar al navegante. Generalmente, está ubicado en puntos destacados del litoral, en lugares altos, notables, ya sean artificiales o naturales; es primordial que la torre sea un soporte sólido y que su altura sea considerable sobre el nivel del mar porque de ello dependerá el alcance de su luz.

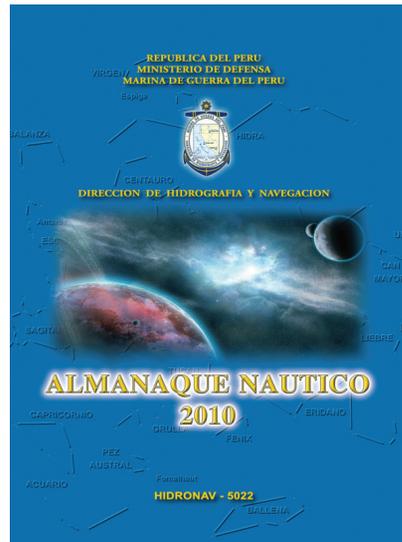


Es una publicación náutica que detalla las características de los faros tanto en el color, potencia, alcance nominal y geográfico, altura focal en que se encuentra la estructura medida en metros sobre el nivel del mar, el número de orden nacional e internacional de los faros, balizas y boyas luminosas del litoral costero. Además, proporciona información de las plataformas de perforación petrolera. Los libros de Faros y Señales Marítimas son actualizados por los avisos a los Navegante o mensajes de radio.

5.4 Almanaque Náutico

Es una versión peruana, en español, de “The Nautical Almanac” producido por las Oficinas del Observatorio de Greenwich y del Observatorio Naval de los E.U.A. Tiene como finalidad proporcionar, en forma conveniente, los datos necesarios para la práctica de la navegación astronómica en el mar.

La publicación es la HIDRONAV-5022 (Almanaque Náutico) y contiene datos de los cuales pueden obtenerse los valores del Ángulo Horario de Greenwich (AHG) y la Declinación (Dec.) de todos los astros usados en la navegación, para cualquier instante del Tiempo Universal (TU).

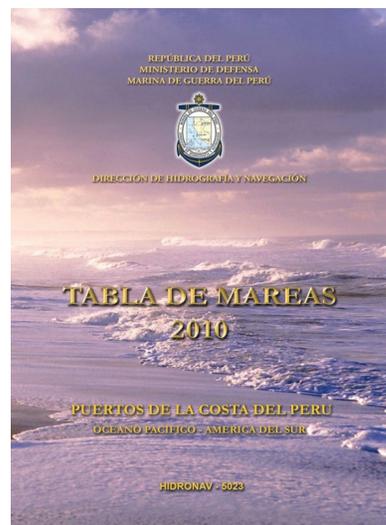


5.5 Tabla de Mareas

Tiene como finalidad brindar información a los navegantes acerca de la predicción de las alturas diarias de las pleamares y bajamares de los 16 puertos de la costa del Perú, durante el año en curso. Su empleo es imprescindible cuando se va ingresar a puerto, se va a fondear, transitar por canales o áreas de poca profundidad.

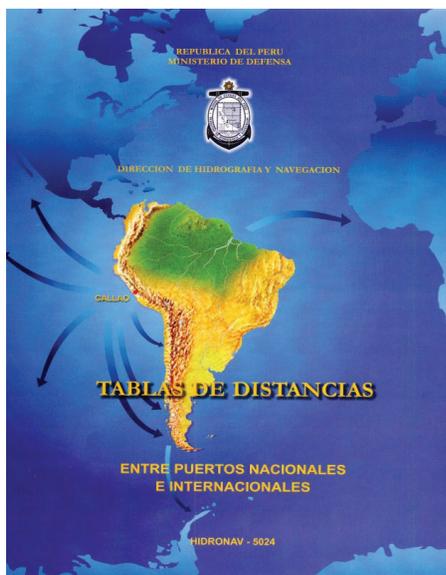
La publicación es la HIDRONAV-5023 (Tabla de Mareas) y emplea a los puertos patrones Talara, Callao y Matarani para generar el cálculo de los demás puertos secundarios.

En la parte introductoria de la publicación, tiene un modelo para calcular la altura de mareas para cualquier hora, interpolando los datos de la pleamar y bajamar más cercanos del mismo puerto. En el capítulo VII se amplía la información para realizar los cálculos.



5.6 Tabla de Distancias

Es una publicación que tiene por finalidad proporcionar a los navegantes las distancias en millas náuticas que existe entre puertos nacionales e internacionales; de esta manera, brinda las ayudas necesarias para el desarrollo de sus planes de navegación. La publicación es la HIDRONAV-5024 (Tablas de Distancias).

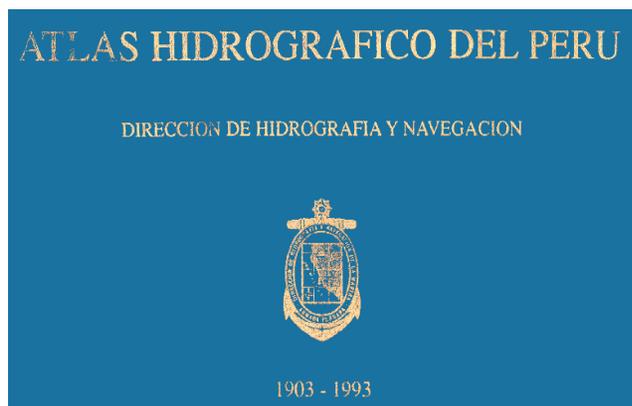


5.7 Atlas Hidrográfico del Perú

Esta publicación contiene la Cartografía Histórica y Contemporánea.

La publicación es la HIDRONAV-5024 (Atlas Hidrográfico del Perú) y tiene por finalidad brindar al usuario información acerca de las cartas náuticas tanto históricas como las actuales, en forma general y didáctica.

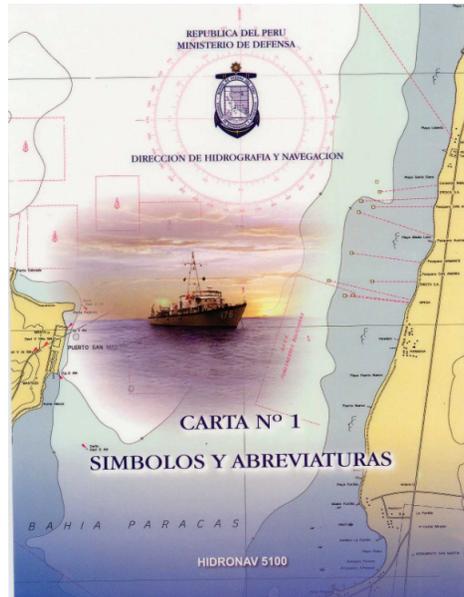
En su contenido referido a la cartografía histórica, se encuentra dividido en tres períodos: Colonial, Republicano y el de los Organismos Institucionales. La parte referida a la Cartografía Contemporánea agrupa las cartas en los tres ámbitos acuáticos naturales, que son el marítimo, el fluvial y el lacustre.



5.8 Símbolos y Abreviaturas

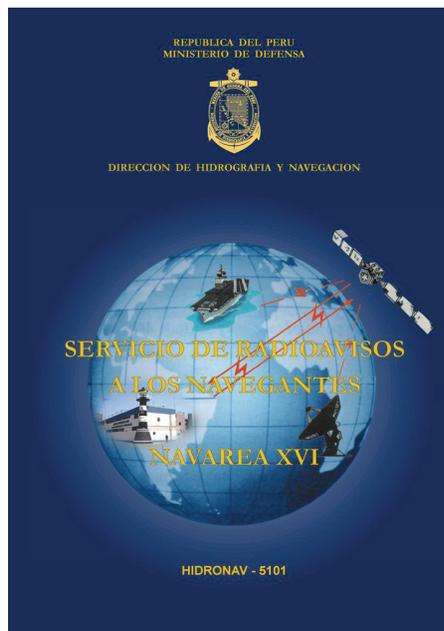
Es una publicación náutica normativa donde se encuentran todos los símbolos y abreviaturas utilizados en las Cartas Náuticas Nacionales.

La publicación es la HIDRONAV-5100 (Símbolos y Abreviaturas) y su finalidad es dar a conocer a los usuarios el tipo de simbología empleada en una carta náutica, las diversas formaciones naturales y las construcciones artificiales, así como las abreviaturas utilizadas, las cuales se sujetan a las normas establecidas por la Organización Hidrográfica Internacional (OHI).



5.9 Servicio de Radioavisos a los Navegantes

Esta publicación náutica normativa es la HIDRONAV-5100 (Servicio de Radioavisos a los Navegantes) y, como su mismo título lo dice, tiene por finalidad brindar información a los navegantes en toda la NAVAREA XVI a cargo de nuestro país, referida a las frecuencias, horarios, situación, etc., de las estaciones que dan servicio de radiofaros, radiogoniómetros, estaciones de radar, balizas radar, avisos a los navegantes, etc. basándose en las normas de la Organización Hidrográfica Inter-nacional (OHI), así como lo dispuesto por la Organización Marítima Internacional (OMI) y el nuevo Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima (SMSSM) en vigencia a partir del 1° enero de 1999.

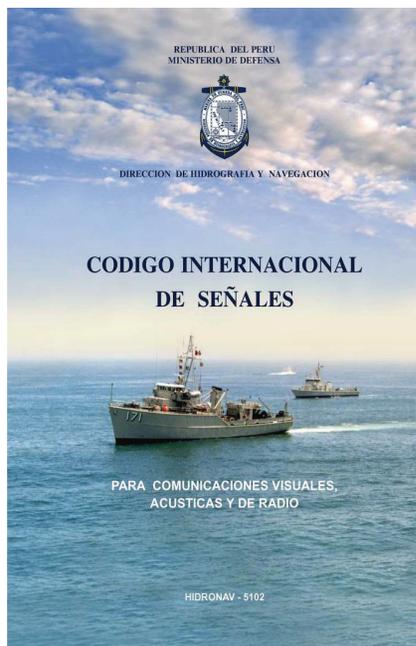


5.10 Código Internacional de Señales

Publicación náutica normativa en la cual se describe el significado del Código Internacional para abreviar las comunicaciones visuales entre buques o un buque con una estación costera, utilizándose para transmitir todos los medios de comunicación, incluso radiotelefonía y radiotelegrafía.

La publicación es la HIDRONAV-5102 (Código Internacional de Señales) y tiene como objetivo principal resolver las situaciones relacionadas esencialmente con la seguridad de la navegación y de las personas, principalmente cuando surgen dificultades por el idioma.

El código internacional de señales se encuentra en la parte final del presente capítulo.

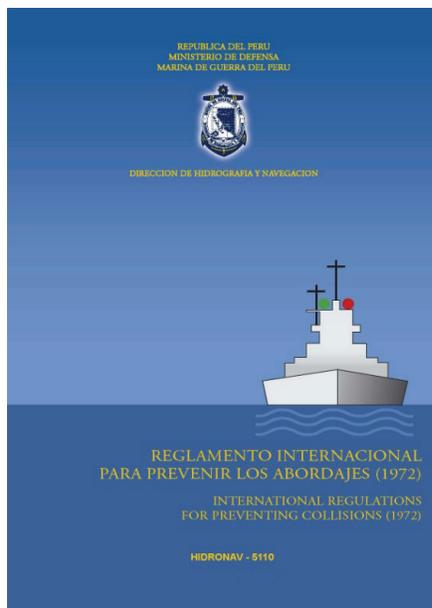


5.11 Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes

Esta publicación náutica normativa considera todos los reglamentos para prevenir los abordajes, estando sujeta a las normas establecidas por la Organización Marítima Internacional (OMI). Este reglamento es aplicable a los buques que naveguen en aguas interiores e internacionales.

La publicación es la HIDRONAV-5110 (Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes) y tiene como finalidad dar a conocer a los navegantes, mediante gráficos e idiomas español e inglés, las reglas que se aplicarán a todos los buques en alta mar y en todas las aguas que tengan comunicación con ella.

Mayor detalle sobre las reglas para prevenir abordajes se podrán apreciar en el último capítulo XIII del presente texto.



PUBLICACIONES NÁUTICAS

PUBLICACIONES DE CONSULTA

EDICIÓN

- HIDRONAV-5000	Catálogo de Cartas y Publicaciones Náuticas del Perú	8va. Ed. 2006
- HIDRONAV-5001	Derrotero de la Costa del Perú	
	Volumen I Golfo de Guayaquil a Punta Huanchaco	1ra. Ed. 2006
- HIDRONAV-5002	Derrotero de la Costa del Perú	
	Volumen II Punta Huanchaco a Punta Infiernillos	1ra. Ed. 2006
- HIDRONAV-5003	Derrotero de la Costa del Perú	
	Volumen III Punta Infiernillos a Arica	1ra. Ed. 2006
- HIDRONAV-5010	Derrotero de los Ríos de la Amazonía	
	Volumen I Río Amazonas y Afluentes	1ra. Ed. 1992
- HIDRONAV-5011	Derrotero de los Ríos de la Amazonía	
	Volumen II Río Ucayali y Afluentes	1ra. Ed. 1994
- HIDRONAV-5012	Derrotero de los Ríos de la Amazonía	
	Volumen III Río Marañón y Afluentes	1ra. Ed. 1998
- HIDRONAV-5020	Lista de Faros y Señales Náuticas Costa del Perú	11va. Ed. 2005
- HIDRONAV-5021	Lista de Faros y Señales Náuticas Lago Titicaca	3ra. Ed. 2009
- HIDRONAV-5022	Almanaque Náutico 2010 Ed. Anual	
- HIDRONAV-5023	Tabla de Mareas 2010 Ed. Anual	
- HIDRONAV-5024	Tabla de Distancias entre Puertos Nacionales e Internacionales	2da. Ed. 2001

PUBLICACIONES NORMATIVAS

- HIDRONAV-5100	Carta N° 1 Símbolos y Abreviaturas	4ta. Ed. 2001
- HIDRONAV-5101	Servicio de Radioavisos a los Navegantes - NAVAREA XVI	2da. Ed. 2000
- HIDRONAV-5102	Código Internacional de Señales	3ra. Ed. 2000
- HIDRONAV-5110	Reg. Internacional para Prevenir los Abordajes (1972)	4ta. Ed. 2003
- HIDRONAV-5111	Reglamento de Señalización Náutica	3ra. Ed. 2003
- HIDRONAV-5120	Manual de Instrucciones para la Actualización de Cartas y Publicaciones Náuticas	3ra. Ed. 2005
- HIDRONAV-5130	Normas Técnicas Hidrográficas N° 1 (Oceanografía-Mareas)	1ra. Ed. 1999
- HIDRONAV-5144	Normas Técnicas Hidrográficas N° 15 (Maniobra de sembrado recambio y recuperación de boyas oceanográficas Modelo Wevescan)	1ra. Ed. 2004

LÁMINAS

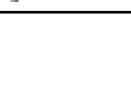
- HIDRONAV-5201	Código Internacional de Señales y Aliado	5ta. Ed. 2005
- HIDRONAV-5202	Instrucciones para la Actualización de Cartas y Publicaciones Náuticas	2da. Ed. 2005
- HIDRONAV-5210	Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes	4ta. Ed. 2003
- HIDRONAV-5211	Reglamento Nacional para Prevenir Abordajes en los Ríos	1ra. Ed. 1999
- HIDRONAV-5212	Sistema de Balizamiento Marítimo Nacional	1ra. Ed. 2003
- HIDRONAV-5220	Tabla de Distancias entre principales Puertos y Puntos Geográficos de la Costa del Perú	3ra. Ed. 2006

Código Internacional de Señales

Letra(s)	Bandera	Fonía	Morse	Significado
A		ALFA	· -	Tengo un buzo sumergido. Manténgase alejado de mí y a poca velocidad.
B		BRAVO	- · · ·	Estoy cargando, descargando o transportando mercancías peligrosas.
C		CHARLIE	- · · ·	Afirmación "Sí", o "El significado de los grupos debe interpretarse en sentido afirmativo".
D		DELTA	- · ·	Manténgase alejado de mí, estoy maniobrando con dificultad.
E		ECHO	·	Caigo a estribor.
F		FOXTROT	· · · ·	Tengo avería, póngase en comunicación conmigo.
G		GOLF	- · ·	Necesito práctico. (Cuando se hace por barcos pesqueros trabajando próximos en los bancos de pesca, significa: "Estoy cobrando las redes").
H		HOTEL	· · · ·	Tengo práctico a bordo.
I		INDIAN	· ·	Caigo a babor.
J		JULIET	· - - -	Tengo incendio y llevo a bordo mercancías peligrosas, manténgase bien alejado de mí.

<p>K</p>		<p>KILO</p>	<p>---</p>	<p>“Deseo comunicar con usted”, o “invitación para transmitir”. Esta señal hecha para guiar embarcaciones menores que transportan personas o tripulaciones en peligro significa “Este es el mejor lugar para desembarcar”.</p>
<p>L</p>		<p>LIMA</p>	<p>....</p>	<p>Pare su buque inmediatamente.</p>
<p>M</p>		<p>MIKE</p>	<p>--</p>	<p>Mi buque está parado y sin arrancada.</p>
<p>N</p>		<p>NOVEMBER</p>	<p>--</p>	<p>Negativo “NO”, o “El significado del grupo anterior debe ser interpretado en sentido negativo”. Esta señal se hará solamente por señales visuales o acústicas. La señal será “NO” cuando se transmita a voz o por radio.</p>
<p>O</p>		<p>OSCAR</p>	<p>---</p>	<p>¡Hombre al agua!</p>
<p>P</p>		<p>PAPA</p>	<p>....</p>	<p>En puerto. Todo el personal debe regresar a bordo por tener el buque que hacerse a la mar. En la mar. Puede ser usada por barcos pesqueros para significar: “mis redes se han enganchado en una obstrucción”.</p>
<p>Q</p>		<p>QUEBEC</p>	<p>----</p>	<p>Mi buque está “sano” y pido libre plática.</p>
<p>R</p>		<p>ROMEO</p>	<p>---</p>	<p>“Recibido” o “He recibido su última señal”</p>

S		SIERRA	Estoy dando atrás. Esta señal hecha para guiar embarcaciones menores que transportan personas o tripulantes en peligro significa "Extremadamente peligroso desembarcar aquí".
T		TANGO	-	Manténgase alejado de mí. Estoy pescando al arrastre en pareja.
U		UNIFORM	.. -	Se dirige usted hacia un peligro.
V		VICTOR	... -	Necesito auxilio.
W		WHISKEY	... -	Necesito asistencia médica.
X		X-RAY	- ...	Suspenda usted lo que está haciendo y preste atención a mis señales.
Y		YANKEE	- ...	Estoy garreando.
Z		ZULU	- ...	Necesito remolcador. Cuando se hace por barcos pesqueros trabajando próximos en los bancos de pesca, significa: "Estoy largando redes".
0		ZERO	-----	
1		ONE	.-----	

2		TWO	· · · · ·	
3		THREE	· · · · ·	
4		FOUR	· · · · ·	
5		FIVE	· · · · ·	
6		SIX	· · · · ·	
7		SEVEN	· · · · ·	
8		EIGHT	· · · · ·	
9		NINE	· · · · ·	
1 ^{er} repetidor				
2 ^o repetidor				
3 ^{er} repetidor				
Gallardete caracte- rístico				Se usa como separador decimal.

AE		ALFA ECHO	<p>· - ·</p>	Tengo que abandonar mi buque.
AL		ALFA LIMA	<p>· - · - - -</p>	Tengo médico a bordo.
AN		ALFA NO- VEMBER	<p>· - - ·</p>	Necesito médico.
BF		BRAVO FOXTROT	<p>- - - - · - - -</p>	Aeronave hizo amaraje forzoso en situación indicada y necesita auxilio inmediato.
BR		BRAVO ROMEO	<p>- - - - · - -</p>	Necesito helicóptero.
CB		CHARLIE BRAVO	<p>- - - - - ·</p>	Necesito auxilio inmediato.

<p>CB6</p>		<p>CHARLIE BRAVO SIX</p>	<p>- - - - - . - - - -</p>	<p>Necesito auxilio inmediato. Tengo incendio a bordo.</p>
<p>CP1</p>		<p>CHARLIE PAPA</p>	<p>- - - - . - - -</p>	<p>Me dirijo en su auxilio.</p>
<p>CP1</p>		<p>CHARLIE PAPA ONE</p>	<p>- - - - . - - - . - - - -</p>	<p>Aeronave SAR va en su auxilio.</p>
<p>CS</p>		<p>CHARLIE SIERRA</p>	<p>- - - - . . .</p>	<p>¿Cuál es el nombre o numeral de su buque?</p>
<p>CZ</p>		<p>CHARLIE ZULU</p>	<p>- - - - - - - -</p>	<p>Maniobre para dar socaire al bote o balsa.</p>

DX		DELTA X-RAY	- · · - · · ·	Me hundo.
DW		DELTA WHISKEY	- · · · · ·	Buque... va a la deriva en lat... long... aproximadamente
ED		ECHO DELTA	· - · ·	Sus señales de peligro han sido interpretadas.
EL		ECHO LIMA	· · · · ·	Repita la situación del lugar de peligro.
FA		FOXTROT ALFA	· · · · · -	¿Puede darme mi situación?
HW		HOTEL WHISKEY	· · · · · · ·	He tenido un abordaje con embarcación de superficie.

<p>GW</p>		<p>GOLF WHISKEY</p>	<p>--- ---</p>	<p>Hombre al agua. Ruego tome todas las medidas necesarias para recogerlo (si es necesario se indicará la situación).</p>
<p>IR</p>		<p>INDIAN ROMEO</p>	<p>.. ---</p>	<p>Estoy efectuando investigaciones submarinas (trabajos submarinos) Manténgase alejado de mí y vaya despacio. Tengo buzo sumergido, manténgase bien alejado de mí y a poca velocidad. (Esta señal no exime del cumplimiento de la Regla 27 del Reglamento Internacional para prevenir Abordajes).</p>
<p>IT</p>		<p>INDIAN TANGO</p>	<p>.. -</p>	<p>Tengo incendio a bordo.</p>
<p>JB</p>		<p>JULIETT BRAVO</p>	<p>---- ----</p>	<p>Hay peligro de explosión.</p>
<p>JF</p>		<p>JULIETT FOXTROT</p>	<p>---- ----</p>	<p>He (o buque indicado ha) encallado en lat... long...</p>

JM		JULIETT MIKE	• - - - - -	Corre riesgo de encallar con marea baja.
JW		JULIETT WHISKEY	• - - - • - -	Tengo vía de agua.
NA		NOVEMBER ALFA	- • • -	Está prohibida la navegación.
NC		NOVEMBER CHARLIE	- • - • • •	Estoy en peligro y necesito auxilio inmediato.
PD		PAPA DEL- TA	• - - • - • •	Su luz (luces) de navegación no es (son) visible(s).
PM		PAPA MIKE	• - - • - -	Siga mis aguas (o las del buque indicado).

<p>SM</p>		<p>SIERRA MIKE</p>	<p>• • • - -</p>	<p>Estoy efectuando pruebas de velocidad.</p>
<p>Separador decimal</p>		<p>DECIMAL</p>		
<p>Punto final</p>		<p>STOP</p>		
<p>Situación por demora y distancia</p>		<p>ALFA <i>3 cifras de la demora</i></p> <p><i>nombre del punto</i></p> <p>ROMEO <i>1 o más cifras con la distancia en millas</i></p>		<p>Permite indicar una situación por medio de la demora verdadera y distancia a un punto.</p>
<p>Situación por latitud y longitud</p>		<p>LIMA <i>4 cifras de la latitud</i></p> <p>NOVEMBER (Norte) / SIERRA (Sur)</p> <p>GOLF <i>5 cifras de la longitud</i></p> <p>ECHO (Este) / WISHKEY (Oeste)</p>		<p>Permite indicar una situación por medio de latitud y longitud.</p>

Evaluación

1. ¿Qué entiende por Derrotero?
2. ¿Qué información nos proporciona la Lista de Faros y Señales Náuticas?
3. ¿Por qué es importante la Tabla de Mareas?
4. ¿Para qué se usa el Código Internacional de Señales?
5. Dibuje las banderas y explique el significado de las siguientes letras del Código Internacional de Señales:
 - a) ALFA
 - b) BRAVO
 - c) DELTA
 - d) ECHO
 - e) HOTEL
 - f) INDIAN
 - g) OSCAR
 - h) VICTOR

CAPÍTULO 6

AYUDAS A LA NAVEGACIÓN Y SEÑALIZACIÓN NáUTICA



6.1 Introducción

Desde la Antigüedad, los primeros navegantes se valían de todo tipo de ingenios para poder desplazarse de forma segura en el mar y para ingresar y salir de los puertos. Al inicio encendían hogueras en diversos puntos de la costa para facilitar su salida así como su retorno; otra forma de colocar ayudas a la navegación era mediante banderas de colores que eran un código para las embarcaciones que navegaban por el área.

Posteriormente, aparecieron las primeras cartas de navegación, las mismas que solo eran útiles durante el día, siendo imprescindible seguir contando con ayudas luminosas durante la noche o cuando existía poca visibilidad. Las hogueras fueron evolucionando paulatinamente: primero, con construcciones que sirvan de protección ante la lluvia o el viento; luego, sustituyendo el fuego de carbón o leña por lámparas de aceite; con el transcurso de tiempo, se añadieron principios ópticos y lentes que

permitieron concentrar el haz de luz y aumentar el alcance de visibilidad; finalmente, con la aparición de la electricidad, se convirtieron en lo que actualmente conocemos como faros.

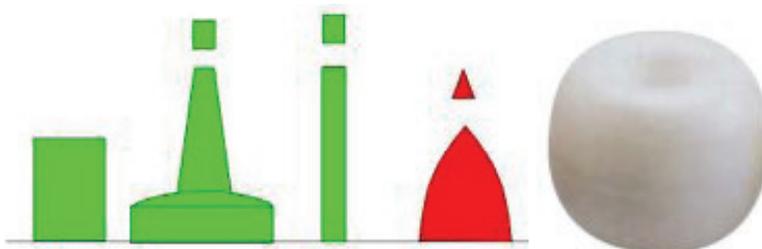
Las ayudas a la navegación marítima incluyen todos los sistemas visuales, acústicos o radioeléctricos destinados a posicionar las embarcaciones o advertirlos de los peligros cercanos a sus travesías, lo que permite establecer las rutas adecuadas y evitar en lo posible accidentes, encallamientos, naufragios o abordajes.

Cuando hablamos de señalización náutica, nos referimos a las ayudas a la navegación que incluyen todo el sistema de señalización de límites laterales de los canales navegables, peligros naturales u obstrucciones y otras informaciones importantes para el navegante. Asimismo, describe el empleo de toda señal fija o flotante que sirve para brindar mayor seguridad a la navegación marítima, fluvial y lacustre, basada en las recomendaciones formuladas por la Asociación Internacional de Autoridades de Señalización (IALA).

6.2 Boyas

Es una señal marítima flotante situada en el mar y generalmente anclada al fondo, que puede tener diversas finalidades, principalmente para orientar la derrota de las unidades o para prevenir de peligros existentes.

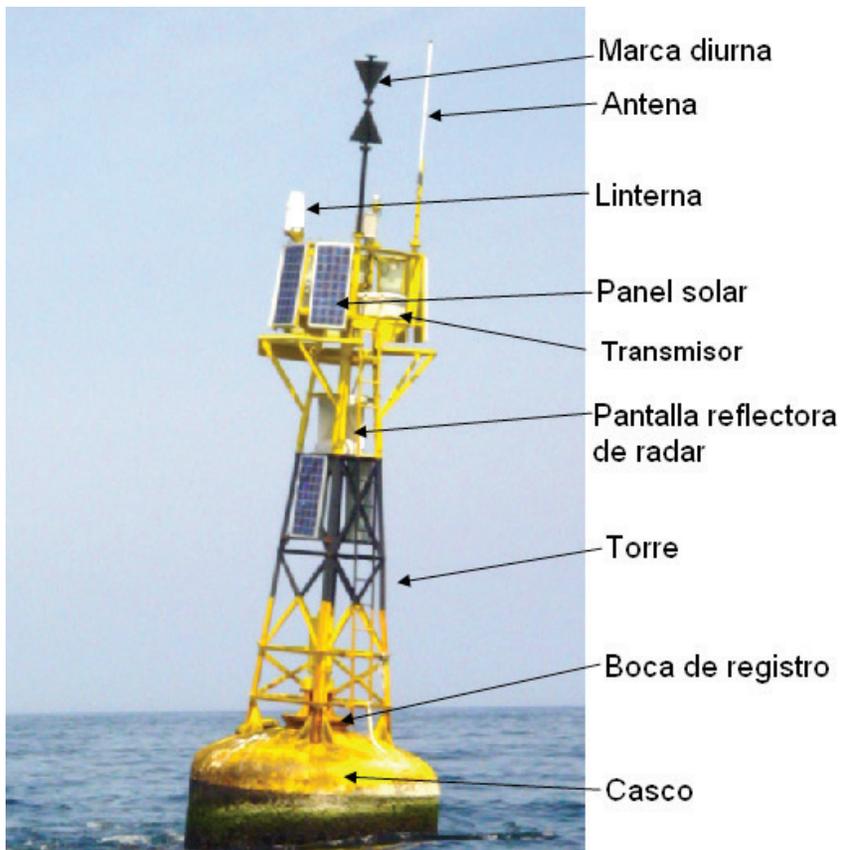
La forma y tipo de boyas son muy diversas, las hay luminosas, ciegas, de diferentes usos, tamaños, etc. Las formas más usadas son cilíndricas, castillete, espeque, cónicas o esféricas.



Las boyas pueden llevar en la parte superior una luz la misma que es alimentada por baterías que se recargan por medio de paneles solares. El color de la luz así como el color de la estructura dependerán de la finalidad que cumplan.

Algunas llevan paneles reflectores para que puedan ser mejor visualizadas por los radares de las embarcaciones; otras llevan consigo equipos respondedores (racon), sobre todo en ingresos o salidas de puertos. Para cuando exista visibilidad reducida, se ha instalado en algunas boyas una “señal de niebla” que consiste en un sonido para indicar su presencia a los navegantes.

En la siguiente figura se pueden apreciar las partes que conforman una boya:



Las boyas pueden servir de referencia para ubicarnos en el área que nos encontramos, pero no para posicionarnos, por cuanto su posición no es fija, sino que está propensa a desplazarse o a bornear.

6.3 Balizas

Una baliza es un objeto señalizador, utilizado para indicar un lugar geográfico o una situación de peligro potencial. Se mantiene fija ya sea en tierra o mar.

Es empleada para una diversidad de tareas, ya sea indicar bajos, veriles, ríos, canales, peligros a la seguridad de la navegación, etc. De acuerdo a estas se configurará su forma y los colores que debe emplear.

Una baliza puede ser activa si emite una señal, (sea de cualquier tipo) o pasiva si no emite.

Habitualmente, las balizas, cuando hay niebla o mal tiempo, son difíciles de localizar; por ello, hoy día llevan reflectores de radares.

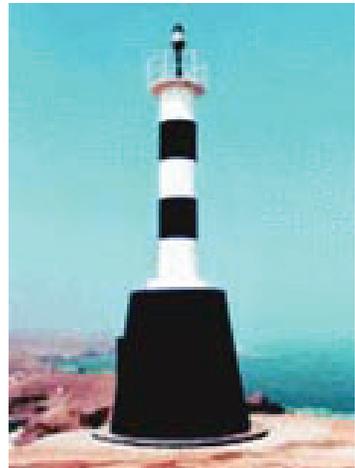


6.4 Faros

Recibe el nombre de faro aquella construcción, generalmente en forma de torre, que incluye en lo alto un foco luminoso junto a un sistema óptico y un mecanismo de giro, cuya función es hacer de guía a los navegantes durante la noche.

Para distinguir unos faros de otros se producen alternancias de luz y de oscuridad a intervalos regulares de tiempo, lo que forma una de las características de los faros. En función de cómo se emite la señal luminosa, los faros se clasifican en faro de luz fija, faro de destellos, faro de luz centelleante, faro de grupos de destellos, faro de grupos de ocultaciones, faro de luz alternativa. Según

la potencia de luz emitida y la altura en metros sobre el nivel del mar, se obtiene el alcance geográfico, que no es más que la distancia máxima a la que se ve la luz que emite. Los colores universalmente adoptados para emitir luz en los faros son el blanco, verde y rojo.



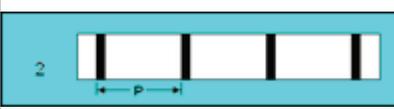
Características de las luces

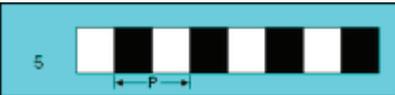
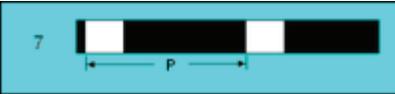
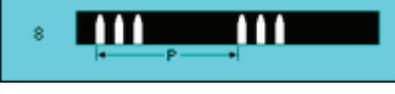
Todos los faros así como otras ayudas a la navegación cuentan con luces para facilitar su identificación sobre todo durante la noche o con poca visibilidad. La información que nos indican las ayudas a la navegación por medio de las luces es muy importante, ya que nos permite conocer el tipo de luz que emite una señal determinada, su color, las características del destello, el número de ellas y su ciclo o ritmo, lo cual posibilita diferenciarlas de otras próximas y evitar confusiones.

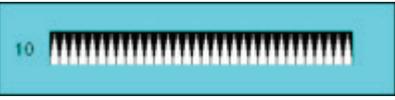
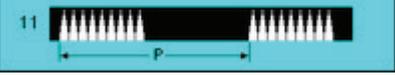
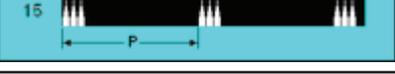
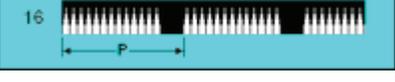
Podemos clasificar la señal luminosa que emiten las ayudas a la navegación en:

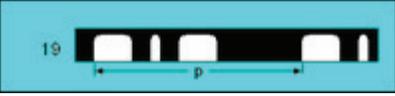
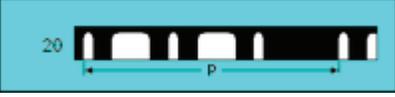
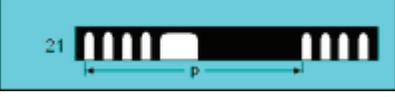
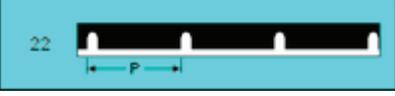
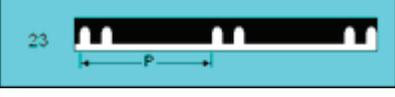
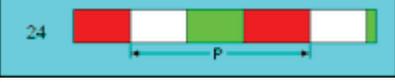
- Fija, cuando la luz es visible en forma continua sin variación de la intensidad ni color.
- Rítmica, cuando la luz es intermitente de acuerdo a un periodo constante.
 - A su vez, las señales rítmicas se pueden subclasificar principalmente en:
 - De destellos (D), cuando se enciende a intervalos regulares, siendo la duración del eclipse (oscuridad) el doble de la del destello o mayor.
 - Ocultaciones (Oc), la luz se mantiene encendida más tiempo del que se mantiene apagada.
 - Grupo de Destellos (GpD), cuando muestra, a intervalos regulares, un grupo siempre igual de dos o más destellos.
 - Isofase (Iso), las duraciones de los periodos de luz y oscuridad son iguales dentro de un mismo periodo.
 - Grupo de ocultaciones (GpOc), donde los periodos de oscuridad son más frecuentes o duraderos que los de luz.

Una clasificación más completa de las características de las luces es la que se muestra a continuación: (también se puede verificar la Lista de Faros)

Clasificación	Descripción	Característica	Abrev. inter-nac.
1. Fija	Luz que se presenta de manera constante y uniforme		F
2. De ocultaciones	La duración total de la luz en un periodo es más larga que la duración total de la oscuridad. Los intervalos de oscuridad tienen habitualmente la misma duración.		
2.1 De ocultaciones aisladas	Las ocultaciones se van sucediendo de manera regular durante el periodo.		Oc
2.2 Grupo de ocultaciones	Los grupos de un número determinado de ocultaciones se van sucediendo de manera regular.		Oc(2)

2.3 Grupo complejo de ocultaciones	Similar a 2.2 salvo porque dos grupos sucesivos, dentro de un mismo periodo, tienen diferente número de ocultaciones.		Oc(3+4)
3. Isofase	Las duraciones de los periodos de luz y oscuridad son iguales dentro de un mismo periodo.		Iso
4. Destellos	La duración de la fase de luz dentro de un mismo periodo es más corta que la duración de la fase de oscuridad. Las apariciones de luz (destellos) tienen la misma duración.		
4.1 Destellos aislados	Los destellos se van sucediendo de manera regular a una frecuencia inferior a 50 por minuto		FI
4.2 Destellos largos	Los destellos aislados tienen una duración mínima de 2 segundos (destello largo) y se van sucediendo de manera regular.		LFI
4.3 Grupo de destellos	Sucesión regular de un grupo con un número determinado de destellos		FI(3)
4.4 Grupo complejo de destellos	Similar a 4.3 salvo porque dos grupos sucesivos, dentro de un mismo periodo, tienen diferente número de destellos.		FI(3+2)

<p>5. Centellante</p>	<p>Los destellos (centelleos) se van sucediendo a una frecuencia comprendida entre 50 y 80 destellos por minuto.</p>		<p>Q W</p>
<p>5.1 Grupos de destellos rápidos</p>	<p>Un conjunto de destellos rápidos se repiten regularmente.</p>		<p>Q(9)W</p>
<p>5.2 Grupos de destellos rápidos más un destello largo</p>	<p>Un conjunto de destellos rápidos seguidos de un destello largo, dentro de un mismo periodo</p>		<p>Q(6)+ Lfl W</p>
<p>5.3 Grupos de destellos rápidos interrumpidos</p>	<p>Un conjunto de destellos rápidos se interrumpen por un prolongado eclipse.</p>		<p>IQ W</p>
<p>6. Centellante rápida</p>	<p>Los destellos (centelleos) se van sucediendo a una frecuencia comprendida entre 80 y 160 destellos por minuto.</p>		<p>VQ W</p>
<p>6.1 Grupos de destellos muy rápidos</p>	<p>Un conjunto de destellos muy rápidos repetidos en forma regular</p>		<p>VQ(3)W</p>
<p>6.2 Destellos rápidos interrumpidos</p>	<p>Una secuencia de destellos muy rápidos es interrumpida en forma regular.</p>		<p>IVQ W</p>
<p>7. Centellante ultrarápida</p>	<p>Los destellos (centelleos) se van sucediendo a una frecuencia de 160 destellos por minuto o más</p>		<p>UQ W</p>
<p>7.1 Destellos ultrarápidos interrumpidos</p>	<p>Una secuencia de destellos ultrarápidos es interrumpida en forma regular por eclipses de larga duración.</p>		<p>IUQ W</p>

<p>8. Señales Morse</p>	<p>Las apariciones de luz tienen dos duraciones claramente diferentes y están agrupadas para formar una o varias letras del alfabeto morse (Letra K raya punto raya).</p>		<p>Mo(K)</p>
<p>8.1 Grupo de letras según código morse</p>	<p>Una secuencia de destellos según código morse, seguido de un prolongado eclipse dentro del periodo</p>		<p>Mo (AR) W</p>
<p>8.1 Números según código morse</p>	<p>Una secuencia de destellos según código morse, seguido de un prolongado eclipse dentro del periodo</p>		<p>Mo (4) W</p>
<p>9. Fija y variada por destellos</p>			
<p>9.1 Fija y destello aislado</p>	<p>Luz compuesta por una luz fija que se combina con una luz de destellos de mayor intensidad</p>		<p>FFI W</p>
<p>9.2 Fija y grupo de destellos</p>	<p>Luz compuesta por una luz fija combinada con una de grupo de destellos de mayor intensidad</p>		<p>FFI (2) W</p>
<p>10. Alternativa</p>	<p>Se muestran luces de distintos colores de manera alternativa.</p>		<p>AI WGR</p>

Quando se refieren al **periodo** de las luces es el tiempo requerido para completar un ciclo completo, es decir, el intervalo de tiempo entre el comienzo idéntico de dos ciclos sucesivos.

Un ejemplo de las características de un faro podría ser **GpD(3)BR 10s 41m 25M**. Esto indica que se trata de una señal donde **GpD(3)** indica la característica de los destellos (grupos de tres destellos); **BR** determina el color de la luz emitida (en este caso luz *blanca*, lo habitual; además luz de color *rojo* que se suele utilizar en sectores y señala un sector de peligro por donde no se debe navegar); **10s** determina la duración del ciclo completo (o fases de las luces) de grupos de destellos; **41m** especifica que el

plano focal de la señal luminosa se encuentra a 41 metros de altura sobre el nivel del mar; y **25M** aclara que la señal tiene un alcance visual (usualmente indicando su valor nominal) de 25 millas náuticas.

6.5 Racon

Un Racon es un equipo respondedor de radar que emite una señal en Código Morse, la cual se aprecia visualmente en la pantalla del radar, desde el punto donde se detecta su posición; normalmente es instalado sobre faros y/o boyas. A continuación, se muestra una gráfica con la ubicación de los racones en nuestro litoral:



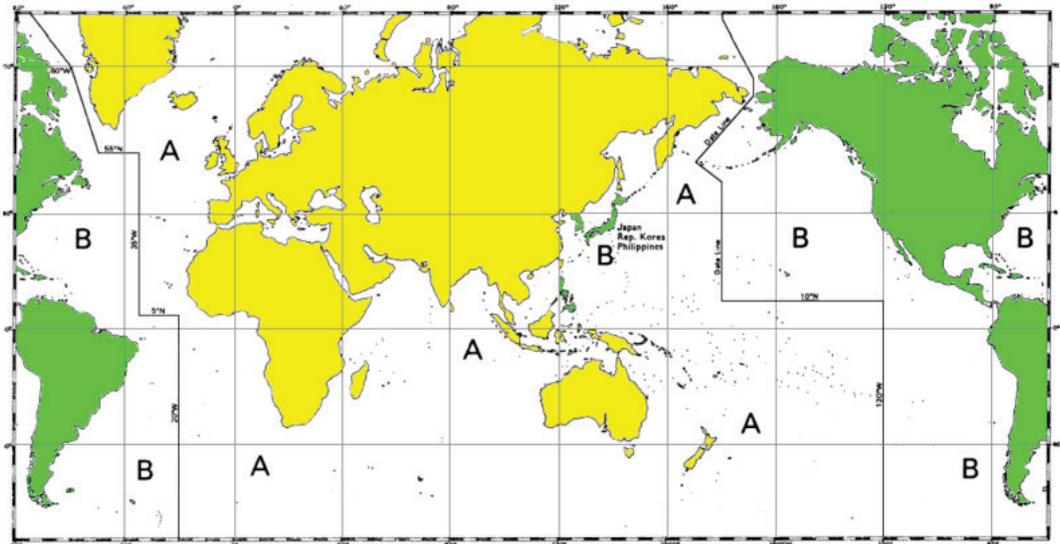
6.6 Sistema de Boyado marítimo IALA

La señalización náutica es responsabilidad de cada país; por lo mismo, se llegó a tener distintos sistemas de señalización de acuerdo al puerto que nos encontrábamos, llegando a contradecirse unos con otros. Por este motivo, la Asociación Internacional de Señalización Marítima (IALA) propuso el uso de dos conjuntos de reglas, que fueron designados como:

- Sistema IALA A, empleado en Europa, África, India, Australia y casi todo Asia.
- Sistema IALA B, empleado en América y ciertas regiones del Asia. Es el sistema que corresponde al Perú.

El sistema IALA comprende cinco tipos de señales diferentes que pueden emplearse en forma combinada. Estos son:

- Señales laterales.
- Señales de peligro aislado.
- Señales de aguas seguras.
- Señales especiales.
- Señales cardinales.



Ambos sistemas difieren únicamente en cuanto a la ubicación de las marcas y boyas laterales, mientras que el resto de las señales es común a los dos. En el sistema A, un buque que entra desde el mar hacia puerto haciendo uso de un canal boyado debe dejar las boyas y marcas verdes por estribor (por su derecha). En el sistema B, es a la inversa.

6.7 Señales Laterales

Estas marcas nos señalan los costados de babor y de estribor cuando se aproxima un buque que viene de alta mar en dirección al puerto.

Las formas de estas boyas están definidas y son diferentes de acuerdo al lado; varían en el color de acuerdo al sistema.

En el lado de babor, serán cilíndricas (tambor), castillete o espeque.

En el lado de estribor, serán cónicas, castillete o espeque.

Sistema A: marcas de babor son rojas y marcas de estribor son verdes.



(Babor) (Izquierda) (Rojo) _____ (estribor) (derecha) (verde)

Sistema B: marcas de babor son verdes y marcas de estribor son rojas.



(Babor) (Izquierda) (Verde) _____ (estribor) (derecha) (rojo)

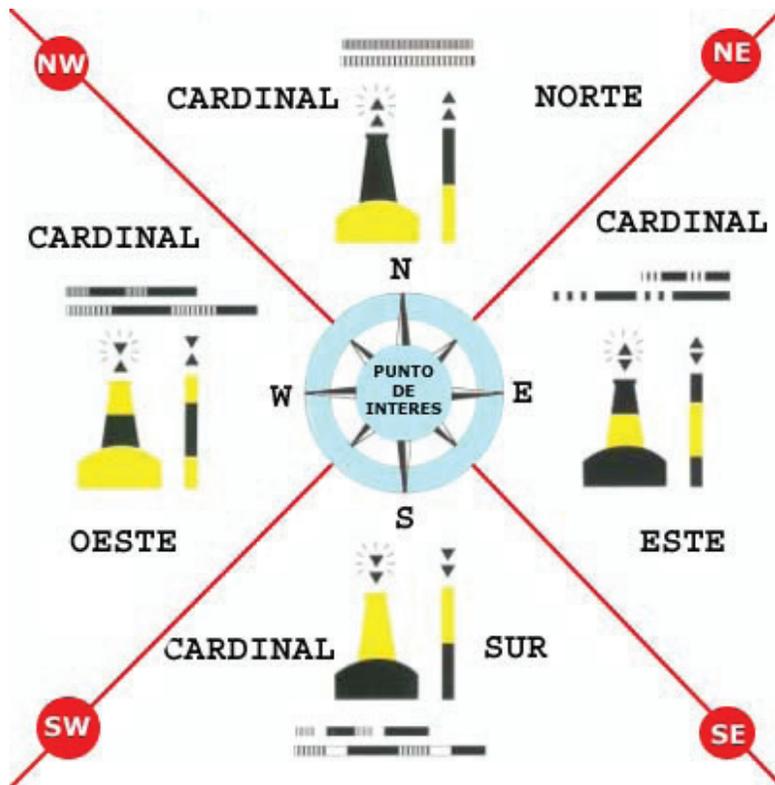
En ambos casos, la figura geométrica o marca de tope que va en la parte superior de las boyas - balizas es a babor un cilindro, a estribor un cono.
Adicionalmente pueden llevar una luz del mismo color sobre las marcas.

6.8 Señales Cardinales

Son señales para indicar la mayor profundidad en el área, o el lado más seguro para evitar un peligro, o para llamar la atención sobre una configuración especial de un canal navegable. Se colocan al norte, este, sur u oeste de un peligro para alertar sobre la presencia de una amenaza a la navegación. Estas marcas están compuestas por cuatro diferentes tipos de boyas; cada tipo de boya indica un punto cardinal de la rosa de los vientos.

La interpretación de este tipo de marcas es que al encontrarlas en nuestra derrota debemos pasar por el cuadrante que nos señalan; por ejemplo, si observamos una boya cardinal norte, nuestra unidad debe dejar por el sur la mencionada señal de forma de navegar más al norte del peligro que señalan.

El siguiente gráfico nos muestra las marcas de tope, colores y características luminosas de las señales cardinales.



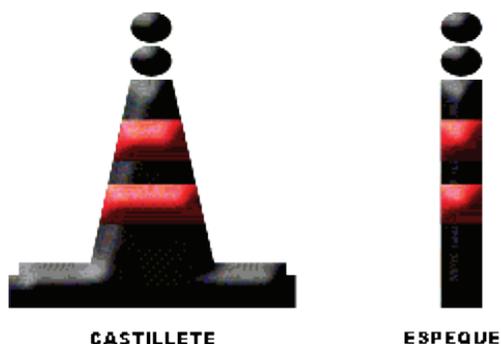
Como se puede apreciar, las marcas cardinales emplean boyas de castillete o espeques; están pintadas en franjas de color amarillo y negro; y en la parte superior, llevan dos conos negros posicionados de acuerdo al punto cardinal que señalan.

Su uso normalmente se da cuando la extensión de un peligro, por ejemplo, un banco o bajo fondo, requiera de más de una boya, como las empleadas para señalar peligros aislados; entonces se prefiere demarcar esta zona con boyas cardinales que le indiquen al navegante cómo debe franquearse tal dificultad.

6.9 Señales de Peligro Aislado

Son las marcas, boyas o balizas que se colocan sobre un obstáculo o peligro a la navegación que tiene aguas navegables en todo su entorno; es decir, es una boya que nos señala una zona puntual que debe evitarse, pero que puede ser dejada por cualquier banda.

Las señales de peligro aislado tienen forma de castillete o espeque; los colores que emplean son franjas de color negro y rojo, llevando en la parte superior dos esferas de color negro en línea vertical. Su característica luminosa son dos destellos de luz blanca.



6.10 Señales de Aguas Seguras

Estas señales nos indican que las aguas son navegables alrededor de ella. Son conocidas también como boyas de medio canal porque pueden ser empleadas para señalar el centro o eje de un canal. Otro uso de este tipo de marcas es en canales angostos como boyas de recalada. Estas boyas dejadas o franqueadas a distancia prudencial le garantizan al navegante encontrarse seguro.



Como se puede apreciar del gráfico, tienen forma esférica o en su marca de tope llevan una esfera de color rojo. Están pintadas con franjas verticales rojas y blancas. Si tiene luz es blanca y su característica luminosa o ritmo puede ser isofásica o de ocultaciones, o un destello largo cada 10 segundos, o la letra “A” en código Morse (punto raya).

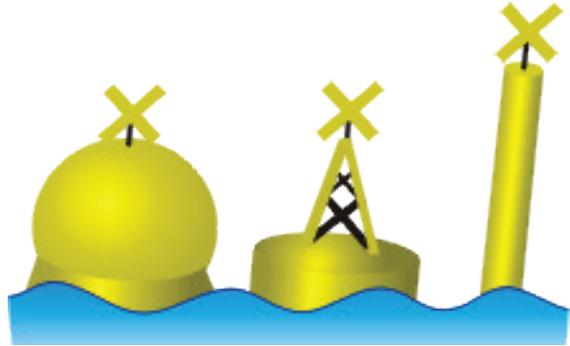
6.11 Señales Especiales

Son señales cuya finalidad no es ayudar a la navegación, sino demarcar un área de interés particular o indicar una zona especial, por ejemplo:

- Señales de los sistemas de Adquisición de Datos Oceánicos (ODAS).
- Señales de separación de tráfico donde el uso del balizamiento convencional de un canal podría provocar confusión.

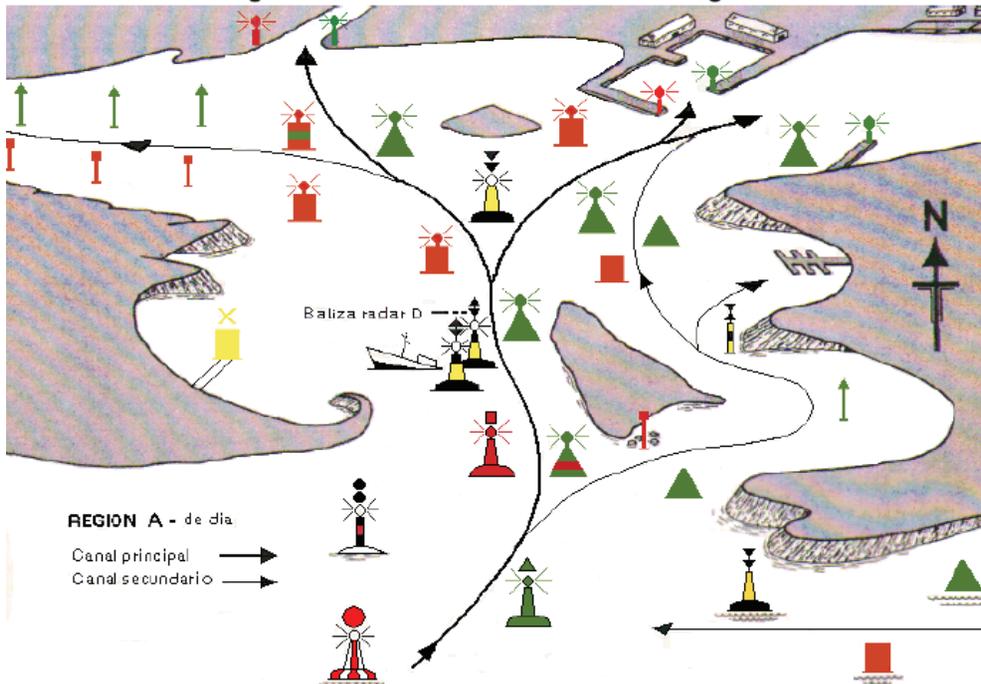
- Señales indicadoras de depósito de materiales o vertederos de descarga de dragado.
- Señales indicadoras de zonas de ejercicios militares.
- Señales indicadoras de la presencia de cables o de tuberías.
- Señales indicadoras de zonas reservadas a recreación.

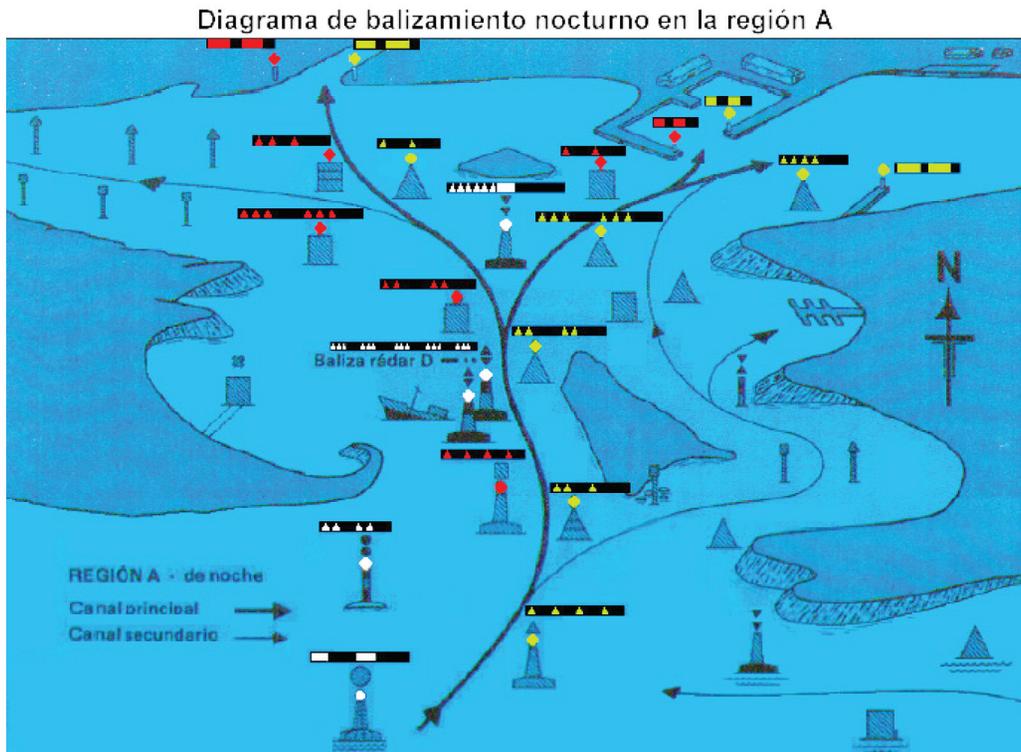
Este tipo de señales no debe entrar en conflicto con las vistas anteriormente; por eso, emplean un color distintivo como el amarillo, tanto para el color de su forma que puede ser diversa pero sin confundir a los navegantes, como para su marca de tope que tiene forma de "X", así como la luz que utilizan.



En las siguientes graficas podremos observar como se pueden configurar el balizamiento para el ingreso y salida de un puerto correspondiente al sistema IALA A, tanto en el día como en la noche; asimismo se detallan con flechas la dirección que debe de seguir nuestra unidad para el ingreso por el canal.

Diagrama de balizamiento diurno en la región A





6.12 Navarea

La Organización Marítima Internacional (OMI) contempla la división de Océanos y mares en 16 zonas geográficas, que no guardan relación con las líneas de frontera entre los estados. Se ha designado a determinados países para ejercer las funciones de coordinadores de zona y responsabilizarse de la recopilación, evaluación y difusión de los Avisos a los Navegantes; el Perú fue designado como Coordinador del Área XVI a fin de brindar información concerniente a la Seguridad de la Navegación y la vida en el mar. Los límites del área designada son $3^{\circ}24' S$ y $18^{\circ}21' S$, y del litoral hasta el Meridiano, $120^{\circ}00' W$.

La responsabilidad es ejercida por la Marina de Guerra del Perú, a través de la Dirección de Hidrografía y Navegación, la cual mediante el sistema IMSO proporciona información a todos los navegantes en el área de responsabilidad referida a faros, luces, boyas, presencia de restos peligrosos, minas a la deriva, rocas, bancos, arrecifes, construcciones marinas, ejercicio de tiro, delimitación de zonas específicas, etc. para una navegación segura; por ello, el navegante debe tener pleno conocimiento de estas ayudas y/o peligros a la navegación.

La información puede llegar a los navegantes por medio del INMARSAT, NAVTEX o por señales de radio.

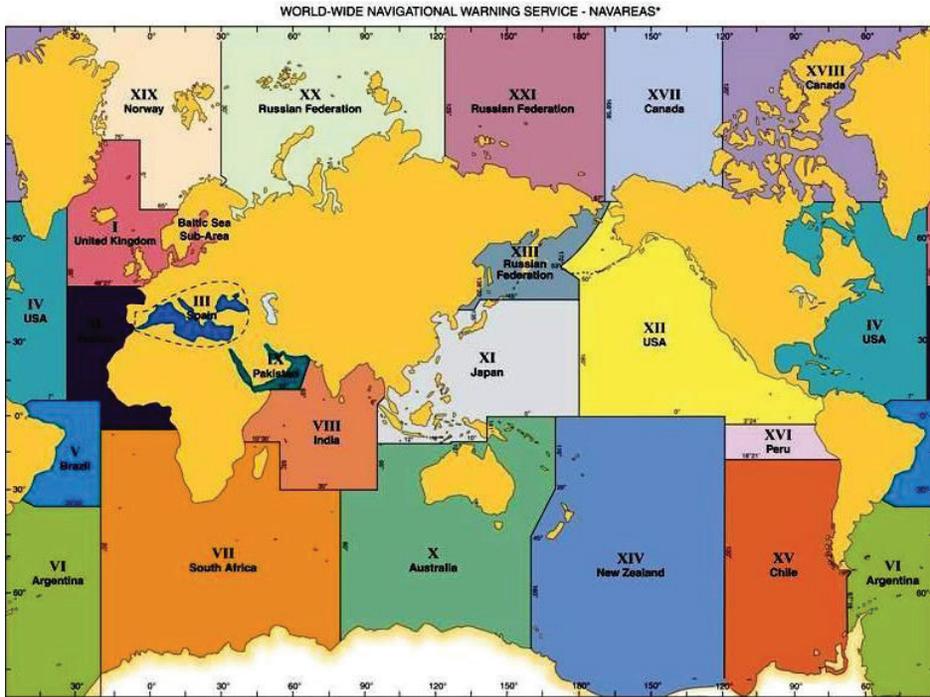


DIAGRAMA DE INFORMACION NAVAREAS



Evaluación

1. ¿Qué entiende por Ayudas a la Navegación?
2. ¿Qué entiende por Señalización Náutica?
3. Dibuje las formas que puede tener una boya.
4. Explique el significado de: **GpD(2)BR 20s 65m 17M**.
5. ¿Qué entiende por Racon, con cuantos contamos en nuestro litoral?
6. Señale las diferencias entre los Sistema de Boyado marítimo IALA A y B.
7. Si observa una señal cardinal “Este” como debe maniobrar su unidad.
8. ¿Cómo son las señales de Aguas Seguras?
9. Si observa una boya de color amarillo que significa.
10. ¿Qué entiende por NAVAREA y cuál es la asignada al Perú?

CAPÍTULO 7

MAREAS, CORRIENTES Y VIENTOS



7.1 Introducción

Toda embarcación al tener una parte sumergida y la otra en el medio atmosférico va a estar sometido a los movimientos propios de los mares y del medio ambiente.

Los mares y océanos están sometidos a diferentes fuerzas, los mismos que ocasionan el movimiento de las masas de agua en olas, mareas y corrientes marinas. Las olas y las mareas pueden ser observadas desde la superficie del agua, mientras que las corrientes van por debajo de la superficie de la misma.

Cada uno de estos tres movimientos mencionados de la parte de mar se debe a distintas causas. Las olas son producto de los vientos que pasan por la superficie del agua; las mareas son causa de otro fenómeno que es la atracción que el Sol y la

Luna ejercen sobre el agua; en cambio, las corrientes son ocasionadas por diversos motivos, de ahí que existan diferentes tipos de corriente de acuerdo a su origen. En el caso del medio ambiente es necesario destacar la presencia de los vientos, producto de la diferencia de presiones que se presenta en cada zona.

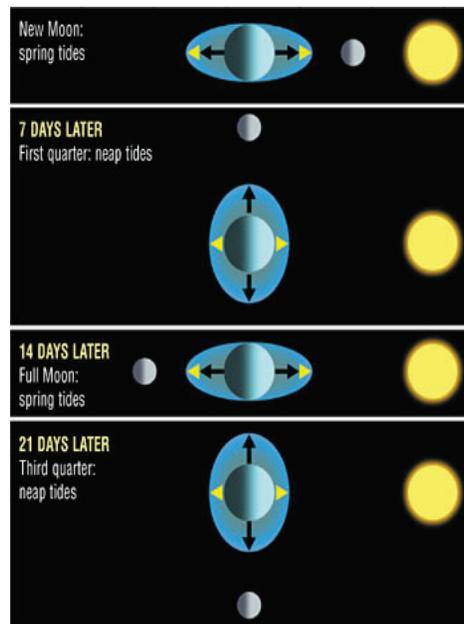
En el presente capítulo, detallaremos la importancia de conocer las mareas, las corrientes y los vientos, así como el empleo de la información referida a estos fenómenos para su empleo en la navegación.

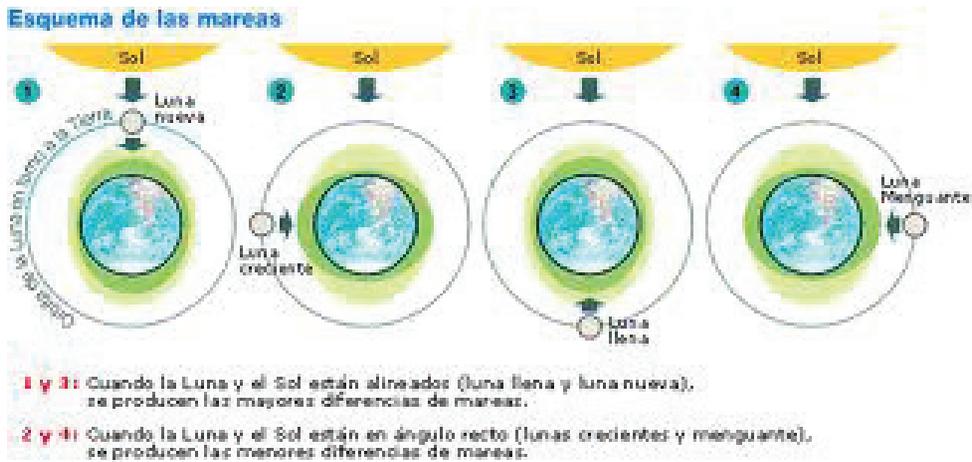
7.2 Mareas

El concepto de marea es muy sencillo y puede ser observado de diversos apostaderos cercanos al mar, inclusive desde la misma Escuela Naval; en la poza interior de nuestra alma máter, Ud. en reiteradas oportunidades habrá podido apreciar que el nivel de agua muchas veces se aproxima al borde de la explanada adyacente, mientras que en otras ocasiones observa que el agua se ha “retirado” dejando prácticamente sin agua la poza. Estas oscilaciones verticales del agua de acuerdo a un nivel establecido reciben el nombre de mareas. Asimismo, si ha sido un poco más acucioso, habrá podido observar que el nivel del agua durante el día sube en dos ocasiones y baja en dos ocasiones, siendo variable las horas en que se produce entre un día u otro. Otra condición que variará será el de la magnitud de la oscilación vertical, es decir, en algunos días notará que el agua “sube” o “baja” más que en otros días.

Como definición, podemos decir que la marea es el ascenso y descenso periódicos del nivel del mar, que incluye las aguas oceánicas, las de mar abierto, los golfos y las bahías.

Se mencionó que las mareas son el producto de la atracción de la Luna y el Sol sobre las aguas del mar; esto es debido a la ley de Gravitación: “dos cuerpos se atraen con una fuerza que es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa”; esta fuerza de atracción considerando la masa de agua como uno de los cuerpos es lo que produce las mareas. En realidad, como se puede deducir de la fórmula, todos los astros y planetas ejercen atracción sobre las aguas del mar, pero de acuerdo a la distancia que se encuentran o la masa de los mismos su influencia en las mareas es despreciable a excepción del Sol y la Luna, donde este último es el que tiene una mayor ascendencia sobre el resultado final ya que su acción es 2,7 veces superior al del Sol.





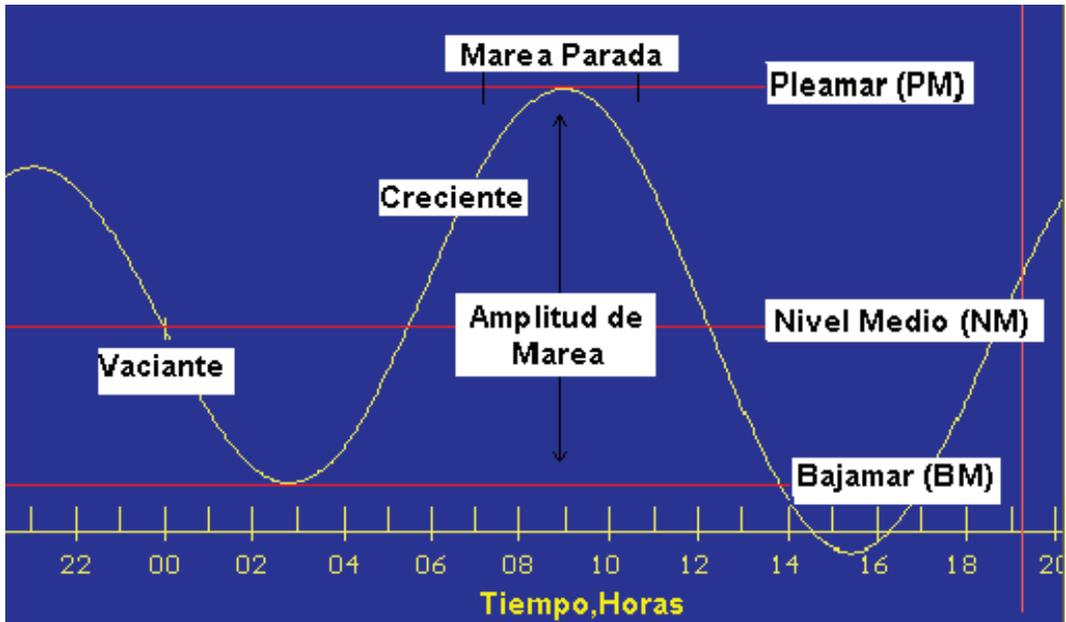
7.2.1 Importancia y Periodicidad de las Mareas en la Navegación

Las mareas son empleadas en forma permanente por los navegantes sobre todo cuando vamos a ingresar o salir de puerto, para fondear, para transitar por canales, para navegar en aguas restringidas o de poca profundidad y para pasar por debajo de puentes.

La información de las mareas es importante porque ayuda a calcular anticipadamente, para cualquier hora, la altura de la marea, lo que nos permite tomar las precauciones de seguridad necesarias cuando el calado se encuentra próximo al fondo; adicionalmente, para cruzar canales de poca profundidad o que tienen una amplitud de marea del orden de metros, es imprescindible contar con el cálculo de la marea en la zona.

Asimismo, cuando vamos a fondear en un área no es suficiente con conocer la profundidad en el momento del fondeo, es necesario conocer como variará la marea durante el tiempo en que nos encontremos, así como la amplitud, de forma de tomar las precauciones necesarias con la cantidad de cadena que debemos emplear durante la maniobra.

La periodicidad de las mareas está formada por las mareas altas y bajas que se alternan en un ciclo continuo de un día lunar. Las variaciones producidas de forma natural entre los niveles de marea alta y baja se conocen como amplitud de la marea. Si observamos un día completo las oscilaciones del mar, podemos comprender mejor este ciclo. Esto nos permitiría determinar que primero el nivel del agua sube (Creciente) hasta llegar a un máximo llamado Pleamar (PM) o "llena". Luego, se mantiene estacionaria por un periodo de tiempo; se la llama Marea Parada. Posteriormente, comienza a bajar (Vaciente) hasta llegar a un mínimo llamado Bajamar (BM) o "seca", produciéndose otro periodo estacionario. Este ciclo se repite cada día lunar (24 h, 50 min, 28 s), produciendo dos mareas altas y dos mareas bajas en cada ciclo.



La siguiente gráfica muestra este movimiento diario:

7.2.2 Definiciones

- **Pleamar:** nivel máximo alcanzado por una MAREA CRECIENTE.
- **Bajamar:** nivel mínimo alcanzado por una MAREA VACIANTE.
- **Marea creciente:** período de la MAREA entre la BAJAMAR y la PLEAMAR consecutiva.
- **Marea vaciante:** período de la MAREA entre la PLEAMAR y la BAJAMAR consecutiva.
- **Nivel Medio del Mar:** es el promedio de la altura del mar para todas las fases de la marea tomado durante una larga serie de observaciones.
- **Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias:** es el promedio de la bajamar de las mareas de sicigias que ocurren un día o dos después de la luna nueva o llena.
- **Altura de la marea:** Distancia vertical entre el nivel del mar y el nivel de reducción de sondas, en un instante cualquiera.
 - ✓ **Altura de la Plea:** Nivel más alto alcanzado por una marea y el nivel de reducción de sondas.

- ✓ **Altura de la bajamar:** Nivel más bajo alcanzado por la marea vaciante y el nivel de reducción de sondas.
- **Amplitud de la marea:** Diferencia de altura entre una pleamar y una baja marea consecutivamente en un día cualquiera.
- **Diferencia de mareas:** Tiempo transcurrido entre la hora de la pleamar y bajamar de un lugar determinado.
- **Duración de la creciente y vaciante:**
 - ✓ **Duración creciente:** Tiempo que transcurre desde la bajamar hasta la pleamar.
 - ✓ **Duración vaciante:** Tiempo que transcurre desde la pleamar hasta la bajamar.
- **Establecimiento del puerto (E. del P.)** Se expresa en horas y minutos. Representa el intervalo entre el paso de la Luna por el meridiano del lugar y la siguiente pleamar. Es decir, para obtener la hora de la pleamar en un día determinado, basta obtener de la Tabla de Mareas, la hora media del paso de la Luna por el meridiano del lugar para ese día y sumarle el E. del P.
- **Marea de sicigias:** Marea que se produce durante la luna llena o nueva. La amplitud de la marea tiende a aumentar entre un 10% a un 30% de la amplitud media del lugar.
- **Puerto Patrón:** Es un lugar donde se observan la marea por un lapso periódico de tiempo y se determinan las constantes de mareas. Este puerto aparece en la Tabla I, con las predicciones diarias de la hora y altura de las pleas y bajamares, sobre sus respectivos planos de referencias. Se emplea también para la comparación de observaciones simultáneas con los puertos secundarios, cuya lista y datos aparecen en la Tabla II.
- **Simbología de corrientes**
- **Puerto Secundario:** Es un lugar donde se ha observado una serie corta de observaciones de mareas hasta dos meses y se hayan o no comparadas con observaciones de un puerto patrón, que tenga un tipo de marea comparable.
- **Sicigia:** Fase de la luna cuando es llena o nueva.

7.2.3 Tipos de Marea

De acuerdo a la cantidad de pleas y bajamares que se produzcan durante un día lunar, en un lugar específico, se distinguen los siguientes tipos de mareas:

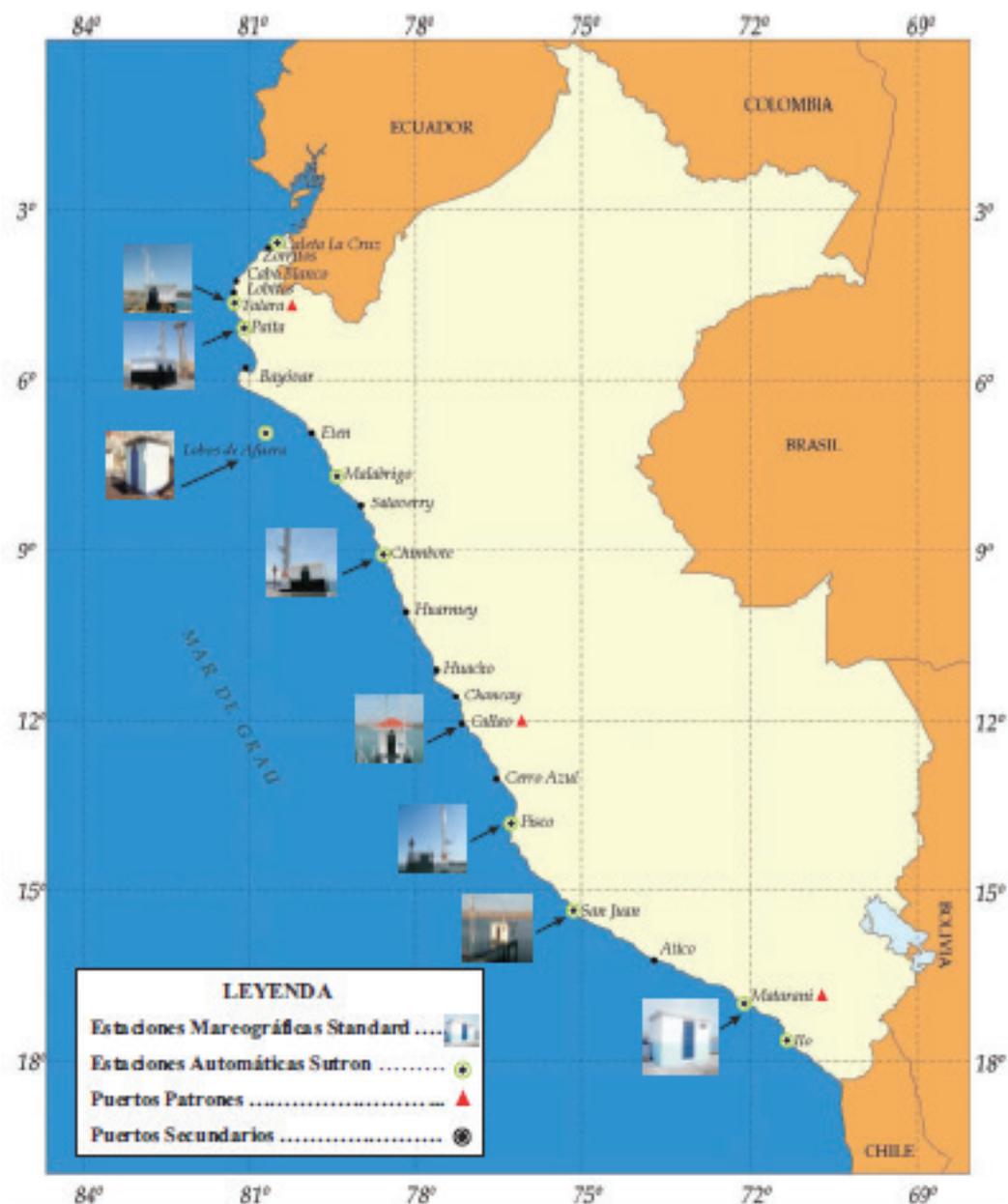
- A.- **Semidiurna:** Cuando se producen diariamente dos altas y dos bajas, con relativa igualdad de altura entre correspondientes altas y bajas. Este tipo de marea se produce en prácticamente toda la costa de los océanos, que no tienen accidentes geográficos muy notables.
- B.- **Diurna:** Cuando en un día se produce solo una alta y una bajamar. Este tipo de mareas se produce generalmente en grandes golfos.
- C.- **Mixta:** Este tipo de mareas se caracteriza por grandes desigualdades de altura entre altas o bajas consecutivas. Es posible que se produzcan dos altas y dos bajas el mismo día, pero en determinadas épocas pasan a ser diurnas. Este tipo de mareas no es muy común, pero se puede observar en el Estrecho de Magallanes.

Las mareas que se producen en la costa peruana responden al tipo mixto preponderantemente semidiurno, es decir que se presentan dos pleamares y dos bajamares en un día; además fluyen de norte a sur en sentido horario, de tal manera que la marea alta se presenta primero en el norte del país, horas después en Lima y más tarde en el sur.

7.2.4 Estaciones Mareográficas

Las mareas no se manifiestan en iguales proporciones en todos los lugares, pueden variar en distancias cortas a lo largo de la costa, debido principalmente a la configuración de la misma, ya que influyen variantes como la latitud, profundidad, morfología de costa, etc.

Actualmente en nuestro litoral existe una red de estaciones mareográficas a cargo de la Dirección de Hidrografía y Navegación, las mismas que se encuentran ubicadas en los puertos de: Caleta La Cruz, Talara, Paita, Isla Lobos de Afuera, Malabrigo, Chimbote, Callao, Pisco, San Juan, Matarani e Ilo. En la Tabla de Mareas, se publican las predicciones diarias de las horas y alturas de las pleamares y bajamares para tres puertos patrones y dieciocho puertos secundarios, los cuales figuran solamente con la denominación de la localidad. Los Puertos Patrones, también llamados “Estaciones Primarias de Mareas” son estaciones mareográficas que poseen una larga serie de observaciones de mareas para las cuales se determinan las constantes de marea, usándose como valores “tipo” para comparar las observaciones simultáneas de un Puerto Secundario. Los Puertos Secundarios, son “Estaciones Secundarias de Mareas” en las cuales se obtienen observaciones de corto período, las mismas que son reducidas por comparación con observaciones simultáneas de otra estación para obtener una mejor determinación de las constantes de mareas.



7.2.5 Empleo de la Tabla de Mareas

Para determinar la marea para una determinada fecha en un determinado puerto lo primero que debemos hacer es identificar las hojas correspondiente al puerto que deseamos obtener la marea. Posteriormente ubicar la columna correspondiente al mes para encontrar la fecha y hora que deseamos, se puede verificar por ejemplo de la hoja inferior extraída de la tabla de mareas 2010 que para cada día figura las horas de las pleamares y bajamares y al lado derecho de cada una de estas horas, la altura en centímetros de la marea.

Por ejemplo, para el día 4 de octubre del 2010 encontraremos que a las 0236 y a las 1456 serán las pleamares con 78 y 52 centímetros respectivamente, mientras que a las 0922 y 2054 serán las bajamares con 12 y 7 centímetros respectivamente.

CALLAO

81

OCTUBRE			NOVIEMBRE				DICIEMBRE										
Día	Hora	cm	Día	Hora	cm	Día	Hora	cm	Día	Hora	cm						
1 VI	0707	31	16 SA	0125	72	1 LU	0106	76	16 MA	0112	77	16 JU	0121	60			
	1018	35		0812	21		0802	13		0829	15		0759	6	0804	17	
	1654	16		1344	44		1355	50		1510	60		1449	71	1523	70	
			1924	25	1929	20	2052	35	2026	33	2134	45					
2 SA	0054	67	17 DO	0213	71	2 MA	0154	78	17 MI	0229	62	2 JU	0201	73	17 VI	0205	58
	0806	26		0852	18		0840	6		0900	11		0841	1		0840	13
	1255	37		1440	50		1452	60		1551	66		1543	81		1559	77
	1835	15	2028	24	2036	18	2147	33	2140	29	2225	40					
3 DO	0150	72	18 LU	0253	70	3 MI	0239	78	18 JU	0303	60	3 VI	0251	68	18 SA	0247	55
	0847	19		0924	15		0917	-2		0929	6		0923	-4		0916	9
	1401	44		1528	56		1545	71		1625	72		1632	89		1633	83
	1954	12	2121	23	2137	15	2232	30	2243	25	2305	35					
4 LU	0236	78	19 MA	0328	69	4 JU	0324	76	19 VI	0335	57	4 SA	0342	63	19 DO	0329	53
	0922	12		0952	11		0954	-8		0957	2		1007	-6		0952	5
	1456	52		1609	62		1636	81		1656	77		1719	95		1706	88
	2054	7	2204	21	2235	13	2310	27	2339	21	2341	32					
5 MA	0319	82	20 MI	0359	67	5 VI	0409	72	20 SA	0408	54	5 DO	0435	59	20 LU	0412	53
	0956	4		1018	7		1032	-13		1025	-1		1050	-7		1029	1
	1549	62		1645	67		1725	89		1727	81		1805	99		1742	93
	2148	3	2242	20	2332	11	2347	24	2347	24	2347	24					
6 MI	0402	85	21 JU	0428	65	6 SA	0456	66	21 DO	0442	51	6 LU	0031	19	21 MA	0017	30
	1031	-3		1043	4		1111	-14		1054	-3		0527	55		0456	53
	1642	72		1717	72		1812	93		1759	85		1133	-6		1109	-1
	2240	1	2316	19					1849	99	1819	97					

TABLA B

CORRECCIÓN PARA OBTENER LA ALTURA DE LA MAREA EN UN INSTANTE CUALQUIERA

(b) Diferencia de tiempo entre el momento considerado y la hora de la plea o baja más cercana.

	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
	(a) Duración de la llenante o vaciante	4 00	0 08	0 16	0 24	0 32	0 40	0 48	0 56	1 04	1 12	1 20	1 28	1 36	1 44	1 52
	4 20	0 09	0 17	0 26	0 35	0 43	0 52	1 01	1 09	1 18	1 27	1 35	1 44	1 53	2 01	2 10
	4 40	0 09	0 19	0 28	0 37	0 47	0 56	1 05	1 15	1 24	1 33	1 43	1 52	2 01	2 11	2 20
	5 00	0 10	0 20	0 30	0 40	0 50	1 00	1 10	1 20	1 30	1 40	1 50	2 00	2 10	2 20	2 30
	5 20	0 11	0 21	0 32	0 43	0 53	1 04	1 15	1 25	1 36	1 47	1 57	2 08	2 19	2 29	2 40
	5 40	0 11	0 23	0 34	0 45	0 57	1 08	1 19	1 31	1 42	1 53	2 05	2 16	2 27	2 39	2 50
	6 00	0 12	0 24	0 36	0 48	1 00	1 12	1 24	1 36	1 48	2 00	2 12	2 24	2 36	2 48	3 00
	6 20	0 13	0 25	0 38	0 51	1 03	1 16	1 29	1 41	1 54	2 07	2 19	2 32	2 45	2 57	3 10
	6 40	0 13	0 27	0 40	0 53	1 07	1 20	1 33	1 47	2 00	2 13	2 27	2 40	2 53	3 07	3 20
	7 00	0 14	0 28	0 42	0 56	1 10	1 24	1 38	1 52	2 06	2 20	2 34	2 48	3 02	3 16	3 30
	7 20	0 15	0 29	0 44	0 59	1 13	1 28	1 43	1 57	2 12	2 27	2 41	2 56	3 11	3 25	3 40
	7 40	0 15	0 31	0 46	1 01	1 17	1 32	1 47	2 03	2 18	2 33	2 49	3 04	3 19	3 35	3 50
	8 00	0 16	0 32	0 48	1 04	1 20	1 36	1 52	2 08	2 24	2 40	2 56	3 12	3 28	3 44	4 00
	8 20	0 17	0 33	0 50	1 07	1 23	1 40	1 57	2 13	2 30	2 47	3 03	3 20	3 37	3 53	4 10
	8 40	0 17	0 34	0 52	1 09	1 27	1 44	2 01	2 19	2 36	2 53	3 11	3 28	3 45	4 03	4 20
	9 00	0 18	0 36	0 54	1 12	1 30	1 48	2 06	2 24	2 42	3 00	3 18	3 36	3 54	4 12	4 30
	9 20	0 19	0 37	0 56	1 15	1 33	1 52	2 11	2 29	2 48	3 07	3 25	3 44	4 03	4 21	4 40
	9 40	0 19	0 39	0 58	1 17	1 37	1 56	2 15	2 34	2 54	3 13	3 33	3 52	4 11	4 31	4 50
	10 00	0 20	0 40	1 00	1 20	1 40	2 00	2 20	2 40	3 00	3 20	3 40	4 00	4 20	4 40	5 00
(c) Amplitud de la marea del día considerado	Corrección en centímetros a la altura de la plea o bajamar															
	40	0	0	1	2	3	4	5	7	8	10	12	14	16	18	20
	60	0	0	1	3	4	6	8	10	12	16	18	21	24	27	30
	80	0	1	2	4	6	8	10	14	16	20	24	28	32	36	40
	100	0	1	2	4	7	10	13	17	21	26	30	35	40	45	50
	120	0	1	3	5	8	11	16	20	25	31	36	41	48	54	60
	140	0	2	3	6	9	13	18	23	29	36	42	48	55	63	70
	160	0	2	4	7	11	15	21	26	33	41	47	55	63	72	80
	180	0	2	4	8	12	17	23	29	37	46	53	62	71	81	90
	200	0	2	5	9	13	19	26	33	41	51	59	69	79	90	100
	220	0	2	5	10	15	21	29	36	45	56	65	76	87	99	110
	240	0	3	6	10	16	23	31	40	49	61	71	83	95	107	120
	260	0	3	6	11	17	25	33	43	54	66	77	90	103	116	130
	280	0	3	7	12	19	27	36	46	58	70	83	97	111	125	140
	300	0	3	7	13	20	29	39	50	62	75	89	104	119	134	150
	320	0	3	8	14	21	31	41	53	66	80	95	111	127	143	160
	340	0	4	8	15	23	32	44	56	70	85	101	117	135	152	170
	360	0	4	9	16	24	34	46	60	74	90	109	124	143	161	180
	380	0	4	9	16	25	36	49	63	78	95	113	131	150	170	190
	400	0	4	10	17	27	38	51	66	83	100	119	138	158	179	200
420	0	5	10	18	28	40	54	69	87	105	125	145	166	188	210	
440	0	5	11	19	29	42	57	73	91	110	131	152	174	197	220	
460	0	5	11	20	31	44	59	76	95	115	136	159	182	206	230	
480	0	5	12	21	32	46	62	79	99	120	142	166	190	215	240	
500	0	5	12	22	33	48	64	83	103	125	148	173	198	224	250	

Una vez ubicado el puerto y la fecha que deseamos determinar la marea, debemos emplear la tabla B que se encuentra en la tabla de mareas y que se puede apreciar a continuación:

Ejemplo:

- Calcular la altura marea en el puerto del Callao para el día 17 de noviembre 2010 a las 22 horas y 47 minutos.

Para solucionar el presente ejercicio vamos a emplear la tabla anterior, debiendo determinar inicialmente:

- Duración de la vaciante o llenante.
- Diferencia de tiempo entre el momento considerado y la plea o baja más cercana.
- Amplitud de la marea del día considerado.

Extrayendo los datos a emplear del puerto y día seleccionado tenemos:

17 noviembre:	20:28	24 cm
18 noviembre:	<u>02:53</u>	<u>70 cm</u>
	(a)	(c)

Resolviendo: (a) = 06 horas y 25 minutos (6h 20 min)
 (b) = 22:47 – 20:28 = 2 h 19 (2h 19min)
 (c) = 46 cm (40 cm)

Ingresando los datos a la tabla B se obtiene que la diferencia es de 12 cm.

Rpta: la altura de marea será de $24+12 = 36\text{cm}$

Debemos considerar que si el dato obtenido ha sido con referencia a la plea entonces se resta la respuesta, si ha sido con referencia a la baja, como en el presente ejemplo, entonces se suma la respuesta.

7.3 Corrientes Marinas

Una **corriente marina** es un movimiento de traslación, continuado y permanente de una masa de agua determinada de los océanos y en menor grado, de los mares más extensos. Estas corrientes tienen multitud de causas: principalmente, el movimiento de rotación terrestre (que actúa de manera distinta y hasta opuesta en el fondo del océano y en la superficie), los vientos constantes o planetarios, así como la configuración de las costas y la ubicación de los continentes.

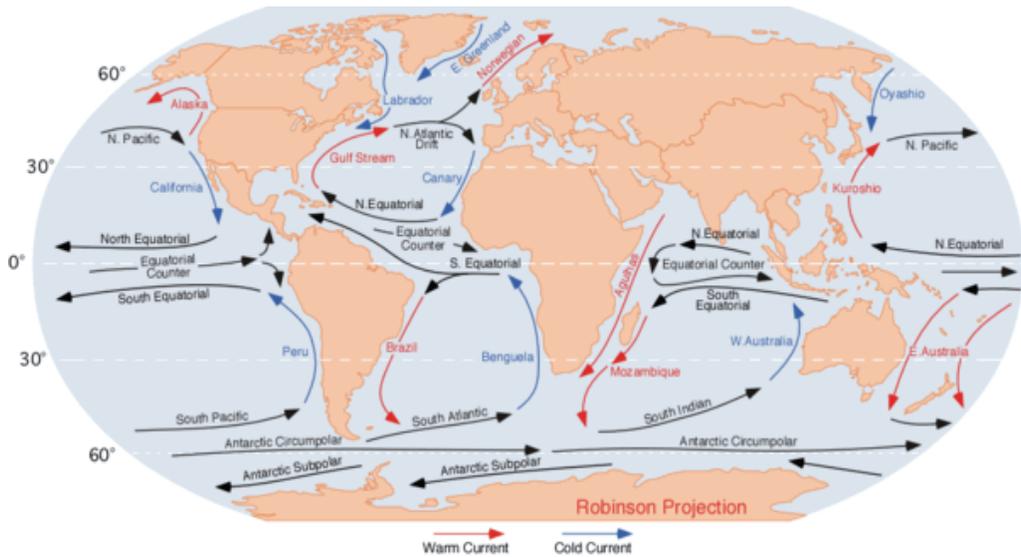
Las corrientes pueden clasificarse de acuerdo al fenómeno que las causa en

- Corrientes oceánicas
- Corrientes de marea

- Corrientes de oleaje
- Corrientes de deriva del litoral
- Corrientes de densidad

A continuación, describiremos las de mayor importancia para la navegación que son las corrientes oceánicas y las de marea.

7.3.1 Corrientes Oceánicas



Son producidas por el movimiento de rotación terrestre, por lo que presentan un movimiento constante, en general, en sentido este-oeste en la zona intertropical, o en sentido inverso, de oeste a este, es decir, contrario a la rotación terrestre en las latitudes medias o altas. Se trata (lo mismo que sucede con los vientos constantes o vientos planetarios) de desplazamientos producidos por efecto de la inercia: en la zona intertropical, las corrientes se mueven en sentido contrario a la rotación terrestre, las aguas del fondo oceánico acompañan a nuestro planeta en el movimiento de rotación de oeste a este, pero las aguas superficiales se van quedando atrás por inercia, lo que significa una corriente ecuatorial de gran amplitud y la de mayor volumen de agua que se produce en nuestro planeta. Dicho en otros términos, la corriente ecuatorial se desplaza de este a oeste por inercia, ya que las aguas presentan una resistencia a acompañar a nuestro planeta en su movimiento de rotación.

Pero en las latitudes medias y altas, las corrientes se mueven de oeste a este debido también al mismo principio de inercia, aunque, en este caso, se trata de un efecto inercial que va aumentando progresivamente a medida que aumenta la latitud, incrementándose su velocidad y llegando a superar ligeramente a la propia velocidad de la rotación terrestre. Por otra parte, como esta circulación

oceánica tiene un patrón similar al de los vientos planetarios, interactúan mutuamente, tanto en su velocidad de desplazamiento como en la cantidad de calor que trasladan. Involucran el movimiento de grandes masas de aguas, afectando la temperatura de la capa superior y repartiendo una enorme cantidad de humedad y, por ende, de calor, en el sentido de los meridianos. Por esta razón, las corrientes oceánicas son las que explican las enormes diferencias climáticas entre las costas americanas y europeas del Atlántico Norte.

7.3.2 Corrientes de Marea

Como se ha dicho, la variación de nivel del mar sobre la plataforma continental exige un movimiento alternativo del agua hacia la costa y hacia el mar. Junto al ascenso y descenso vertical de agua, hay varios movimientos horizontales o laterales llamados comúnmente corrientes de marea, muy diferentes de las corrientes oceánicas normales. En zonas cerradas, una corriente de marea fluye durante unas 6 h y 12 min aguas arriba, o hacia la costa, en correspondencia con la marea alta; después se invierte y fluye, durante casi el mismo tiempo, en dirección contraria, y se corresponde con la marea baja. Durante el período de inversión, el agua se caracteriza por un estado de inmovilidad, o calma, llamado repunte de la marea. Una corriente que fluye hacia la costa se califica como de avenida; y la que se aleja de la misma, reflujó. En sitios donde las mareas tienen gran amplitud, las velocidades de las corrientes de marea también pueden ser muy grandes, llegando a alcanzar los 10 nudos en ciertos lugares.

En el capítulo X relacionado a la navegación por estima se abordarán los efectos de las corrientes en las embarcaciones, denominado “ deriva”.

7.4 Vientos

El viento es el desplazamiento del aire de un lugar a otro sobre la superficie terrestre. Se produce por las diferencias en la temperatura del aire, y por tanto de la densidad, entre dos regiones de la Tierra.

La energía solar es la principal causa del calentamiento desigual de la tierra dando lugar a zonas de altas y bajas presiones. Este desequilibrio provoca el desplazamiento del aire dando lugar al viento. Cuando en una región la presión atmosférica es mayor que en otra, el aire se desplaza de la región de altas presiones (zonas anticiclónicas) a la región de baja presión (zona ciclónica), y el viento es tanto más fuerte cuanto mayor es la diferencia de presión.

Para el empleo de la información referida al viento será necesario tener conocimiento de 2 datos específicos: la dirección y la intensidad, la primera normalmente se da a conocer empleando la marcación de donde viene el viento, por lo cual siempre que se menciona la dirección debe anteceder la palabra “del”, para la intensidad la unidad de medida a emplear serán los “nudos”.

7.4.1 Clasificación de Vientos a Bordo

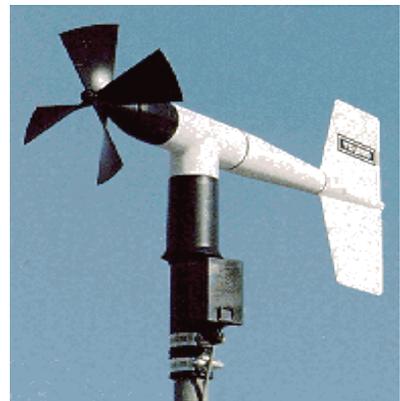
Si bien es cierto el viento es único, cuando nos encontremos en una embarcación en movimiento nos percataremos que el viento de la zona (viento verdadero) será diferente al viento que se recibe a bordo (viento relativo), esto debido a que la velocidad y rumbo de nuestra unidad modificara la dirección e intensidad del viento para nosotros.

- Viento verdadero o absoluto: es la dirección e intensidad del viento de una zona tomando como referencia la tierra.
- Viento relativo: es la dirección e intensidad del viento con referencia a nuestra unidad indicados a partir de nuestra proa; normalmente se expresa con las palabras rojo y verde, rojo cuando viene el viento por babor y verde cuando viene por estribor. Cabe señalar que en caso nuestra unidad no se encuentre en movimiento, la dirección e intensidad del viento será las mismas que la del viento verdadero pero expresados de forma diferente.
- Viento aparente: es la misma dirección e intensidad del viento relativo sólo que es expresada con referencia al norte verdadero; cuando el buque no se encuentra en movimiento el viento aparente es el mismo que el viento verdadero.

Se debe recordar que en el curso de Cinemática Naval se realizan ejercicios para determinar la dirección e intensidad de estos 3 tipos de vientos que se emplean a bordo.

7.4.2 Instrumento para Medir el Viento

La medición de la intensidad y dirección del viento se efectúa con instrumentos llamados anemómetros, que dispone de dos sensores, uno para medir la velocidad y otro para medir la dirección del viento.



El anemómetro está compuesto por una veleta que es la que indicará la dirección del viento y de unas aspas la cual nos proporcionará la intensidad del viento; en algunas ocasiones en lugar de aspas o hélice se emplean las cazoletas que son como “cucharas” que van a girar de acuerdo a la intensidad del viento.

Los indicadores a bordo pueden ser como los que se muestra a continuación, los mismos que como se observa nos proporcionan la velocidad absoluta y la velocidad relativa.



Los datos de viento son de suma importancia sobre todo cuando estamos realizando operaciones con helicópteros o en maniobras como la de fondeo, ingreso o salida de muelle, hombre al agua, etc.

Otro tipo de anemómetros que se emplean a bordo son los manuales, estos a diferencia de los anteriores sólo nos proporcionaran el viento aparente y para su uso debe buscarse una zona despejada del puente o puente alto.



Finalmente también se cuenta a bordo con mangas de viento, las cuales se encuentran ubicadas en lugares que nos indiquen de manera

rápida la dirección del viento relativo para la maniobra que estamos realizando; si es que vamos ingresar a muelle o a fondear la manga de viento se colocara en la proa de manera que sea visible, en caso de encontrarnos realizando operaciones con helicópteros la manga será colocada en la zona de la cubierta portahelicópteros donde sea visible. Es una referencia rápida a tener en cuenta si es que se observa alguna falla, error o demora en los anemómetros.

En el capítulo X relacionado a la navegación por estima se abordaran los efectos del viento en las embarcaciones, denominado “abatimiento”.

Evaluación

1. Defina Marea.
2. ¿Por qué se producen las mareas?
3. ¿Por qué es importante calcular la altura de la marea?
4. ¿Qué tipos de mareas existen?
5. ¿Qué son las estaciones mareográficas?
6. Desarrolle los siguientes ejercicios empleando la tabla B:
Para el puerto del Callao y el año 2010, determinar las siguientes alturas de marea para las siguientes fechas:
 - 3 octubre 12h 46 min.
 - 20 octubre 03h 24min.
 - 5 noviembre 07h 30min.
 - 17 diciembre 12h 13min
7. ¿Qué es una corriente marina y cómo se pueden clasificar?
8. Defina vientos y explique la clasificación que se emplea a bordo.
9. ¿Qué es el anemómetro y qué datos nos proporciona?
10. ¿Para qué se emplea la manga de vientos?

CAPÍTULO 8

TIPOS DE NAVEGACIÓN Y PLANEAMIENTO



8.1 Introducción

Los métodos de navegación han ido cambiando o perfeccionándose a través de la historia, desde los primeros navegantes quienes solo navegaban de día y no se alejaban de la costa para no perderse, pasando por el desarrollo que experimentó la navegación astronómica por medio de los diversos inventos y descubrimientos a lo largo de la historia, así como la aparición del radar a inicios de la Segunda Guerra Mundial, para posteriormente contar con el sistema de navegación satelital (GPS) desarrollado entre las décadas de los años 60 y 70.

En el presente capítulo, vamos a dar un breve repaso a los tipos de navegación con los respectivos métodos que emplea cada uno, para su posicionamiento, que al final vienen a ser ayudas al navegante para llevar la navegación segura durante la derrota trazada. Lo más importante es que el lector desarrolle su juicio sobre el tipo de posicionamiento que debe emplear en cada situación particular que se le presente, lo cual, en adición a la parte teórica que se presenta en el texto, debe ser complementada con continuas prácticas tanto en el aula como en la mar.

8.2 Tipos de Navegación

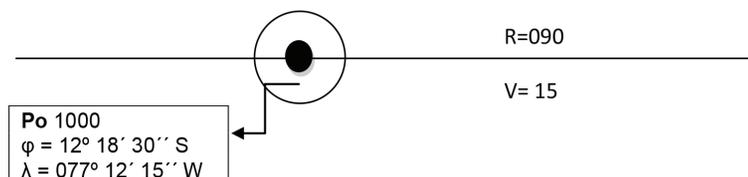
Podemos identificar cuatro tipos de navegación, establecidos casi de manera universal: navegación costera, navegación astronómica, navegación electrónica y navegación por estima. Estos van a ser brevemente descritos a continuación y ampliamente desarrollados en los capítulos que continúan en el presente texto, a excepción de la navegación astronómica que por la amplitud del tema debe ser tratado en un libro aparte.

8.2.1 Navegación Costera

Este tipo de navegación es la que se realiza cuando nos encontramos navegando en aguas restringidas (canales, ríos, puertos, etc.) o en áreas cercanas a la costa, por lo cual busca aprovechar la proximidad con la geografía observable, es decir, puntos conspicuos que se encuentren graficados en nuestra carta náutica. Este tipo de navegación emplea los métodos de posiciones observadas y posiciones observadas trasladadas para obtener la ubicación en la carta náutica de nuestra unidad.

La Posición Observada está referida a la obtención de las líneas de posición mediante la medición, por medio de instrumentos, del propio observador, para determinar la posición actual de nuestra unidad. Esto se efectúa tomando mediciones de las marcaciones y distancias de puntos notables que se encuentren en la costa. La posición observada es la primera prioridad para obtener la posición de cualquier embarcación por cuanto nos proporciona la mayor certeza y confiabilidad de la posición obtenida.

La nomenclatura que se emplea cuando se posiciona al buque mediante este método es Po y se grafica una circunferencia alrededor del punto determinado.



La Posición Observada Traslada es un método muy similar a la posición observada. Se realiza la medición de marcaciones y distancias por parte del propio observador, pero las mediciones realizadas no son simultáneas o sea que alguna línea de posición tiene que ser “trasladada” para poder determinar la posición de nuestra embarcación. Normalmente se emplea este método cuando solo se cuenta con un punto notable observable en la costa. Es la segunda prioridad para la determinación de la posición, por cuanto el traslado de líneas de posición normalmente arrastra algún tipo de error, por la precisión requerida para determinar la derrota y distancia navegada en el tramo que se requiere.

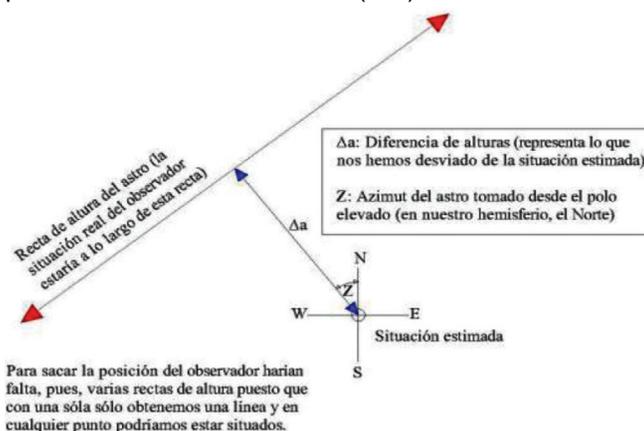
La nomenclatura que se emplea cuando se posiciona al buque mediante este método es Pot y al igual que la posición observada se grafica una circunferencia alrededor del punto determinado. La única variación del ejemplo de la gráfica anterior sería que en lugar de Po se coloque Pot.

Un detalle más amplio del presente método será desarrollado en el próximo capítulo.

8.2.2 Navegación Astronómica

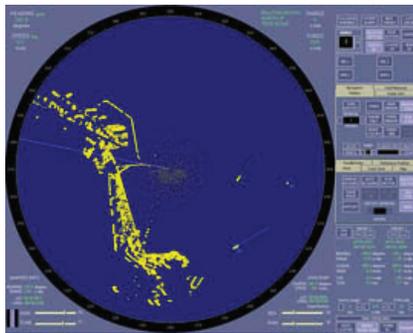
En la observación astronómica, las líneas de posición son llamadas “rectas de altura”, que original y rigurosamente representan parte de un círculo con centro en la posición geográfica de un astro. Las “rectas de altura” son obtenidas de las mediciones que se realiza con el sextante, de la altura del Sol, Luna, planetas o astros. Por fines prácticos, durante la gráfica en la carta, se traza una recta perpendicular a la línea azimutal del astro.

De manera similar a las posiciones que se obtienen por medio de la intersección de marcaciones de dos puntos notables identificados en la navegación costera, la intersección de dos “rectas de altura” casi simultáneas determinan el punto donde se encuentra el buque del observador. La posición que se obtiene por medio de las “rectas de altura” es una posición observada (**Po**). Igualmente, en caso de que las mediciones realizadas no se realicen de manera simultánea, se puede realizar una posición observada trasladada (**Pot**).



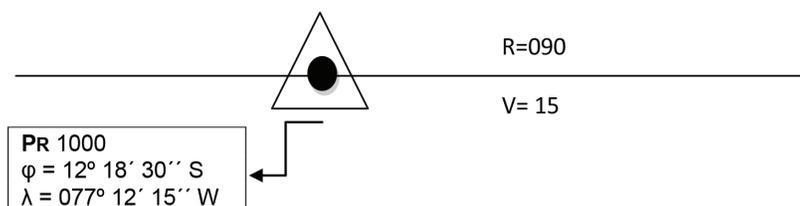
8.2.3 Navegación Electrónica

No se puede negar que el gran impulso tecnológico del siglo XX, a partir de la electrónica, ha revolucionado el conocimiento en todos los campos de la ciencia; la navegación no ha sido la excepción. Por ello, actualmente, las embarcaciones cuentan con equipos electrónicos cada vez más sofisticados que ayudan al navegante a poder responder cualquier duda respecto a su posición, rumbo, velocidad o profundidad en la que se encuentra. En esta parte, nos centraremos únicamente en los equipos **radar y el GPS** (Sistema de Posicionamiento Global) como método de posicionamiento para la navegación.



La Posición por Radar es un método para determinar nuestra posición en la mar, por la que se obtienen marcaciones y distancias a puntos notables de la costa, que se encuentran graficados en la carta, por medio del radar. Cabe señalar que la prioridad para graficar nuestra posición son las posiciones observadas o las posiciones observadas trasladadas, ya que, si bien es cierto que la posición por radar puede proporcionarnos una posición bastante exacta, al ser un equipo electrónico puede estar propenso a errores propios de su sistema. La posición por radar puede obtenerse de mediciones exclusivas realizadas por el radar o de la combinación con mediciones observadas; es decir, si cruzamos una línea de marcación obtenida mediante la observación con una línea de distancia obtenida mediante el radar, ambas líneas de posición nos determinarían una posición por radar.

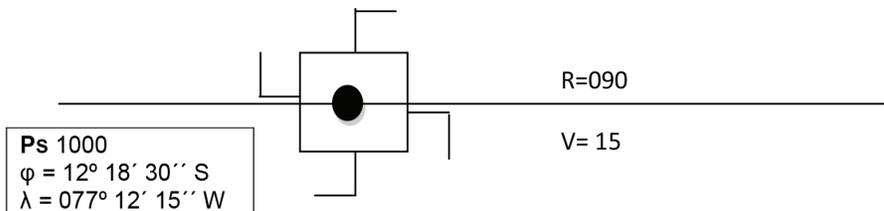
La nomenclatura que se emplea cuando se posiciona al buque mediante este método es PR y se grafica un triángulo alrededor del punto determinado.



La Posición Satelital es aquella que se obtiene directamente de modernos y precisos sistemas satelitales, los cuales nos permiten conocer nuestra posición de forma permanente durante la navegación, sin requerir de días despejados ni cercanías a la costa. El equipo que nos proporciona la posición satelital es el GPS (Global Positioning System) y cuenta con una pantalla que nos da la lectura de las coordenadas geográficas de la embarcación. Actualmente, los GPS se encuentran interfazados con cartas electrónicas que permiten visualizar, por medio de una pantalla, la posición digitalizada de nuestra unidad.



La nomenclatura que se emplea cuando se posiciona al buque mediante este método es PS y se grafica la siguiente figura alrededor del punto determinado.

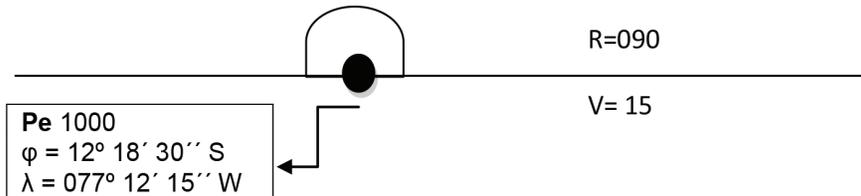


La posición satelital es el de mayor facilidad de uso, pero al ser un equipo electrónico puede estar propenso a un error o falla interna; los mayores detractores del empleo del GPS indican que inclusive se debe priorizar la posición estimada por sobre la posición satelital; sin embargo, actualmente su empleo ha pasado a tener una mayor prioridad que la navegación estimada.

8.2.4 Navegación por Estima

La navegación por estima es la que se realiza teniendo en cuenta el rumbo y la velocidad propia. Se inicia desde una posición inicial conocida para, sobre la base del rumbo y velocidad, determinar la dirección y distancia de avance de nuestra unidad. Es la última prioridad para determinar nuestra posición; sin embargo, eso no reduce la importancia de conocer la forma de aplicar este método durante la navegación.

La nomenclatura que se emplea cuando se posiciona al buque mediante este método es **Pe** y se grafica una semicircunferencia alrededor del punto determinado.



La explicación de cómo determinar la posición por estima se encuentra desarrollada en el capítulo X.

8.3 Prioridad en los Métodos de Posicionamiento

Como se ha explicado, para posicionarnos en la carta, se puede emplear una variedad de técnicas y métodos que nos permitirán determinar nuestra posición con una mayor o menor precisión. La prioridad para establecer la posición de nuestra unidad es la siguiente:

- Posición Observada (P_o).
- Posición Observada Traslada (P_{ot}).
- Posición por Radar (P_R).
- Posición por GPS (P_s).
- Posición Estimada (P_e).

Es necesario señalar que es bastante común durante la navegación emplear diferentes instrumentos y observaciones para obtener nuestra posición, es así que en algunas ocasiones se emplearán líneas de posición obtenidas por medio del radar y líneas de posición obtenidas de la observación, en cuyo caso se debe colocar en la posición establecida la nomenclatura de la posición de menor prioridad. Por ejemplo, si obtenemos una marcación por medio de nuestra alidada y una distancia por medio del radar, cuando crucemos ambas mediciones la posición que se obtiene es una posición por radar y no una posición observada.

Esta consideración debe ser tomada bastante en cuenta durante el transcurso de la derrota, ya que, si deseamos tener una navegación segura, debemos en lo posible obtener la posición de nuestra embarcación por medio de posiciones observadas. Asimismo, conocer los diferentes tipos de navegación y métodos de posicionamiento es importante para el navegante, porque todos conllevan ventajas y desventajas en su empleo; se debe desarrollar el criterio sobre qué método emplear para cada situación particular.

8.4 Proceso de la Navegación

Durante la navegación, su embarcación se va a encontrar, de manera general, en tres diferentes zonas o áreas que van a determinar el tipo de navegación que debemos emplear. Estas son:

- En aguas restringidas: es la que se realiza por canales de navegación, ríos, durante los ingresos o salidas de puerto, maniobras cercanas a islas o bajos, etc.
- Cercana a Costa: es la que se realiza a una distancia no mayor de 50 millas de la costa y con una profundidad promedio mayor de 100 metros.
- Oceánica: más allá de las 50 millas de costa.

El siguiente cuadro resumen es una guía general de cómo emplear cada método de posicionamiento de acuerdo al área en la que nos encontremos navegando:

	AGUAS RESTRINGIDAS	COSTERA	OCEÁNICA
Po	SÍ	SÍ	NO SE PUEDE POR DISTANCIA.
Po (Astronómica)	NO	SÍ	SÍ
PR	SÍ	SÍ	NO SE PUEDE POR DISTANCIA.
PS	NO	SÍ	SÍ
Pe	NO	SÍ	SÍ

La consideración para las Pot son las mismas que para las posiciones observadas.

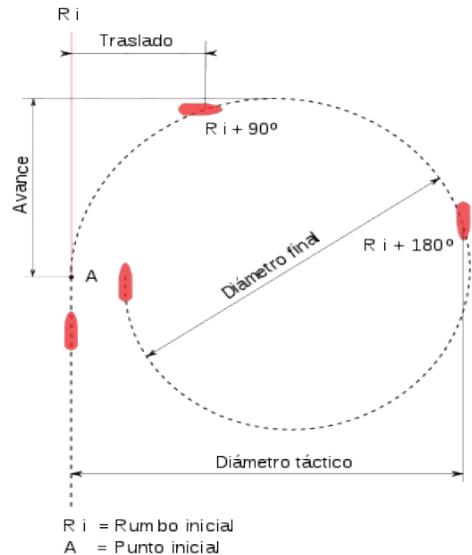
Como se puede apreciar del cuadro, para la navegación en aguas restringidas no se debe considerar las Po obtenidas mediante la navegación astronómica o las “rectas de altura” por cuanto en esta área es de gran importancia la rapidez en la obtención de la posición para continuar con una derrota segura; de la misma manera, al estar cerca a puntos conspicuos, debe evitar emplearse para posicionarnos el GPS o hacerlo por estima. En la navegación cercana a costa, se puede emplear cualquier método para obtener la posición teniendo en cuenta la prioridad establecida previamente. En la navegación oceánica, no es posible emplear puntos de costa para posicionarnos, por lo cual se debe priorizar la navegación astronómica, así como el GPS y la navegación por estima; sin embargo, es importante recordar que a la primera oportunidad debemos tratar de obtener marcaciones y distancias a la costa por medio de las observaciones o del radar.

8.5 Planeamiento y Trazado de la Derrota

Para realizar el planeamiento y trazado de la derrota, se debe seguir una serie de pasos que han sido en algunos casos explicados previamente u otros serán detallados en los capítulos posteriores y que debe concluir en un plan de viaje. A continuación, se detalla el procedimiento a seguir:

Para el planeamiento:

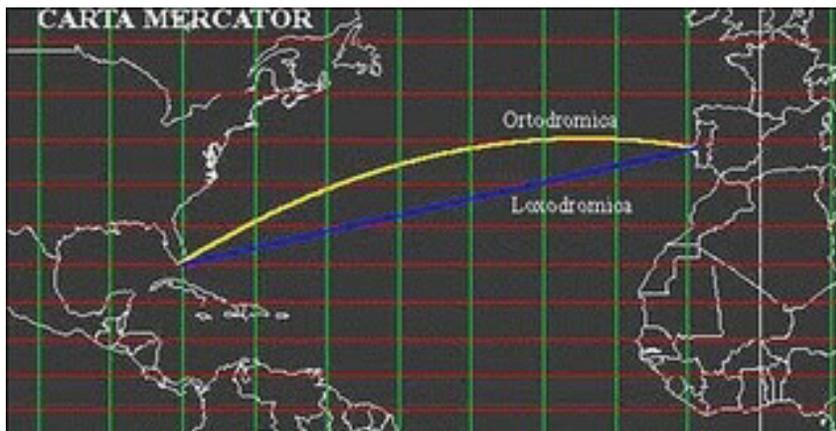
- Selección de las cartas náuticas y publicaciones a emplear. Tener en cuenta que en los buques de guerra se debe contar con dos juegos de los mismos, una para el puente y otra para el C.O.C. (Centro de Operaciones de Combate).
- Selección de las cartas piloto a emplear.
- Verificar los “avisos a los navegantes”, así como que las cartas náuticas y la carta electrónica tengan las últimas actualizaciones.
- Verificar el área por donde se va a navegar, examinando a través del derrotero u otro medio lo siguiente: peligros existentes, bajos, puntos notables, balizaje, corrientes marítimas, mareas, condiciones meteorológicas, etc.



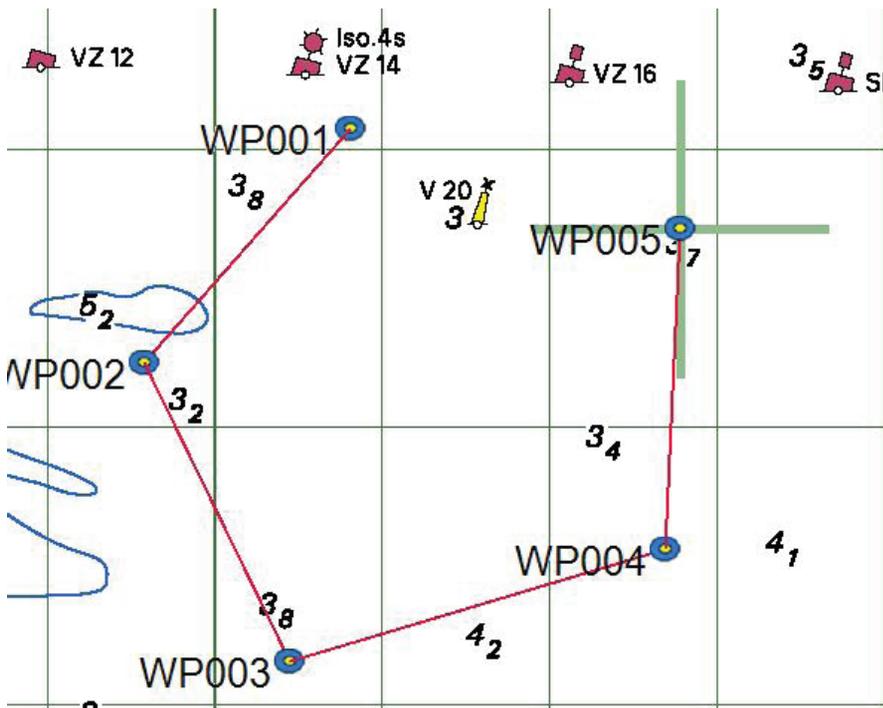
- Tener pleno conocimiento de las características de la embarcación, así como de los diámetros tácticos para cada velocidad, su avance y traslación.

El trazado en sí:

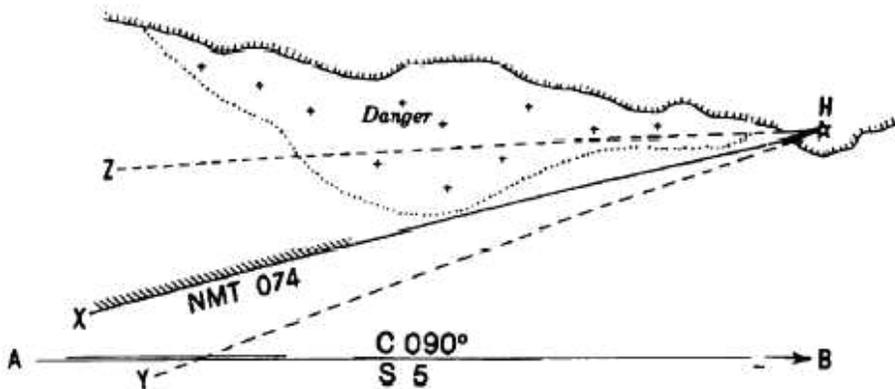
- Seleccionar la carta que llegue a cubrir el puerto de zarpe y el puerto de arribo, de manera de tener una referencia general o intención de la derrota a seguir.
- Considerar una derrota loxodrómica y una derrota ortodrómica para grandes distancias a navegar, normalmente mayor a 1,000 millas náuticas, o cuando nos encontremos en latitudes distantes del Ecuador.



- Determinar las distancias a navegar y seleccionar la derrota más conveniente, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas (distancia, proximidad de peligros, corrientes, cercanía de costa para puntos de referencia, etc.).
- Con la derrota seleccionada y la distancia calculada, de acuerdo a las fechas planificadas de zarpe y arribo, determinar nuestro S.O.A. (Speed of Avance = Velocidad de Avance).
- El S.O.A. calculado debe ser inferior a la velocidad que puede realizar la embarcación ya que en el desarrollo particular se generaran normalmente ligeros incrementos en la distancia de la derrota, así como algunas consideraciones adicionales de corriente y viento que pueden mermar nuestra velocidad.
- Trazar la derrota en las cartas particulares o de menor escala, considerando la separación necesaria de los peligros existentes. Así mismo, información de interés del derrotero debe ser reproducida o escribir la referencia de la página de interés en un lugar aparente de la carta.
- La derrota en la carta debe ser trazada por una línea de trazo continuo; a cada cambio de rumbo se le debe denominar WP (Waypoint = punto de ruta) con su respectivo número (WP1, WP2, WP3, etc.), de manera que entre el puerto de zarpe y el de arribo debe existir una serie de Waypoints con las coordenadas conocidas, lo que nos permitirá durante la derrota ir observando la ejecución de nuestra navegación con respecto a lo planeado.



- Levantar un registro de los Waypoints trazados e introducirlos en la carta electrónica y el GPS. Registrar los rumbos a seguir, distancias a navegar en cada pierna y ETAs (Estimated Time of Arrival) relativos a cada punto de avance de la navegación.
- Adicionalmente al trazado de la derrota considerar los puntos notables que van a ayudar a posicionarnos durante nuestra navegación, las enfilaciones de seguridad y las marcaciones de peligro que nos permitirá mantenernos alejados de las áreas de mayor riesgo.



- Realizar una conferencia con todo el equipo de navegación (timonel, radarista, contraalmirante, señaleros, etc.) para que tengan pleno conocimiento de lo planeado.

8.6 Ejecución de la Derrota

Durante la ejecución de la derrota, debemos emplear todos los métodos de posicionamientos que se detallaron en los puntos 8.2 y 8.3 y que serán desarrollados en los capítulos posteriores. Adicionalmente, hay que tener presente algunas consideraciones para una navegación segura:

- Verificar que los instrumentos se encuentren calibrados y que los equipos previamente hayan sido verificados por personal técnico.
- Tener a la mano la tabla de mareas ante cualquier eventualidad para ingresar a algún puerto o fondear en zona cercana a costa.
- Considerar los medios necesarios para poder obtener información meteorológica durante la travesía.
- Controlar el funcionamiento de las luces de navegación y de las señales para caso de niebla (pito, sirena, campana, etc.).
- Calcular el error de giro periódicamente. Normalmente, cada sección de guardia debe considerar durante su fracción el determinar, por lo menos una vez, el error de giro.
- En relación con la periodicidad que debemos obtener, nuestra posición va a depender mucho del área en la que nos encontremos navegando, así como de la situación particular. En el siguiente cuadro, podemos tener una guía general:

	AGUAS RESTRINGIDAS	COSTERA	OCEÁNICA
Tiempo (minutos)	Entre 1-3	Entre 3-15	Cada 30

- En relación con la profundidad y el empleo del fadómetro, para determinar la distancia del fondo, como guía general, seguir el siguiente cuadro:

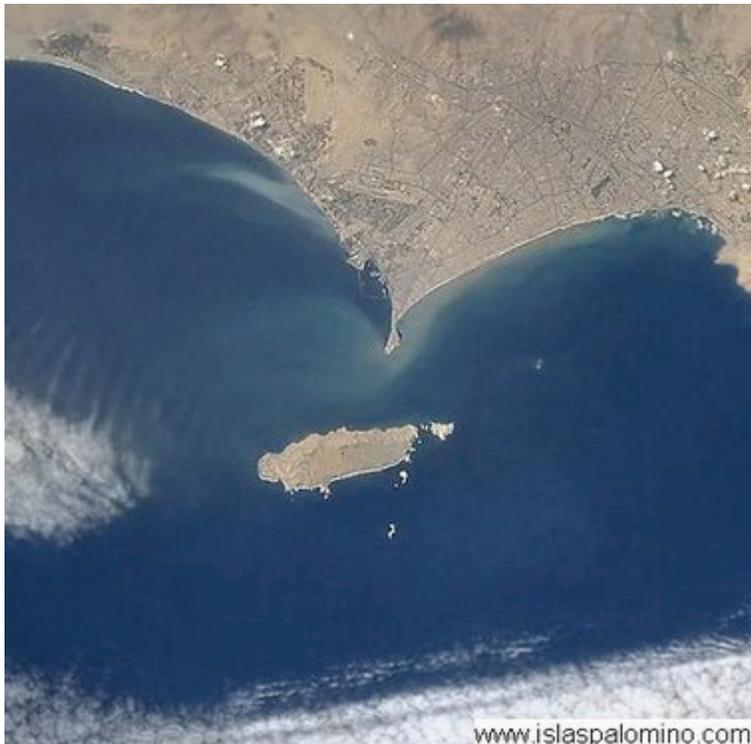
PROFUNDIDAD	INTERVALO
Menor de 30 metros	Continuamente
Entre 30 y 150 metros	Cada 15 minutos
Entre 150 y 300 metros	Cada 30 minutos
Mayor a 300 metros	Cada hora

Evaluación

1. ¿Cuántos tipos de navegación se han explicado en el presente capítulo y en qué se diferencian?
2. Grafique una posición observada (Po).
3. Grafique una posición por radar (Pr).
4. Grafique una posición satelital (Ps).
5. Grafique una posición por estima (Pe).
6. ¿Cuál es la prioridad entre los métodos de posicionamiento para establecer nuestra posición en la carta?
7. ¿Qué consideraciones debe tener en cuenta para el planeamiento de la derrota?
8. ¿Cómo se debe calcular la velocidad de avance de nuestra unidad?
9. ¿Para qué se emplean los "Waypoints"?
10. ¿Qué significa ETA y como se emplea en el trazado de nuestra derrota?
11. ¿Con que periodicidad debemos determinar nuestra posición y la profundidad en la que nos encontramos?

CAPÍTULO 9

NAVEGACIÓN COSTERA



CALLAO / ISLA SAN LORENZO

9.1 Introducción

La navegación costera es aquella que se realiza a la vista de costa o de puntos notables que pueden ser identificables durante nuestra derrota. Los puntos notables pueden ser los faros, islas, puntas, cerros, torres, etc., es decir, todas las partes destacables o conspicuas de la costa que se encuentren visibles y que pueden ser empleadas

para precisar nuestra posición y movimiento en la carta náutica; para ello, debemos emplear una serie de herramientas que nos permitirán obtener la mayor precisión de nuestras observaciones y mediciones. Estas observaciones y mediciones deberán ser trazadas en las cartas náuticas y llevarán por nombre líneas de posición.

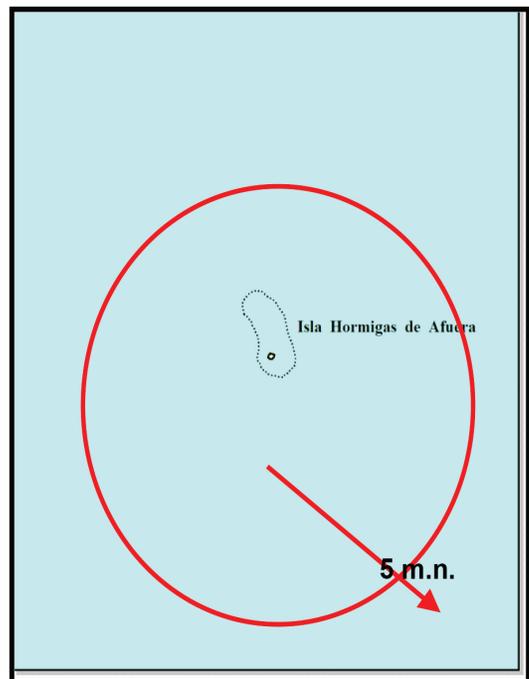
Por medio de la práctica continua de las observaciones, podremos llegar a obtener cierta agudeza visual que nos permitirá con seguridad y rapidez ir desarrollando nuestro “ojo mariner”, indispensable para poder desempeñarnos con eficiencia en situaciones de peligro y riesgo en que se llegue a encontrar nuestra unidad.

Finalmente cabe señalar que, durante el desarrollo de una derrota, es probable que la mayor parte del tiempo, por cuestiones de seguridad, la navegación se desarrolle alejada de la costa y sin poder visualizarla; por este motivo, a la primera oportunidad de poder obtener observaciones de la costa, se aproveche al máximo la situación y se pueda extraer la mayor cantidad de líneas de posición posibles que faciliten el desarrollo de nuestra navegación. Asimismo, es necesario aclarar que una posición observada realizada a puntos notables por personal capacitado es más precisa y segura que la información que nos pueda proporcionar el radar o el GPS.

9.2 Línea de Posición

Para determinar las líneas de posición, primero debemos avistar los puntos notables de la costa para identificarlos sin confusión y situarlos exactamente en la carta náutica. A partir de los puntos notables, se graficarán las líneas de posición y por medio de estas determinaremos nuestra posición.

Podemos definir la línea de posición como todas las posiciones en que se puede encontrar un buque o embarcación, desde una medición efectuada a un punto notable en un determinado momento; por ejemplo, si por medio del radar obtenemos que nos encontramos a 5 millas de una isla, entonces la línea de posición será todos los puntos que conforman la circunferencia de 5 millas con centro en la isla.



Para determinar la posición de nuestro buque, debemos efectuar la intersección de más de una línea de posición, de manera que el punto de “coincidencia” sea nuestra posición en la carta.

Las líneas de posición pueden darse por medio de:

- Marcaciones
- Enfilaciones
- Distancia
- Ángulos Horizontales
- Sondajes

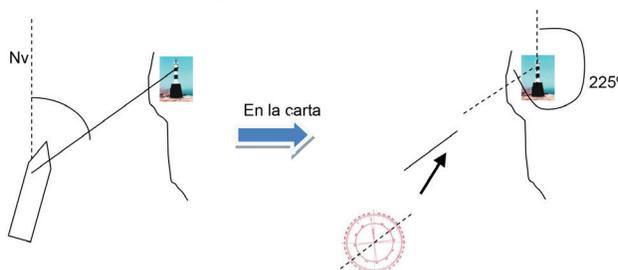
Las líneas de posición pueden tener normalmente formas de rectas o circunferencias, rectas para las marcaciones o enfilaciones y circunferencias para las distancias o ángulos horizontales. La excepción a estas formas es cuando se emplean los sondajes, que generalmente generan una línea irregular, paralela a la costa, que une puntos de igual profundidad (veriles o curvas de nivel).

9.3 La Marcación

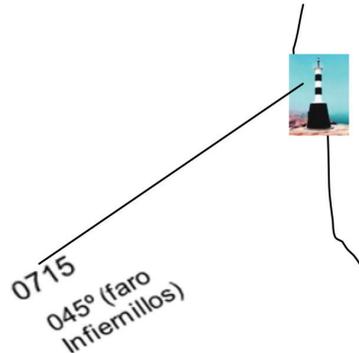
La marcación a un objeto o punto notable es una línea recta en la que se une el punto marcado con la posición del observador, y debe ser graficada en nuestra carta náutica.

Debe tenerse en cuenta que las marcaciones que se obtienen pueden ser magnéticas o del compás, pero que en la carta solo se pueden graficar las marcaciones verdaderas, por lo que se debe sumar la declinación magnética y el desvío del compás cuando se emplea para tomar las marcaciones el compás magnético; y en caso de emplearse el girocompás, debe considerarse el desvío del compás. Normalmente, las marcaciones son obtenidas por medio del girocompás porque usualmente ha sido alineado previo al zarpe para no tener error de giro, por lo que las marcaciones que nos proporcione a través de las alidadas del girocompás se pueden considerar como marcaciones verdaderas.

La forma de graficar una línea de marcación sobre una carta es por medio de la recíproca de la marcación obtenida; es decir, si obtenemos una marcación del 045° sobre un faro, se debe graficar la línea de marcación a partir del faro con la recíproca de la marcación, o sea 225° , normalmente llevada desde la rosa más cercana, tal como puede apreciarse en los siguientes gráficos:



Para su gráfica en la carta, debe emplearse cierta nomenclatura que nos permita su fácil identificación durante la navegación y nos evite confusiones posteriores. La recta debe ser trazada hasta las proximidades de nuestra actual posición; en la parte superior, debe colocarse la hora y, en la parte inferior, la marcación de la embarcación al punto notable y, en paréntesis, el punto notable de la observación, tal como puede apreciarse en el siguiente ejemplo:



Se deben tener las siguientes consideraciones al momento de tomar marcaciones:

- Las lecturas tomarlas con la mayor precisión posible, recordar que un error de un (1°) grado a un punto notable a 3 millas náuticas de distancia representa un error de casi 100 metros.
- Realizar las marcaciones cuando el buque haya estabilizado su rumbo; en caso de mar movido, efectuar varias medidas y trabajar con el promedio.
- Elegir preferentemente objetos cercanos a los lejanos, y los más bajos a los elevados.
- Medir primero los puntos notables hacia la proa y la popa, dejando para el final los que se encuentran al través.
- Tener especial cuidado cuando los puntos notables se encuentren muy cerca y estemos a gran velocidad porque existirá una rápida variación.

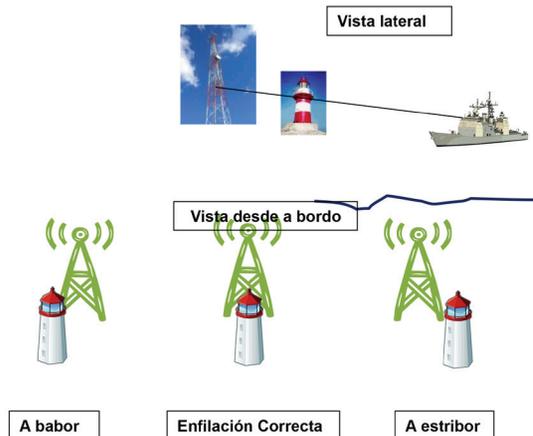


9.4 La Enfilación

Se obtiene cuando se observan dos puntos o señales fijas a tierra que se encuentran bien definidos, correctamente identificados y representados en la carta náutica. La enfilación es la línea de posición (LDP) más exacta que se pueda disponer durante una navegación costera, aunque normalmente se encuentra con mayor facilidad durante los ingresos y salidas de puertos, o sea durante la navegación en aguas restringidas. Es deseable que el punto o señal fija posterior sea más alto que la señal fija anterior.

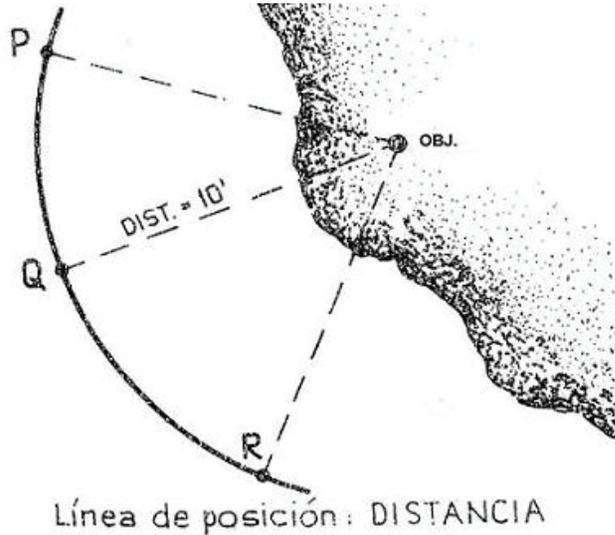


El empleo de las enfilaciones, como ya se dijo, se aprovechará normalmente para evitar peligros durante la navegación cercana a puertos, pero también son de mucha utilidad para confirmar la alineación del girocompás y determinar los desvíos del compas.



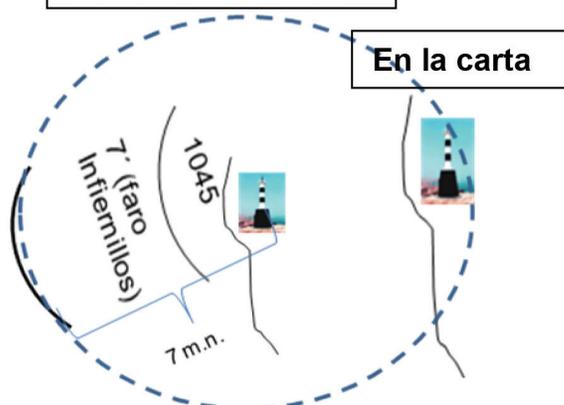
9.5 La Distancia

Viene a ser una línea de posición (LDP) determinada por la distancia a un punto notable, observado normalmente por medio del radar o un telémetro. Se grafica en la carta náutica mediante una circunferencia, o parte de ella, con centro en el punto observado y con radio igual a la distancia medida, teniendo en cuenta que la distancia debe considerar la escala de latitud de la carta que estamos empleando.



La forma de graficar la distancia en la carta náutica es dibujando solo un segmento de la circunferencia próxima a la posición en la que nos encontramos; en la parte interior, debe colocarse la hora y, en la parte exterior, la distancia y el nombre, en paréntesis, del punto notable de la observación, tal como se puede apreciar a continuación:

Procedimiento para graficar en la carta



Como se mencionó, el radar y el telémetro son los equipos con los que usualmente se determina la distancia; el radar será explicado en el capítulo XI referido a la navegación electrónica. El telémetro es un equipo empleado en buques de guerra, que normalmente es empleado para medir distancias más cortas que las que proporciona el radar. Existen también los portátiles que son más limitados en su alcance.

Sin embargo, se debe considerar que pueden ocurrir ciertos imprevistos o que, de acuerdo a la situación táctica, no se permita el empleo normal de nuestros sensores, en cuyo caso se debe recurrir a otros instrumentos para determinar la distancia, como, por ejemplo, el sextante.

9.5.1 Empleo del Sextante

El procedimiento para poder determinar la distancia por medio del sextante debe considerar observar un objeto o punto notable con altura conocida; esto es imprescindible para la determinación de la distancia, como veremos a continuación.



El empleo del sextante es enfocando el anteojo en el punto notable seleccionado, debiendo aparecer en el campo visual del anteojo dos imágenes superpuestas del mismo objeto; es decir, la imagen reflejada por los espejos debe coincidir con la imagen directa; cabe señalar que la escala del limbo y del micrómetro deben encontrarse en cero. A partir de allí, se debe comenzar a girar suavemente la

alidada y el tornillo del micrómetro (vernier) hasta hacer coincidir el tope de la imagen reflejada con la base de la imagen directa.

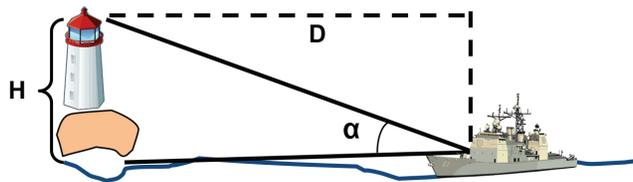


Normalmente, la lectura del índice de la alidada sobre la escala del limbo (lectura gruesa) y sobre la escala de vernier (lectura fina) va a dar un ángulo menor a los 3°; esto se debe a que la altura de los objetos notables escogidos no es en la mayoría de casos de grandes dimensiones (menores a 100 metros), por lo cual debe considerarse casi siempre girar únicamente el vernier.

Se presentaran dos casos para la determinación de la distancia por medio del sextante, cuando el punto notable se encuentre dentro del horizonte o cuando se encuentre más allá del horizonte del observador.

9.5.1.1 Dentro del Horizonte del Observador

Se debe resolver el triángulo recto de la figura, en el cual como ya se dijo la altura del punto notable tiene que ser conocida y el ángulo es determinado por medio del sextante a través del procedimiento explicado previamente.



Sean: altura del faro = H, ángulo del sextante = α y distancia = D

$$\tan \alpha = \frac{H \text{ (metros)}}{D \text{ (metros)}} ; \text{ entonces } D \text{ (metros)} = \frac{H \text{ (metros)}}{\tan \alpha} ; \text{ o}$$

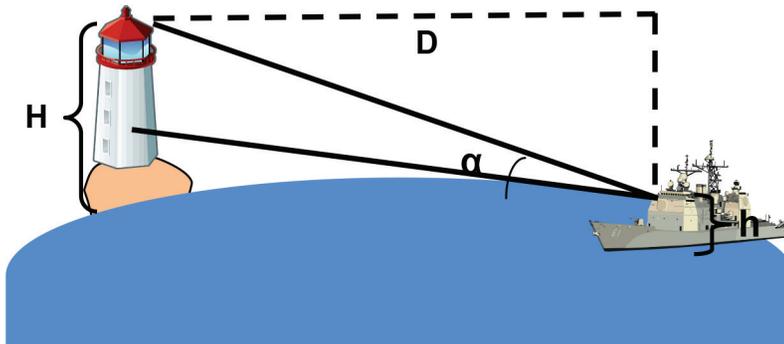
también

$$D \text{ (m.n.)} = \frac{H \text{ (metros)}}{1852 \times \tan \alpha}$$

9.5.1.2 Fuera del Horizonte del Observador

Cuando no es completamente visible el punto notable; el procedimiento es muy similar al anterior, únicamente que para este caso se debe considerar la altura desde donde se realiza la observación (regularmente el puente de comando) y la depresión aparente del horizonte que corresponde a esta altura de observación. Ambos datos deben ser conocidos previamente; la altura del observador se da por sobreentendido que es conocida y la depresión aparente (D_a) puede obtenerse del almanaque náutico. Para efectos prácticos podemos emplear la siguiente tabla para hallar el D_a :

Altura del ojo (metros)	3	5	7	9	11	13	15	17
D_a (minutos)	3.1'	4.0'	4.7'	5.3'	5.9'	6.4'	6.9'	7.4'



en donde: altura del observador = h, depresión aparente = D_a

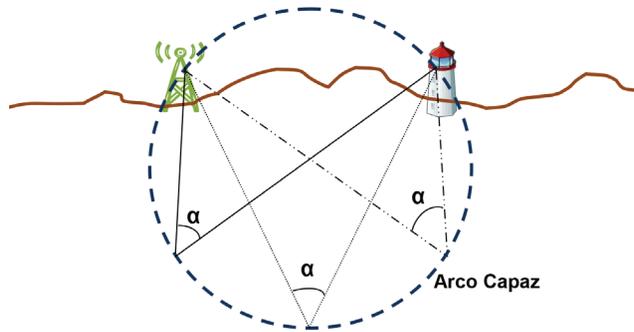
$$\tan (\alpha - D_a) = \frac{H - h \text{ (metros)}}{D \text{ (metros)}} ; \text{ entonces } D \text{ (metros)} = \frac{H - h \text{ (metros)}}{\tan (\alpha - D_a)}$$

$$; \text{ o también } D \text{ (m.n.)} = \frac{H - h \text{ (metros)}}{1852 \times \tan (\alpha - D_a)}$$

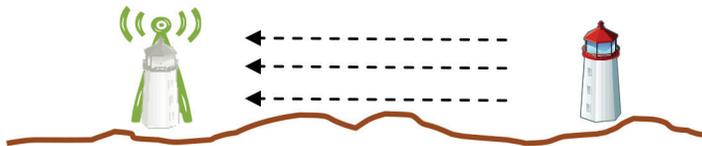
9.6 El Ángulo Horizontal

Es una línea de posición obtenida por medio de la medición del ángulo horizontal entre dos puntos notables a través del sextante. La línea de posición que nos proporciona un ángulo horizontal es una circunferencia, la cual se denomina **arco capaz**, porque

desde cualquier punto de la mencionada circunferencia puede medirse el mismo ángulo a los dos puntos observados.

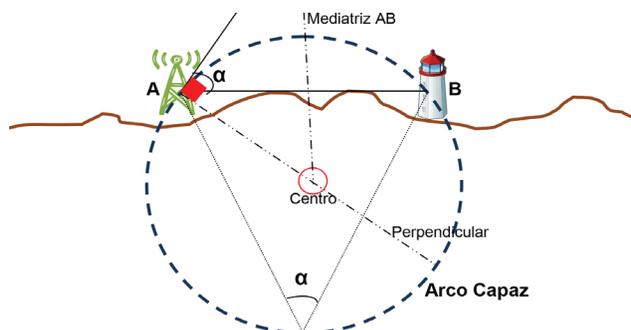


Para obtener la medida del ángulo, el sextante debe estar enfocado en uno de los puntos notables con la escala del limbo y del micrómetro en cero. A continuación, se debe llevar la imagen reflejada de uno de los puntos notables hasta hacerla coincidir con la imagen directa del otro punto notable; la lectura del índice de la alidada con la lectura fina del vernier nos proporcionará el ángulo horizontal.



La dificultad en aplicar este método radica en ubicar el centro de la circunferencia (arco capaz) que deseamos graficar; el procedimiento para ubicarlo es el siguiente:

- Unir con una recta los dos puntos notables (A y B).
- Trazar una perpendicular a la recta AB en el punto medio (mediatriz).
- Graficar una recta con el ángulo horizontal medido (α) a partir de la recta AB, con dirección hacia tierra.
- Trazar la perpendicular a esta última recta; el corte con la mediatriz de AB nos indicará el centro de la circunferencia. El radio será la distancia desde el centro a cualquiera de los puntos notables.



Como puede apreciarse de la gráfica, cuando el ángulo horizontal (α) sea agudo, el centro quedará hacia el lado de mar, mientras que, cuando sea obtuso, quedará hacia tierra. En caso α sea recto ($\alpha = 90^\circ$), el centro de la circunferencia será el punto medio de la recta AB.

Una manera práctica de graficar la posición por medio de ángulos horizontales es empleando el compás de tres brazos, cuyo empleo se explicará en el presente capítulo.

9.7 Línea de Posición por Sondaje

Actualmente, es una línea de posición poco empleada. Para su uso, se requiere veriles o isobatas bien definidas y paralelas a la costa, donde no existan profundidades irregulares, que nos indique el mismo valor de sondaje en distintos lugares.

De la figura, si nos encontramos saliendo de puerto y observamos, por medio de una sonda, un cambio de profundidad de 4 a 5 metros, el mencionado veril graficado en la carta será nuestra línea de posición.



Si bien es cierto que, como ya se mencionó, su uso no es muy común para determinar la posición, es imprescindible mantener el conocimiento de la profundidad cuando nos encontremos navegando en aguas restringidas para mantener la seguridad de la embarcación.

9.8 Métodos para Determinar la Posición

A continuación, desarrollaremos las diferentes formas en las que podemos ubicar nuestra posición en la carta náutica, para lo cual debemos utilizar las líneas de posición (LDP) desarrolladas previamente en el presente capítulo, la combinación entre las mismas o el uso de uno de ellos nos proporcionará nuestra posición en la carta.

9.8.1 Posición por Marcaciones

La posición por medio únicamente de marcaciones es una **Posición Observada (Po)** y puede obtenerse por medio de cruce de marcaciones de dos o más puntos notables; las marcaciones deben ser tomadas de manera **simultánea** para obtener una posición más exacta. En caso de contar con un solo punto notable, igualmente es posible determinar la posición, en cuyo caso se le denominará **Posición Observada Traslada (Pot)**.

También puede darse el caso de que, para obtener la posición, empleemos las marcaciones con una enfilación, una distancia, un ángulo horizontal o un sondaje.

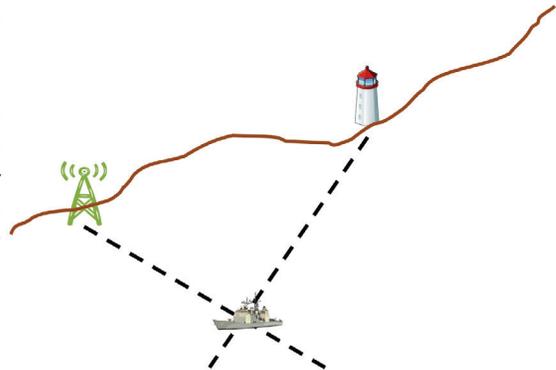
Cruce de Marcaciones a Dos Puntos Notables

Desarrollemos un ejemplo:

A 1015 horas, un buque observa un faro en marcación 030° y una antena en marcación 320° .

Como se explicó anteriormente, a partir de los puntos notables se grafican las marcaciones recíprocas a las determinadas por la unidad. Es conveniente señalar que no es necesario graficar las rectas completas, porque puede resultar perjudicial para los próximos trazos que se desean realizar.

Cuando se realiza este tipo de posicionamiento, se debe buscar que los puntos notables seleccionados con la unidad formen un ángulo preferentemente de 90° , evitar los ángulos menores de 30° o los que sobrepasen los 150° porque pueden inducir a error.



Cruce de Marcaciones a Tres o más Puntos Notables

El caso es muy similar al anterior, con la salvedad de que en el caso de tres puntos notables lo más probable es que se forme una figura triangular en lugar de coincidir las tres marcaciones en un punto; dependiendo de la extensión de esta figura (si fueran cuatro puntos notables, se formaría un cuadrilátero), se puede asumir la posición como el centro de la misma, pero, en caso se forme una figura de regular extensión, se tendrá que verificar las observaciones realizadas y los equipos que estamos empleando.

El error que puede surgir se puede deber a múltiples factores: a no tomar las mediciones de las marcaciones de forma simultánea, seleccionar puntos notables con ángulos menores de 30° entre ellos, alidades no calibradas, puntos notables mal graficados en las cartas, etc.



Empleo de Enfilaciones

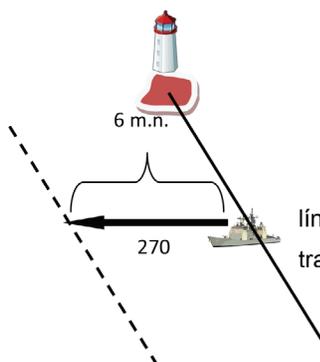
Cabe señalar que el empleo de las enfilaciones es muy similar a las marcaciones, motivo por el cual ya no serán desarrolladas, porque sería redundar en lo anteriormente explicado.

9.8.2 Posición Observada Traslada

Este es un caso particular cuando solo se cuenta con un punto notable y se desee establecer nuestra posición por medio de marcaciones, para lo cual se debe realizar el “traslado” en el tiempo de una línea de posición de manera que, al volver a tomar una nueva línea de posición, contemos con dos marcaciones que puedan cruzarse y de esta forma obtener una posición, la cual se denomina posición observada trasladada (Pot).

Ejemplos de línea de posición trasladada:

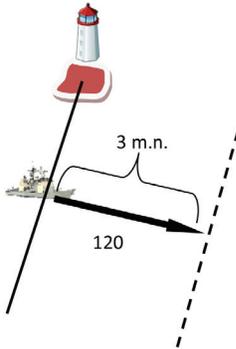
1. Una embarcación observa un faro en marcación 330° a las 1025 horas; se pide trasladar la marcación para las 1055 horas si se encuentra navegando al rumbo 270° y 12 nudos.



La unidad se desplazará 6 millas en los 30 minutos, por lo que la línea de posición trasladada tendrá que trazarse a 6 millas en la dirección del 270° .

La unidad se desplazará 6 millas en los 30 minutos, por lo que la línea de posición trasladada tendrá que trazarse a 6 millas en la dirección del 270° .

2. Una embarcación observa un faro en marcación 025° a las 0240 horas; se pide trasladar la marcación para las 0300 horas si se encuentra navegando al rumbo 120° y 10 nudos.



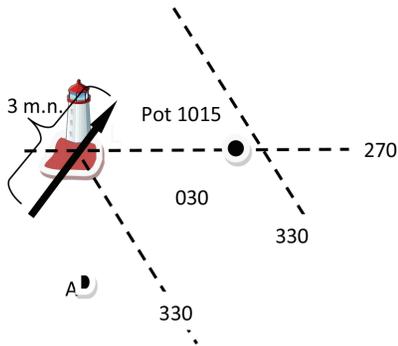
La unidad se desplazará 3 millas en los 20 minutos, por lo que la línea de posición trasladada tendrá que trazarse a 3 millas en la dirección del 120° .

Una vez que hemos comprendido cómo trasladar una línea de posición, podemos determinar una posición observada trasladada (Pot) siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

- Obtener una primera marcación de un punto notable teniendo en cuenta la hora en que se está efectuando la medición.
- Obtener una segunda medición de un punto notable.
- Realizar el “traslado” de la primera línea de posición a la hora de la segunda medición de acuerdo al método explicado previamente.
- Tener en cuenta que entre la primera y la segunda medición se debe buscar que las marcaciones no deben tener una diferencia menor de 30° ni mayor de 150° .
- La diferencia entre las horas de las mediciones debe ser menor a 1 hora, por cuanto un mayor tiempo puede ocasionar un mayor error.
- En caso de producirse cambios de rumbo y/o velocidad entre las mediciones, deberán ser considerados para el “traslado” de la primera línea de posición.

A continuación, presentamos algunos ejemplos para obtener una Pot:

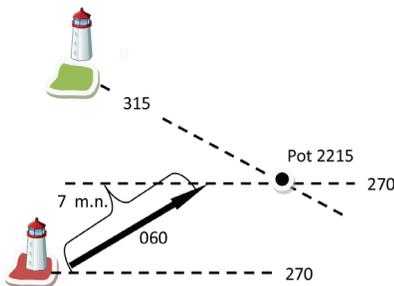
3. Su unidad se encuentra navegando al rumbo 030° velocidad 12 nudos y observa a las 1000 horas un faro en marcación 330° ; al cabo de 15 minutos, vuelve a observar al mismo faro en marcación 270° . Si su posición estimada de las 1000 horas es el punto A, determine la Pot de 1015 horas.



La unidad navegará 3 millas en los 15 minutos, se traslada la primera marcación (330°) a las 1015 horas. Posteriormente, se traza la marcación de las 1015 horas (270°) y la intersección de las 2 rectas nos proporcionara nuestra Pot.

Como se puede apreciar, la posición estimada no es significativa para obtener la Pot, pero sí resulta importante determinar la distancia exacta navegada durante el tiempo que se va a realizar el traslado de la línea de posición; de esto dependerá la precisión y exactitud de la Pot. Para los ejemplos, se está empleando la fórmula $e = v \times t$; sin embargo, a bordo también debe considerarse el empleo de la corredera que determina con mayor exactitud el avance en distancia de nuestra unidad.

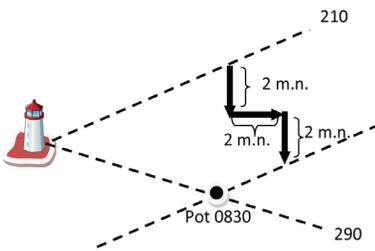
4. Su unidad se encuentra navegando al rumbo 060, velocidad 14 nudos. Ud. observa un faro en marcación 270° a las 2145 horas, al cabo de 30 minutos observa un segundo faro en marcación 315°, pero no logra observar al primer faro. Determine la Pot de su unidad para las 2215 horas.



La unidad navegará 7 millas en los 30 minutos, se traslada la primera marcación (270°) a las 2215 horas. Posteriormente, se traza la marcación de las 2215 horas (315°) y la intersección de las 2 rectas nos proporcionara nuestra Pot.

Como se ha podido apreciar del ejemplo, la Pot no es exclusiva cuando se cuente con un solo punto notable, puede ser empleada de diversas formas, pero se debe considerar que el traslado de la línea de posición tiene cierto margen de error, sobre todo por el cálculo de la distancia y derrota navegada.

5. Su unidad se encuentra navegando al rumbo 180°, velocidad 12 nudos. Ud. observa un faro en marcación 210° a las 0800 horas, a las 0810 cambia de rumbo al 090° y a las 0820 vuelve a caer al rumbo 180°. Determine la Pot de su unidad para las 0830 horas, si en este momento Ud. observa al mismo faro en marcación 290°.

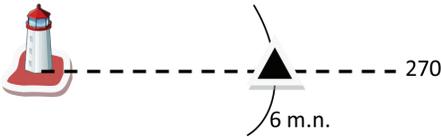


Se debe realizar el traslado de la primera línea de posición considerando los cambios de rumbo de la unidad y la distancia navegada en cada uno de los rumbos. Para el presente ejemplo, se navegará 2 millas cada 10 minutos, se trazan los rumbos y distancias navegadas y se traslada la primera marcación (210°) a las 0830 horas. Posteriormente, se traza la marcación de las 0830 horas (290°) y la intersección de las 2 rectas nos proporcionará nuestra Pot.

Del ejemplo anterior, se ha podido apreciar que se deben considerar los cambios de rumbo para poder determinar la Pot; asimismo, en caso de realizarse cambios de velocidad, los mismos deben ser considerados para el traslado de la línea de posición.

9.8.3 Posición por Marcación y Distancia

Este método es uno de los más usados y normalmente se emplea obteniendo la marcación y la distancia por medio del radar; aunque como hemos explicado, existen otras formas de obtener la marcación (alidadas) y la distancia (sextante, telemetro o sextante).

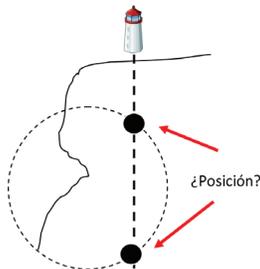


En el ejemplo, se puede observar que se han tomado las mediciones con el radar del faro, marcación 270°, distancia 6 m.n. Obsérvese que la gráfica de la posición es triangular por haber sido medida con un radar, a diferencia de las posiciones observadas que son circulares.

Asimismo, en caso de contarse con más de un punto notable, es deseable tomar una mayor cantidad de mediciones, teniendo en cuenta que el radar facilita las mencionadas mediciones de marcación y distancia a varios puntos a la vez.

Es necesario tener en cuenta que es posible que se presente algún caso de ambigüedad al medir una marcación de un punto notable y la distancia de otro, tal como se puede apreciar en el siguiente grafico:

Distancia a la punta 5 millas, marcación al faro 000°



Como se puede apreciar en el ejemplo, la posición de nuestra unidad podría ser cualquiera de las dos que han sido obtenidas; es necesario retomar otras mediciones que nos permitan asegurar la posición exacta de nuestra unidad.

9.8.4 Posición por Marcación y Sondaje

Como ya se mencionó, no es muy aconsejable emplear los sondajes como línea de posición; sin embargo, puede emplearse como referencia cuando se navega por aguas restringidas. El procedimiento a seguir es trazar la marcación obtenida y con la línea del veril de la profundidad medida en determinado punto se obtiene la posición.



En el presente ejemplo, se ha tomado la marcación al cabezo del muelle, 120°, y se ha medido que nos encontramos en la línea de veril de 10 metros. El cruce de la marcación con la línea de veril nos proporciona nuestra posición.

9.8.5 Posición por Marcación y Ángulo Horizontal

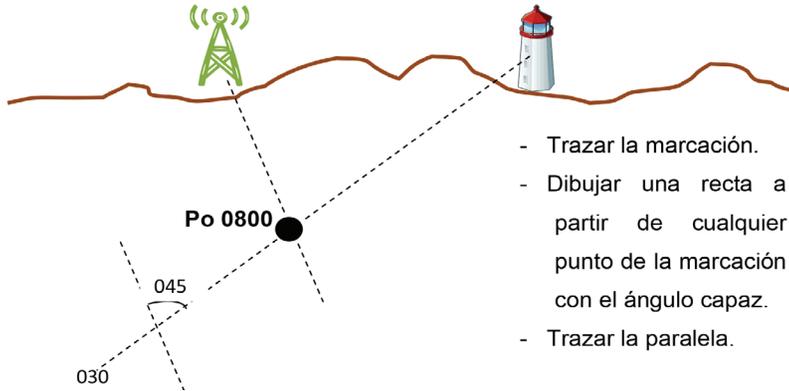
Para poder posicionarnos por este método, debemos considerar que tenemos que graficar un ángulo capaz, lo cual fue descrito en el presente capítulo (9.6 Ángulo Horizontal); sin embargo, al contar con una línea de posición como la marcación, nos facilita el desarrollo del trabajo como se apreciará a continuación en el siguiente ejemplo.

Su unidad se encuentra navegando al rumbo 090°, velocidad 12 nudos. Ud. observa un faro en marcación 030° a las 0800 horas y obtiene la medida del arco capaz entre el faro y una torre que se encuentra graficada en la carta de 045°. Determine la posición de su unidad para las 0800 horas.

Existen dos maneras de desarrollar el presente problema. La primera forma más matemática es deducir la marcación a la torre de acuerdo a los otros datos

medidos, es decir, Marcación torre = $030^\circ - 045^\circ = 345^\circ$.

Se debe tener cuidado en el empleo de los signos, en este caso, correspondía restar el valor del arco capaz; en otras situaciones, corresponderá realizar una suma, dependiendo de la ubicación de los puntos notables.

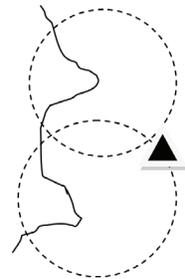


La segunda forma es más gráfica y consiste en que, a partir de cualquier punto de la marcación medida, trazar con la medida del ángulo del arco capaz una recta y posteriormente trazar una paralela a esta recta sobre el segundo punto notable. En el ejemplo anterior, se ha desarrollado el presente método.

9.8.6 Posición por Cruce de Distancias

En caso de poder observar a más de un punto notable, a los cuales se les puede medir la distancia de manera que puedan ser graficados en la carta, se puede obtener nuestra posición por el cruce de distancias. Normalmente es empleado el radar.

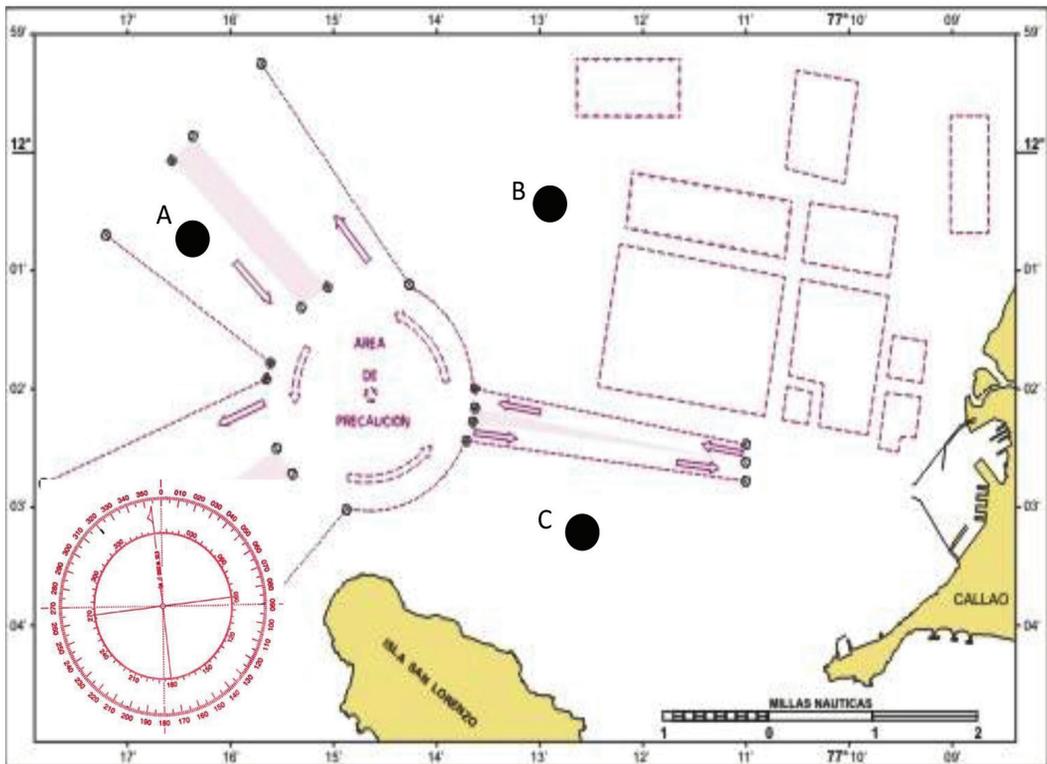
En el ejemplo, se ha medido con el radar la distancia a la punta superior, 5 m.n., y a la punta inferior, 7 m.n. El cruce de ambas circunferencias nos proporcionará nuestra posición. Como se ha mencionado, no es necesario graficar toda la circunferencia, sino solo la parte en que se van a superponer ambas líneas de posición.



Como se explicó previamente, existen muchas formas de poder obtener nuestra posición, de acuerdo a la combinación de las líneas de posición (LDP) que deseemos emplear. En el presente capítulo, se han detallado las principales; queda en cada navegante saber cómo obtener la posición de su embarcación de acuerdo al empleo de los instrumentos y medios con los que cuente en determinado momento de la navegación.

Evaluación

1. Ejercicios de marcaciones en la carta:



Si Ud. se encuentra posicionado en la carta (A,B,C) determinar las marcaciones a:

- Rompeolas Norte
- Rompeolas Sur
- Escuela Naval
- Cabezo de la Isla San Lorenzo

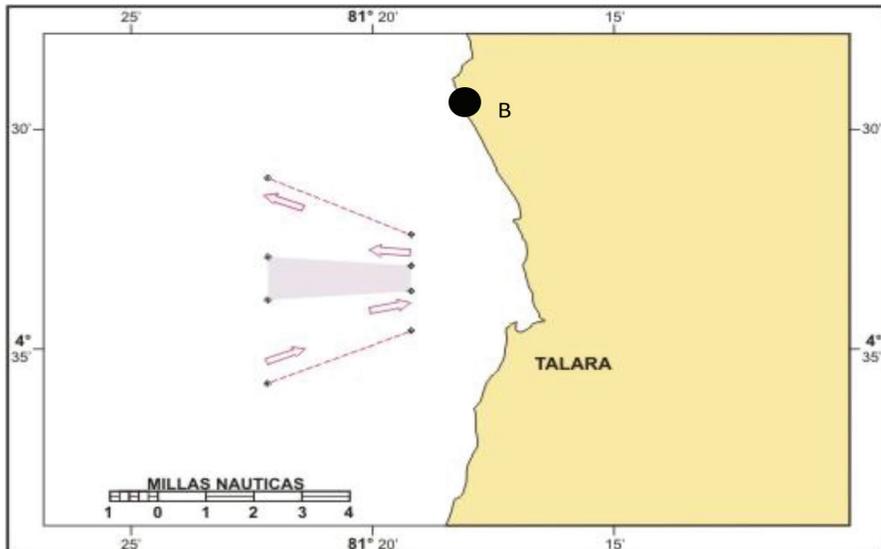
2. En el grafico anterior, determinar su posición si Ud. se encuentra:

- A 3.5 millas del Rompeolas Norte y observa al cabezo de la isla San Lorenzo en marcación 045°.
- A 2.5 millas del cabezo de la isla San Lorenzo y observa el rompeolas sur en marcación 095°.
- Marcación a la Escuela Naval 150°, Marcación Rompeolas Sur 070°

3. Ud. observa un faro dentro de su Horizonte visual el cual tiene una altura de 125 metros sobre el nivel del mar, con el sextante mide que el ángulo vertical es de 7°.

Calcular la distancia que se encuentra su unidad al faro.

4. Ud. observa un faro más allá de su horizonte visual el cual tiene una altura de 155 metros sobre el nivel del mar, con el sextante mide que el ángulo vertical es de $0^{\circ}37'$. Calcular la distancia que se encuentra su unidad al faro si la altura del puente es de 15 metros.
5. ¿Qué usos se le puede dar al sextante en la navegación costera?
6. ¿Qué recomendaciones debemos tener en cuenta al tomar marcaciones para obtener nuestra posición?
7. Realice los siguientes ejercicios en la carta, asumiendo que en los puntos A y B se encuentran ubicados faros.



A

- Su unidad se encuentra al rumbo 015° , velocidad 9 nudos, en posición estimada $\lambda = 081^{\circ} 25' W$ y $\phi = 04^{\circ} 37' S$ a las 1000 horas, a esa misma hora observa al faro A en marcación 080° , al cabo de 30 minutos observa al faro B en marcación 045° , pero no logra observar al primer faro. Determine la Pot de su unidad para las 1030 horas.
- Su unidad se encuentra navegando al rumbo 180° , velocidad 10 nudos, en posición estimada $\lambda = 081^{\circ} 25' W$ y $\phi = 04^{\circ} 30' S$ a las 1000 horas, a esa misma hora observa al faro B en marcación 090° , después de 15 minutos cambia de rumbo al 150° y a las 1030 vuelve a caer al rumbo 180° . Determine la Pot de su unidad para las 1030 horas, si en este momento Ud. observa al faro A en marcación 120° .

CAPÍTULO 10

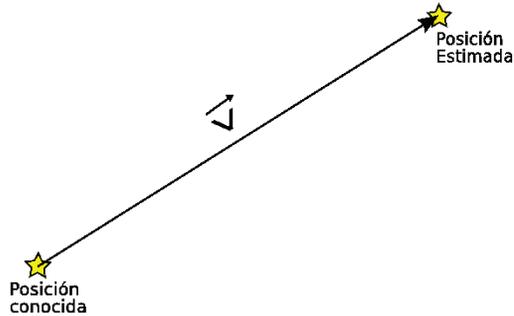
NAVEGACIÓN POR ESTIMA



10.1 Introducción

El principio que rige la navegación por estima es muy simple y está basado en el rumbo y distancia navegada; el primero es un dato conocido por la embarcación y el segundo se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{espacio (e)} = \text{velocidad (v)} \times \text{tiempo (t)}$$

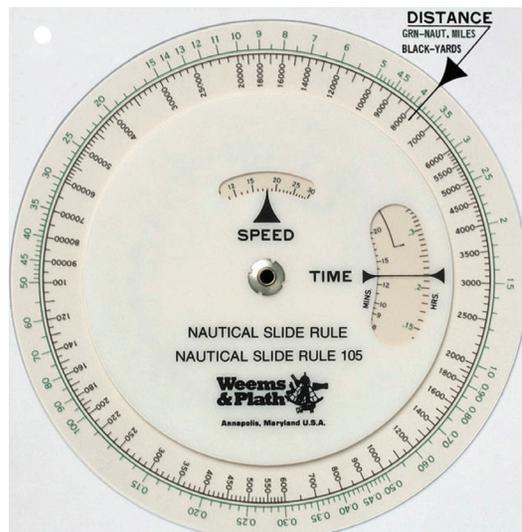


Actualmente, es un método en desuso en la mayoría de las embarcaciones que cuentan con medios electrónicos como el GPS; sin embargo, hay que considerar que en ciertas situaciones los medios electrónicos podrían presentar fallas o errores, por lo cual siempre es deseable confirmar nuestra posición por un método adicional; asimismo, en el caso especial de los submarinos, cuando entran en inmersión, no cuentan con otro medio para obtener su posición que la navegación por estima.

El proceso que se realiza durante la navegación por estima es a partir de una posición previa conocida; en conocimiento de la velocidad de nuestra embarcación y el tiempo transcurrido, se obtiene la distancia navegada (por medio de la fórmula $e = v \times t$) y conjuntamente con el rumbo que hemos adoptado durante el tiempo seleccionado, se ubica nuestra posición actual en la carta náutica.

10.2 Cálculo de la Distancia, Velocidad y Tiempo

Para el cálculo de la distancia, velocidad y tiempo, es necesario contar con un ábaco, tal como se muestra en la figura inferior:



En el mismo se puede observar que se debe centrar las mediciones de dos de los datos citados anteriormente, para poder obtener el tercer valor que es el requerido; normalmente, basándose en la velocidad (nudos) y el tiempo (horas o minutos), se obtiene la distancia en millas náuticas o yardas.

En caso de no contarse con el ábaco, es necesario realizar las operaciones en forma directa, para lo cual es necesario emplear la fórmula $e = v \times t$. Ejemplos:

- Calcular la distancia recorrida, si la velocidad del buque es de 10 nudos durante 30 minutos:

$$e \text{ (m.n.)} = v \text{ (nudos)} \times t \text{ (horas)} = 10 \times (30 \times 1/60) = 5$$

$$\mathbf{e = 5 \text{ m.n.} = 10\,000 \text{ yardas}}$$

- Calcular la velocidad de un buque que ha recorrido 12 millas en 40 minutos:

$$e \text{ (m.n.)} = v \text{ (nudos)} \times t \text{ (horas)} \implies 12 = v \times (40 \times 1/60)$$

$$\mathbf{v = 18 \text{ nudos}}$$

- Calcular el tiempo necesario para recorrer 12 millas en 15 nudos:

$$e \text{ (m.n.)} = v \text{ (nudos)} \times t \text{ (horas)} \implies 12 = 15 \times t$$

$$\mathbf{t = 0,8 \text{ horas} = 48 \text{ minutos}}$$

10.3 Reglas Prácticas

Durante la navegación, es necesario tener conocimiento de ciertas reglas prácticas que nos permitan realizar el cálculo de la distancia de forma mental, sin emplear el ábaco o la calculadora, con la finalidad de poder disponer de un mayor tiempo para tomar decisiones oportunas y rápidas que favorezcan las maniobras que se están realizando.

10.3.1 Regla de los 3 Minutos

La presente regla dice que *la distancia navegada en yardas por un buque en 3 minutos, equivale a la velocidad en nudos multiplicada por 100.*

La presente regla se deduce de la fórmula básica:

$$e \text{ (m.n.)} = v \text{ (nudos)} \times t \text{ (horas)}$$

$$e = v \text{ (m.n./h)} \times 3 \text{ min} \times 1 \text{ h/60 min}$$

$$e = 3/60 \times v \text{ (m.n.)} \times 2\,000 \text{ yds/1 m.n.} = 6\,000/60 \times v \text{ (yds.)}$$

$$\mathbf{e = 100 \times v \text{ (yardas)}}$$

Ejemplos:

- Velocidad 13 nudos, tiempo 3 minutos \implies $e = 1300 \text{ yardas.}$
- Velocidad 9 nudos, tiempo 3 minutos \implies $e = 900 \text{ yardas.}$

10.3.2 Regla de los 6 Minutos

La presente regla dice que la *distancia navegada en millas náuticas por un buque en 6 minutos, equivale a la velocidad en nudos dividida por 10.*

La presente regla se deduce de la fórmula básica:

$$e \text{ (m.n.)} = v \text{ (nudos)} \times t \text{ (horas)}$$

$$e = v \text{ (m.n./h)} \times 6 \text{ min} \times 1 \text{ h} / 60 \text{ min}$$

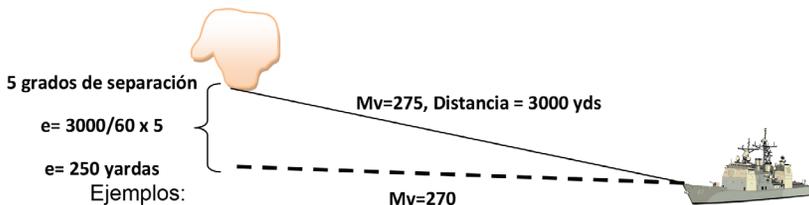
$$e = v/10 \text{ (m.n.)}$$

Ejemplos:

- Velocidad 13 nudos, tiempo 6 minutos $\Rightarrow e = 1,3 \text{ m.n.}$
- Velocidad 9 nudos, tiempo 6 minutos $\Rightarrow e = 0,9 \text{ m.n.}$

10.3.3 Regla del 60avo

La presente regla no tiene una relación directa para el cálculo de la distancia navegada o de la velocidad empleada por la embarcación, pero es muy útil para determinar la distancia a la que deseamos pasar de una isla, punta o buque fondeado. Esta regla nos dice que, con la información de la marcación y la distancia al objeto o punto notable del cual queremos pasar a una separación determinada, cada grado que nos separemos de la marcación representara una separación equivalente a 1/60 ("60 avo") de la distancia actual al objeto.



- Ud. observa la punta de una isla en marcación 275°, distancia 3000 yardas. Si su rumbo es 270°, determinar la distancia a la que pasará separado de la punta de la isla.

$$1^\circ \Rightarrow 3000/60 = 50 \text{ yardas}$$

$$5^\circ \Rightarrow 50 \times 5 = 250 \text{ yardas (Rpta.)}$$

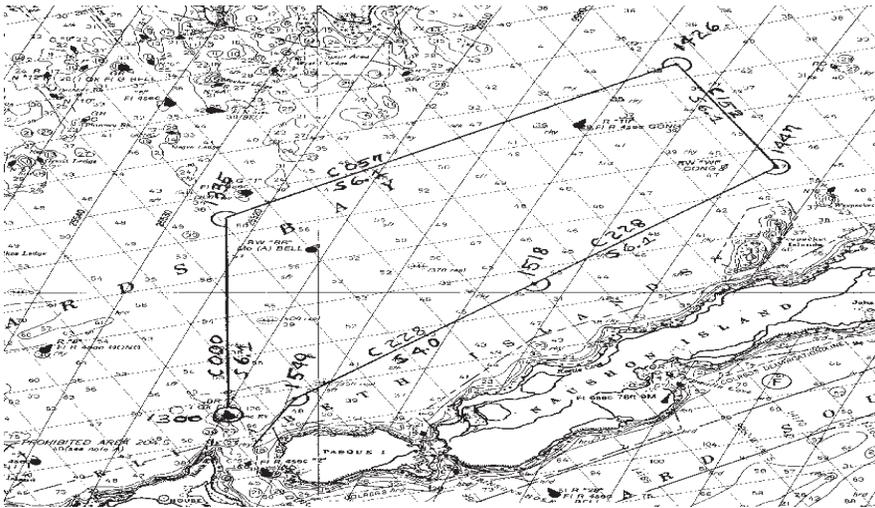
- Ud. observa a un buque fondeado en marcación 142, distancia 6000 yardas. Si desea pasar a una distancia de 300 yardas del buque fondeado, dejándolo por babor, calcular el rumbo de su unidad.

$$1^\circ \Rightarrow 6000/60 = 100 \text{ yardas}$$

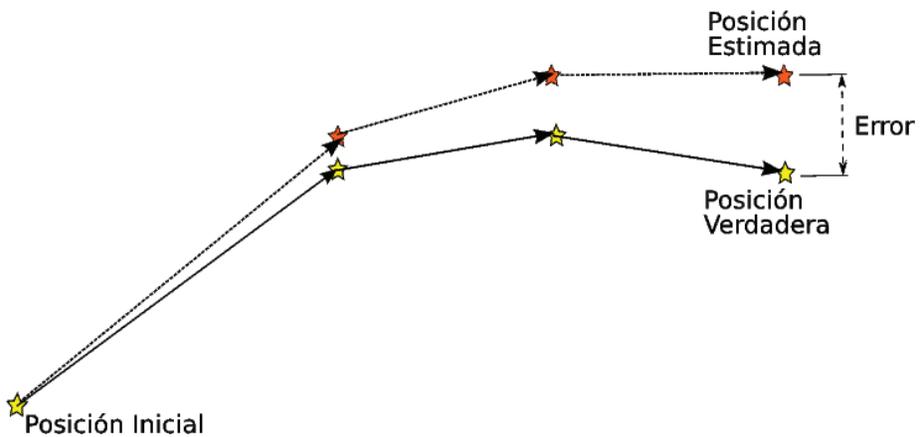
$$300/100 = 3^\circ \Rightarrow 145^\circ \text{ (Rpta.)}$$

10.4 Forma de Graficar

Para graficar la navegación estimada en la carta náutica, se debe colocar una línea fija, correspondiente al rumbo de nuestra embarcación, colocando en la parte superior el rumbo y en la parte inferior la velocidad; como ya se explicó en los capítulos anteriores, se debe colocar el rótulo correspondiente al tipo de navegación y los datos de acuerdo a cada posición obtenida. La posición estimada tiene por símbolo un semicírculo encima de la posición obtenida, tal como se puede apreciar en el siguiente gráfico:



10.5 Factores que Influyen en la Navegación por Estima



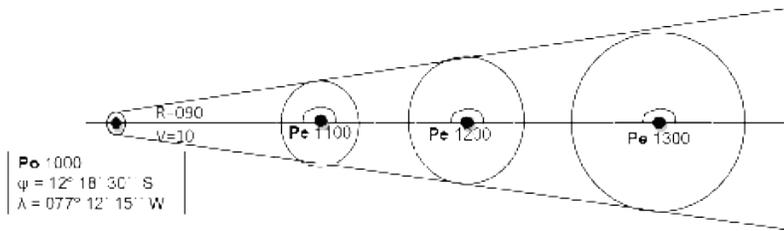
Este tipo de navegación tiene el inconveniente que los errores son acumulativos; es decir, una pequeña desviación en las estimaciones iniciales de la posición se va convirtiendo con el paso del tiempo en un gran error, tal y como indica la figura:

Como se aprecia, el final del trayecto podía ser diferente al planificado, debido a tres causas principalmente:

- Errores de los instrumentos.
- Errores de pilotaje.
- Efecto del viento y corriente.

Tanto los errores debidos a los instrumentos utilizados (brújula, anemómetro y reloj) como los errores humanos son inherentes a cualquier tipo de navegación, aunque se han reducido sustancialmente con el tiempo. Es por esta razón que la navegación a estima es referencial, por lo cual debe combinarse a la menor oportunidad con otros tipos de navegación, como la visual, por ejemplo, para obtener una corrección de la posición que permita empezar una iteración nueva del método.

En el siguiente gráfico puede apreciarse cómo va creciendo la incertidumbre de la posición estimada, conforme avanza el tiempo y no se puede obtener una posición observada para reactualizar el trazado.

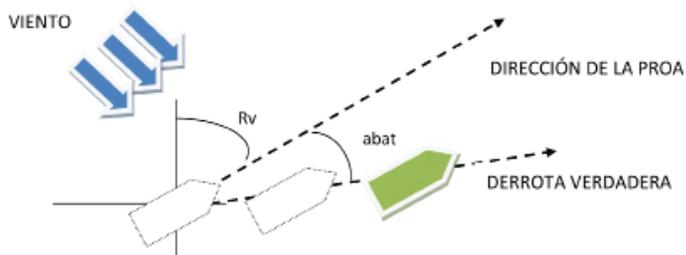


10.6 Efecto del Viento

Todas las embarcaciones durante la navegación están sometidas a fuerzas no controlables, entre las que se encuentra el viento. El efecto del viento sobre cualquier embarcación de superficie será de acuerdo a su superestructura, quiere decir que a mayor superestructura mayor influencia del viento en la derrota y a menor superestructura viceversa. El efecto del viento sobre las embarcaciones es conocido también con el nombre de **abatimiento**, el cual viene a ser la diferencia entre la dirección de la proa que señala el girocompás (Rumbo verdadero R_v) y la dirección real de avance de la unidad en la que nos encontramos o derrota verdadera (D_v).

$$\text{Abat} = D_v - R_v \quad \text{o} \quad \text{Abat} = R_v - D_v$$

En el siguiente gráfico, se puede apreciar lo descrito:



Del gráfico anterior se puede deducir que la derrota verdadera (Dv) será igual a la suma del rumbo verdadero (Rv) más el abatimiento (abat)

$$Dv = Rv + abat$$

Cabe señalar que el signo del abatimiento dependerá de la dirección del viento para determinar si se empleará el signo positivo o el signo negativo.

Ejemplos:

- Ud. se encuentra navegando al $Rv = 065^\circ$ y se ha calculado que su embarcación tiene un abatimiento de 5° con viento de estribor. Calcular cuál es su derrota verdadera y cuál es el rumbo a seguir si desea seguir una derrota verdadera al 065° .

$$Dv = Rv - abat = 065^\circ - 5^\circ = 060^\circ \implies Dv = 060^\circ$$

$$Dv = Rv - abat \implies 065^\circ = Rv - 5^\circ \implies Rv = 070^\circ$$

Rptas.: 060° y 070°

- Ud. se encuentra navegando al $Rv = 318^\circ$ y se ha calculado que su embarcación tiene un abatimiento de 3° con viento de babor. Calcular cuál es su derrota verdadera y cuál es el rumbo a seguir si desea seguir una derrota verdadera al 320° .

$$Dv = Rv + abat = 318^\circ + 3^\circ = 321^\circ \implies Dv = 321^\circ$$

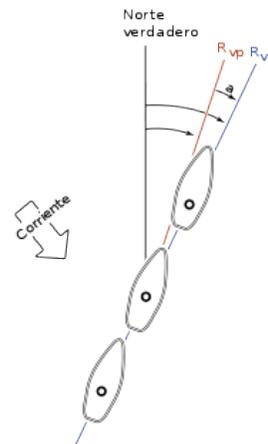
$$Dv = Rv + abat \implies 320^\circ = Rv + 3^\circ \implies Rv = 317^\circ$$

Rptas.: 321° y 317°

10.7 Errores por Corriente

Otra de las fuerzas no controlables a la que está sometida toda embarcación durante su navegación son las corrientes. En el capítulo VII se ha explicado ampliamente el tema de las corrientes, por lo que en esta parte sólo se dará una breve definición y nos enfocaremos en sus efectos sobre las embarcaciones.

Las corrientes son movimientos o desplazamientos de agua en una dirección y con una intensidad dada dentro de los océanos y mares. Estas corrientes tienen multitud de causas, principalmente, el movimiento de rotación terrestre, los vientos constantes o planetarios, la configuración de las costas, la ubicación de los continentes, las mareas, la densidad del agua, etc.



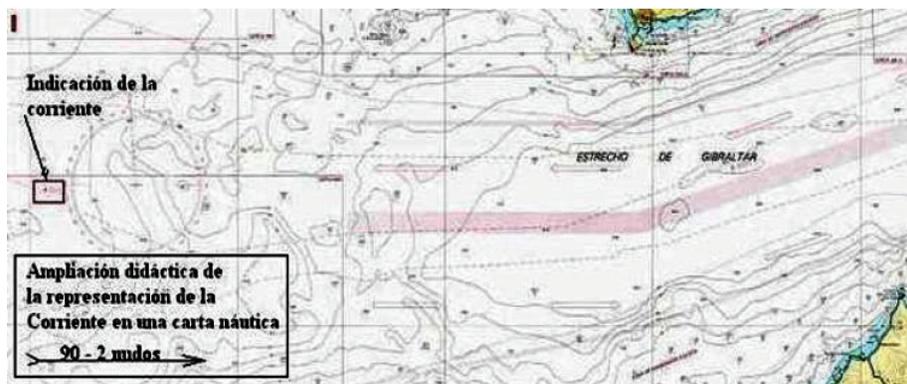
El efecto de las corrientes sobre las embarcaciones es conocido también con el nombre de **deriva (dv)**, lo cual afectará al igual que el abatimiento nuestro rumbo y velocidad.

El efecto de la corriente sobre nuestra unidad dependerá en forma general de la velocidad a la que nos encontremos, de la obra viva, de la dirección de la corriente y del rumbo propio. Del gráfico se puede deducir que la derrota verdadera (Dv) será igual a la suma del rumbo verdadero (Rv) más la deriva (dv)

$$Dv = Rv \pm dv$$

Cabe señalar que el signo de la deriva dependerá de la dirección de la corriente para determinar si se empleará el signo positivo o el signo negativo.

Normalmente en las diferentes publicaciones que se emplea durante la navegación, derrotero, cartas náuticas, cartas piloto (Pilot Charts), se encuentra la información de las corrientes en una determinada área.



En el gráfico anterior, se puede apreciar cómo se encuentra expresada en una carta náutica la dirección e intensidad de la corriente.

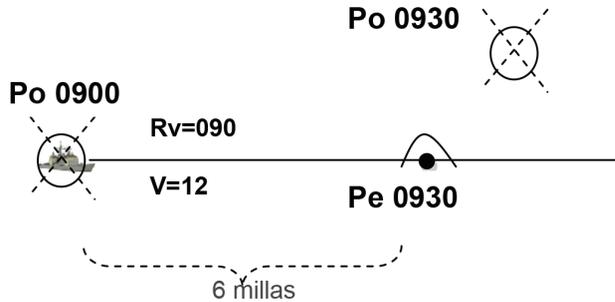
Si bien es cierto que la información de la corriente es importante considerarla en nuestra derrota, no debe influenciar la determinación de nuestra posición estimada hasta que haya sido corroborada con una posición observada. Los problemas para determinar la dirección e intensidad de la corriente o para calcular el rumbo y velocidad a seguir para anular el efecto de la corriente, normalmente, deben ser desarrollados en el curso de cinemática naval por medio de una rosa de maniobra.

En los ejemplos siguientes, vamos a desarrollar el trabajo que se debe realizar en la carta náutica para lograr obtener una posición estimada con mayor precisión y para contrarrestar los efectos de la deriva y del abatimiento durante la navegación.

Ejemplos:

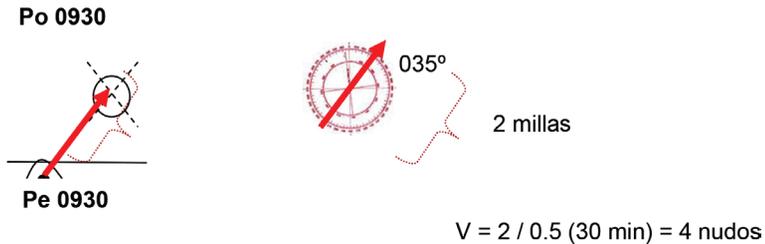
- Ud. se encuentra navegando al $Rv = 090^\circ$, velocidad = 12 nudos y por medio de cruce de marcaciones obtiene su posición observada (P_o) a 0900 horas. A 0930 vuelve a obtener su posición observada (P_o) por marcaciones. Calcular la influencia de la deriva y el abatimiento en su unidad..

Para desarrollar este problema, debemos dibujar las posiciones observadas y determinar nuestra Pe para las 0930 horas. ($e=12 \times 0.5 = 6$ millas)



Posteriormente, trazar una línea (vector) entre la Pe y la Po de 0930 horas; esta línea o vector trazado refleja la dirección de la deriva y abatimiento.

Medir con un compás la distancia entre la Pe y la Po de 0930 horas y dividirlo entre el tiempo transcurrido en la toma de posiciones (de 0900 a 0930 horas, 30 minutos).



Rptas.: al 035° - 4 nudos

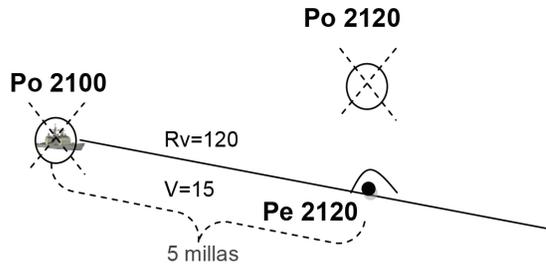
$V = 2 / 0.5 (30 \text{ min}) = 4 \text{ nudos}$

Rptas.: al 035° - 4 nudos

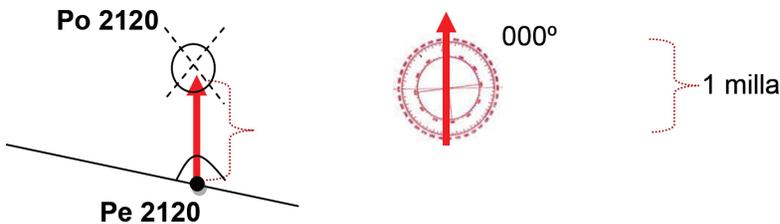
Nota.-

- Algunos autores correlacionan este cálculo únicamente con la corriente; sin embargo, no se puede desconocer la influencia que tiene el abatimiento (viento) como parte de las fuerzas no controlables que afectan a todo tipo de embarcación.
- Una segunda parte de este problema sería calcular el rumbo que debemos seguir, si deseamos que nuestra derrota sea al 090; la solución deberá realizarse en una rosa de maniobras, correspondiente al curso de cinemática naval.
- Ud. se encuentra navegando al $Rv= 120^\circ$, velocidad=15 nudos; Ud. determinó sus posiciones observadas para las 2100 y 2120 horas. Calcular la influencia de la deriva y el abatimiento en su unidad.

Al igual que en el problema anterior, debemos dibujar las posiciones observadas y determinar nuestra Pe para las 2120 horas. ($e=15 \times 0.33 = 5$ millas).



Trazar una línea (vector) entre la Pe y la Po de 2120 horas.
Medir con un compás la distancia entre la Pe y la Po de 2120 horas y dividirla entre el tiempo transcurrido (de 2100 a 2120 horas, 20 minutos).



$$V = 1 / 0.33 (20 \text{ min}) = 3 \text{ nudos}$$

Rptas.: al 000° - 3 nudos

$$V = 1 / 0.33 (20 \text{ min}) = 3 \text{ nudos}$$

Rptas.: al 000° - 3 nudos

Se debe precisar que, cuando obtenemos cómo influye la deriva y el abatimiento en nuestro rumbo, es necesario tenerlos en cuenta para obtener nuestra posición estimada; sin embargo, también se debe evaluar que la corriente y viento varían conforme nos desplazamos del área en la que nos encontremos.

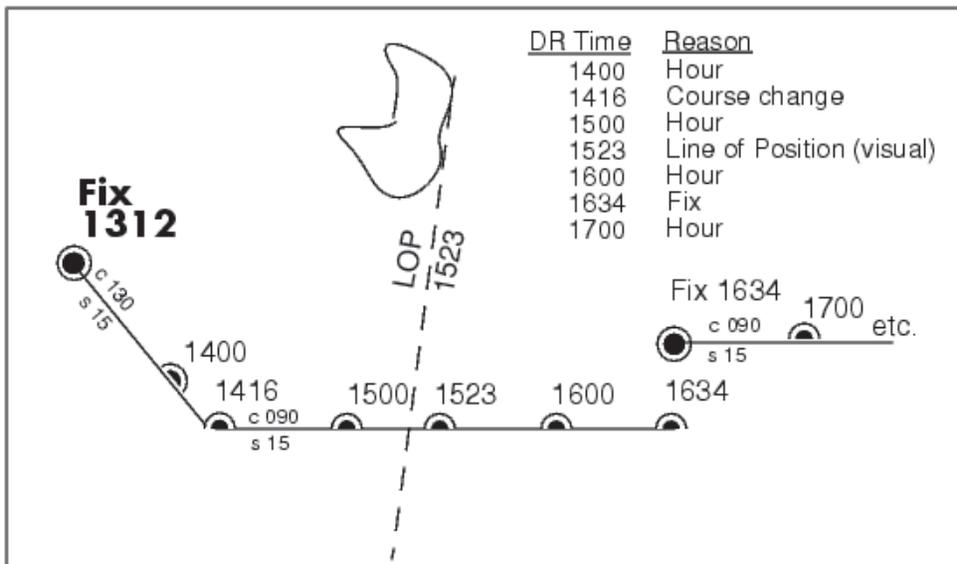
Como norma general, si el viento se mantiene y nos mantenemos navegando en una misma área de corrientes (verificar las cartas piloto), se puede considerar para la obtención de nuestra posición estimada el resultado obtenido de la deriva y abatimiento por un tiempo entre 4 y 8 horas.

Cabe resaltar que es necesario determinar la influencia de la deriva y abatimiento en nuestro rumbo cada vez que sea posible, de forma de mantener actualizada la información de viento y corriente, mejorando la precisión de la posición estimada cuando se emplee el posicionamiento por este método..

10.8 Consideraciones

- La posición estimada debe ser ploteada a cada cambio de rumbo.
- La posición estimada debe de ser ploteada a cada cambio de velocidad.
- La posición estimada debe ser ploteada cuando se obtiene una única línea de posición; de forma que al realizar una Pot se pueda determinar la derrota y distancia navegada. (Tener en cuenta que la posición estimada no debe “ajustarse” o “trasladarse” a la línea de posición obtenida).
- A cada posición observada que se obtiene, en la navegación costera u oceánica, también se debe plotear la posición estimada de manera de poder observar cómo están influyendo el viento y la corriente en la derrota de nuestra unidad.
- Las posiciones estimadas deben ser consideradas normalmente cada 30 minutos en horas exactas (1000, 1030, 1100, etc.).
- A cada posición observada obtenida, debe trasladarse la línea de rumbo que se está siguiendo, lo cual es el punto de partida para la posición estimada.

Las consideraciones detalladas pueden ser apreciadas en el siguiente gráfico:



Nótese que la línea de posición obtenida a 1523 no modificó el ploteo de la derrota. En caso se hubiera obtenido una Pot posteriormente con esa línea de posición, **sí** hubiera modificado el trazo de la derrota.

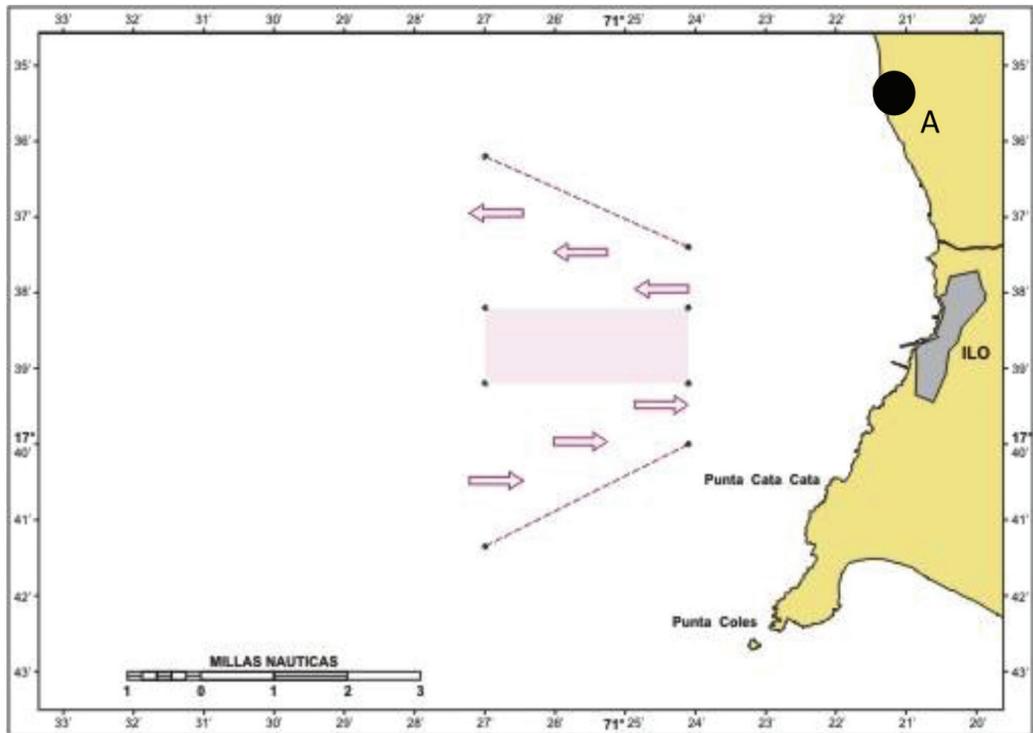
Evaluación

1. Empleando las reglas practicas de los 3 minutos y 6 minutos, determinar la distancia navegada en los siguientes ejercicios:

Vel. (Nudos)	Tiempo (min.)
9	3
6	6
11	12
14	24
16	9
7	18
30	24

Vel. (Nudos)	Tiempo (min.)
12	3
15	6
18	9
20	12
24	15
10	24
8	18

2. ¿Qué factores influyen en la navegación por estima?
3. Problemas de Abatimiento y Deriva
- Ud. se encuentra navegando al $Rv= 118^\circ$ y se ha calculado que su embarcación tiene un abatimiento y deriva de 2° hacia babor. Calcular cuál es su derrota verdadera y cuál es el rumbo a seguir si desea seguir una derrota verdadera al 120° .
 - Ud. se encuentra navegando al rumbo 235° y se ha calculado que su embarcación tiene un abatimiento y deriva de 3° hacia estribor. Calcular cuál es su derrota verdadera y cuál es el rumbo a seguir si desea seguir una derrota verdadera al 240° .



- Ud. se encuentra a las 1000 horas en posición observada (P_o) $\lambda = 071^\circ 32'W$ y $\varphi = 17^\circ 42'S$ navegando al $R_v = 020^\circ$, velocidad=14 nudos. A las 1030 horas observa punta de coles en marcación 155° y faro A en marcación 050° . Calcular la influencia de la deriva y el abatimiento (dirección y velocidad) en el área.
- Ud. se encuentra a las 1430 horas en posición observada (P_o) $\lambda = 071^\circ 31'W$ y $\varphi = 17^\circ 35'S$ navegando al $R_v = 160^\circ$, velocidad=16 nudos. A las 1450 horas observa punta de coles en marcación 145° y faro A en marcación 060° . Calcular la influencia de la deriva y el abatimiento (dirección y velocidad) en el área.

4. ¿Cuáles son las consideraciones a tener en cuenta para realizar el ploteo por posición estimada?

CAPÍTULO 11

NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

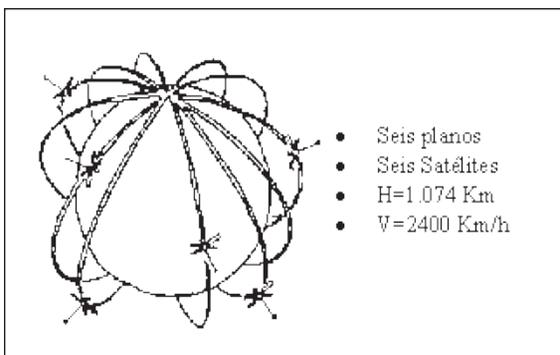


11.1 Introducción

El empleo de medios electrónicos como ayuda a la navegación, si bien es cierto que ha tenido un desarrollo exponencial en las últimas décadas con el avance de la electrónica y de la informática, se inicia desde comienzos del siglo XX, cuando se comienza a investigar el uso de emisiones electromagnéticas para ser empleadas en equipos de radiogoniometría con base en tierra y se realizan los primeros intentos por desarrollar lo que conocemos actualmente como RADAR. En el año 1904, figura el invento del alemán Christian Hulsmeier que era básicamente un equipo para evitar la colisión entre embarcaciones, que empleaba el reflejo de las emisiones

electromagnéticas en un objeto para generar una alarma. Lamentablemente, su uso no proliferó, entre otras razones, por el alcance del equipo, aproximadamente 1 milla; recién a partir de 1922 con las afirmaciones del inventor Marconi, quien concluyó que las ondas de radio focalizadas en un haz pueden ser reflejadas por un avión o buque obteniendo su distancia y marcación, empieza una carrera entre las principales potencias de la época, Estados Unidos, Inglaterra y Alemania por llegar a desarrollar el RADAR; llegó a ser implementado previo a la Segunda Guerra Mundial, cuando recibe un gran impulso debido a la importancia que constituía su empleo durante el desarrollo de muchas operaciones.

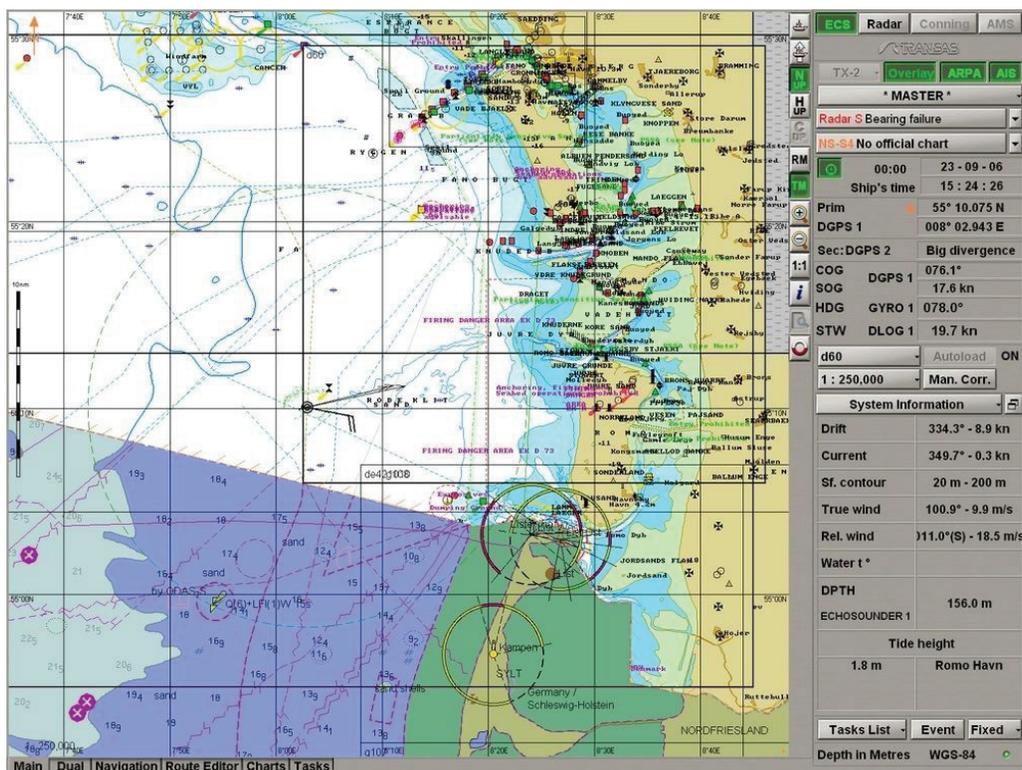
Posterior a la Segunda Guerra Mundial y con el advenimiento de la llamada "guerra fría", se inicia entre las potencias Estados Unidos y la ex Unión Soviética una carrera por la conquista del espacio. En 1957, los rusos ponen en órbita el primer satélite artificial "Sputnik 1", lo que evidenció que señales de radio transmitidas por un conjunto de satélites con posiciones conocidas podían determinar la posición exacta de cualquier receptor en la tierra.



En 1965, los americanos ponen en servicio el sistema TRANSIT o NAVSAT (*Navy Navigation Satellite System*), el cual fue el primer sistema de navegación satelital, constituido por seis satélites de órbita polar; su principal inconveniente era que el posicionamiento no era permanente, sino en intervalos mayores de una hora.

Posteriormente, en 1978, los americanos iniciaron el desarrollo de otro proyecto llamado NAVSTAR-GPS, sistema que actualmente se encuentra en uso de forma mundial desde que fuera liberado para el uso civil por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos en 1994.

Asimismo, a partir de la década de 1990, los avances tecnológicos, sobre todo en el área de la computación, han permitido el desarrollo de software y hardware relacionados a la presentación e integración de datos en una pantalla de computadora, lo cual facilita la visualización de los datos de navegación al poder observarse en una presentación de tiempo real la posición de nuestra unidad sobre una imagen de una carta náutica. Este sistema es el denominado “Carta Electrónica”.



En esta parte introductoria, hemos querido brindar una breve reseña histórica a los principales sistemas electrónicos que detallaremos más adelante. Es necesario precisar que no son los únicos sistemas electrónicos que son empleados actualmente a bordo; también contamos con el sistema AIS, sistema NAVTEX e INMARSAT, etc.

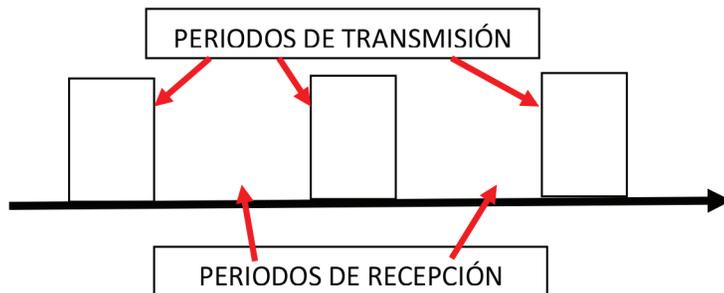
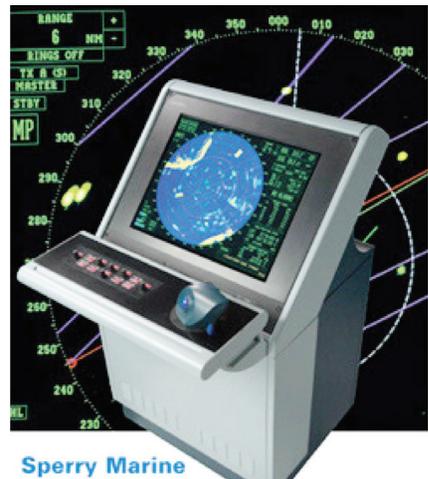
11.2 El Radar

El nombre RADAR proviene del acrónimo inglés Radio Detection And Ranging (detección y determinación de distancias por radio) y constituye uno de los principales aportes electrónicos en la ayuda a la navegación, al poder determinarse por medio de la emisión de ondas electromagnéticas la marcación, distancia, dirección y velocidad de objetos estáticos o móviles como aeronaves, barcos, formaciones meteorológicas y el propio terreno, es decir, cualquier objeto de interés próximo a nuestra unidad.

Actualmente, existe una clasificación bastante amplia sobre los diferentes tipos de radar y su empleo; sin embargo, para los fines del presente texto nos enfocaremos únicamente en el radar de navegación.

11.2.1 Principio del Radar

El radar de navegación es normalmente un radar de pulsos; es decir, por un periodo emite ondas electromagnéticas para luego permanecer en “escucha” otro determinado tiempo en espera del retorno de las señales que reboten en cualquier objeto. Estos periodos de tiempo son bastante reducidos en los radares de navegación, tal es el caso de los radares Bridge Master donde el periodo de transmisión es de aproximadamente 1 microsegundo y el de escucha de 4 microsegundos.

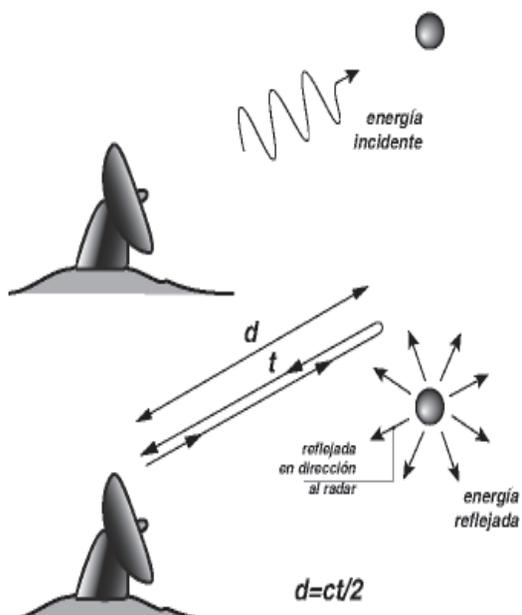


Estos periodos de transmisión y recepción permiten determinar la marcación y distancia a cualquier contacto mediante la fórmula:

$$d = \frac{c \times t}{2}$$

donde:

- d = distancia del contacto
- c = velocidad de la luz (300 000 km/s)
- t = tiempo que se demora la emisión en salir y retornar

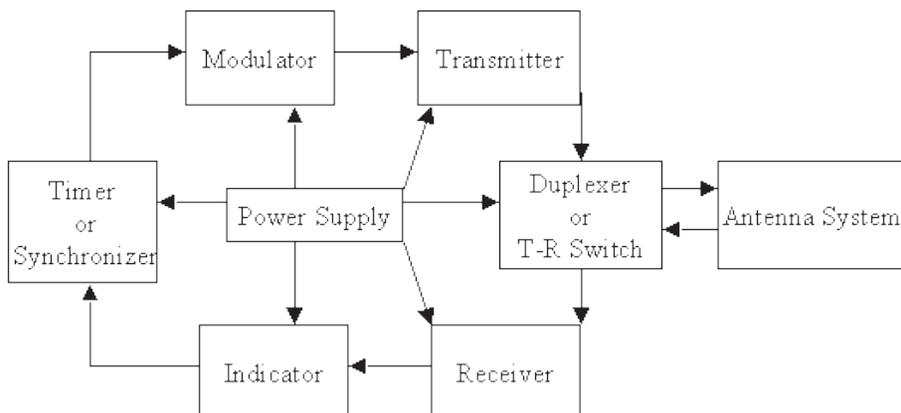


La ecuación es la misma que la que se emplea en el movimiento uniforme ($e = v \times t$); solo que se encuentra dividida entre 2, por cuanto el tiempo que determina el sistema es el de ida más el de vuelta.

La marcación es determinada por el propio sistema teniendo en consideración que el retorno durante el periodo de escucha es solo “atribuido” a la correspondiente transmisión previa.

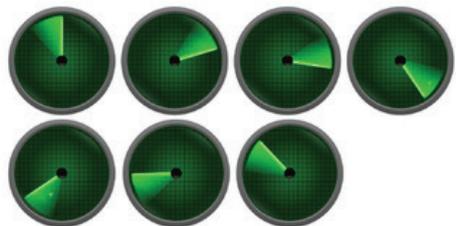
11.2.2 Componentes

Los principales componentes con los que cuenta un radar de navegación son los siguientes:



- A. **Fuente de poder:** proporciona todos los voltajes necesarios para la operación de los componentes del sistema.
- B. **Modulador:** es el componente que envía impulsos de alta tensión y potencia al transmisor para que genere la Radiofrecuencia. Es el encargado de regular el funcionamiento de todo el sistema en el tiempo; normalmente el sincronizador forma parte de este componente.
- C. **Transmisor:** genera la energía de radiofrecuencia y la envía hacia la antena en forma de pulsos.
- D. **Antena:** recibe la Radiofrecuencia (RF) del transmisor y la irradia al espacio en la forma de haz altamente direccional; posteriormente, recibe el retorno de los ecos reflejados.
- E. **Duplexer:** parte del radar que en la transmisión no permite el ingreso de emisiones electromagnéticas al receptor y durante la recepción no permite el ingreso de emisiones electromagnéticas al transmisor.
- F. **Receptor:** amplifica la intensidad de las emisiones que retornan y las transforma en señales de video para ser visualizadas en el indicador.

G. **Indicador** (Pantalla): es en donde se representa la información obtenida de los pulsos emitidos del radar, observándose gráficamente las marcaciones y distancias de los objetos detectados.

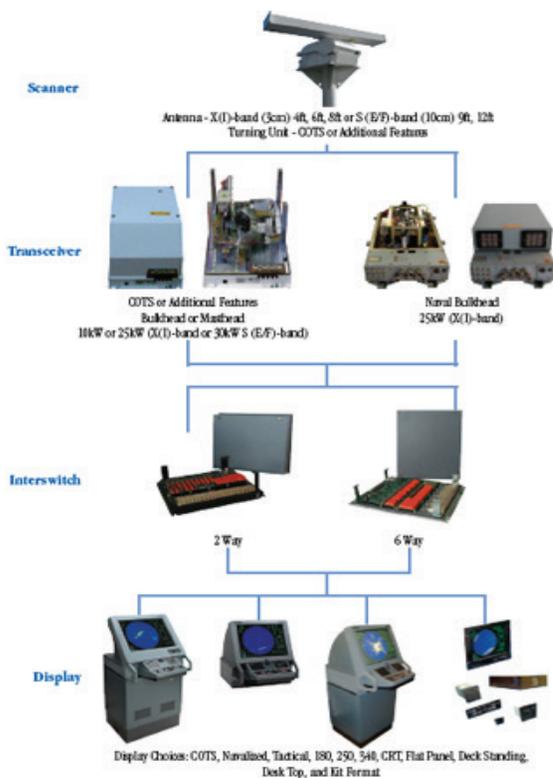


En la imagen se puede observar la forma de las antenas de navegación; **nótese que los componentes transmisor y receptor se encuentran en una sola ubicación a continuación de la antena** (enmarcada en el círculo rojo del dibujo inferior).

En la gráfica se puede apreciar cómo está configurado el radar de navegación Bridge Master E a bordo de las unidades navales, la forma de la antena de guía de onda ranurada ubicada en la parte alta de las embarcaciones.

El transceptor que alberga a la mayoría de los componentes del radar y que se encuentra ubicado en la parte inferior inmediata de la antena.

Un conmutador de señales y la pantalla de presentación que emplea el radar normalmente ubicado en el puente de comando.



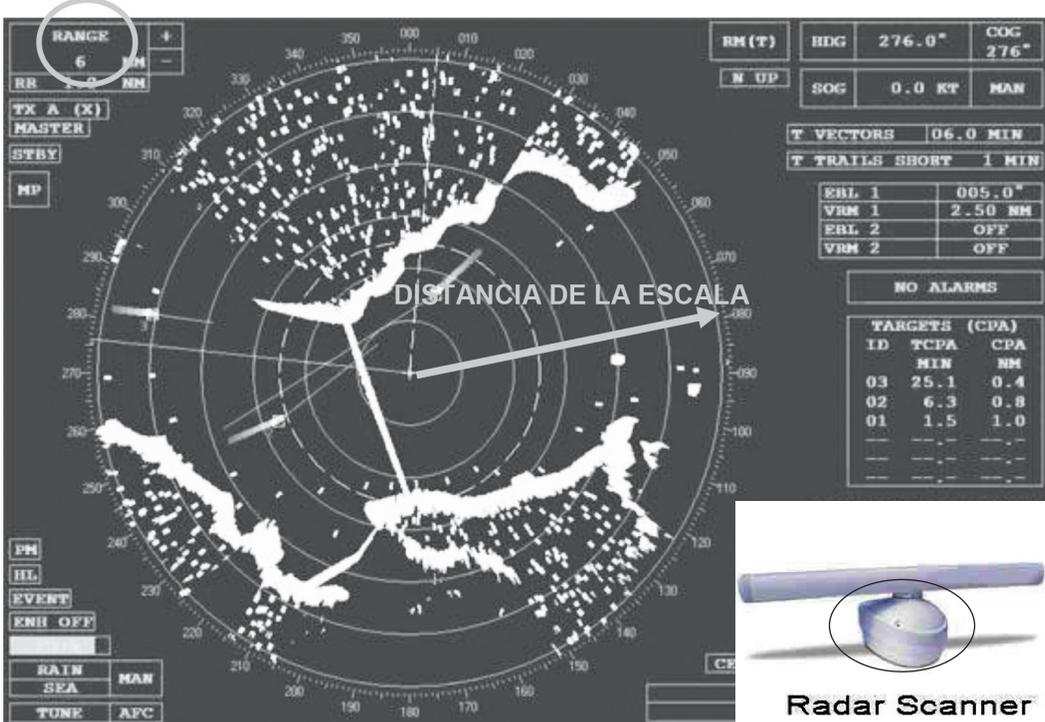
11.2.3 Características

Mencionaremos las principales características del radar relacionadas a su empleo durante la navegación:

- **Frecuencia:** la unidad de medida de la frecuencia es el Hertz (Hz) y equivale a un ciclo por segundo. Las señales electromagnéticas van desde los 3 Hz hasta los 300 GHz; en el caso de los radares la frecuencia, dependiendo de su empleo, se encuentra normalmente entre 0.5 – 20 GHz; para el uso específico de la frecuencia que emplean los radares de navegación trabajan entre 1,5 – 10 GHz en las bandas bajo denominación antigua S y X.
- **Velocidad de rotación de antena:** se expresa en revoluciones por minuto (RPM) y nos proporciona la cantidad de vueltas a los 360° que gira la antena del radar durante un minuto.
- **Ancho de pulso:** es el tiempo de transmisión del radar; normalmente está en valores de los microsegundos. En los radares de navegación que se emplean a bordo, existen tres configuraciones del ancho de pulso que son pulso largo, pulso medio y pulso corto; las consideraciones del empleo de cada tipo de pulso son las siguientes:

- Pulso largo: deberá ser empleado en aguas abiertas, fuera de maniobras restringidas y en donde nos interesa tener un mayor alcance aún en desmedro de la resolución o precisión de las señales. Su uso es en escalas de 12 millas a más.
 - Pulso corto: deberá ser empleado en maniobras restringidas, cuando tengamos un mayor interés en la precisión que en el alcance. Su uso es en escala de 6 millas a menos.
 - Pulso medio: empleo intermedio entre los dos pulsos descritos anteriormente.
- Escala: los radares presentan varias escalas de presentación, las mismas que pueden ser seleccionadas por el operador; en el caso de los radares de navegación Sperry Marine van desde las 96 millas hasta la escala de 0.25 millas (Las escalas son 0.25, 0.50, 0.75, 1, 1.5, 3, 6, 12, 18, 24, 48, 96) La escala seleccionada debe interpretarse como la distancia desde el centro de la pantalla del radar hasta un radio igual a la escala elegida. Para el uso de la escala adecuada, debemos considerar la situación táctica en la que nos encontremos, si estamos maniobrando en aguas restringidas, debemos emplear escalas menores de 12 millas; navegando en mar abierto, por el contrario, debemos emplear escalas de 12 millas a más.

SELECCIÓN DE ESCALA



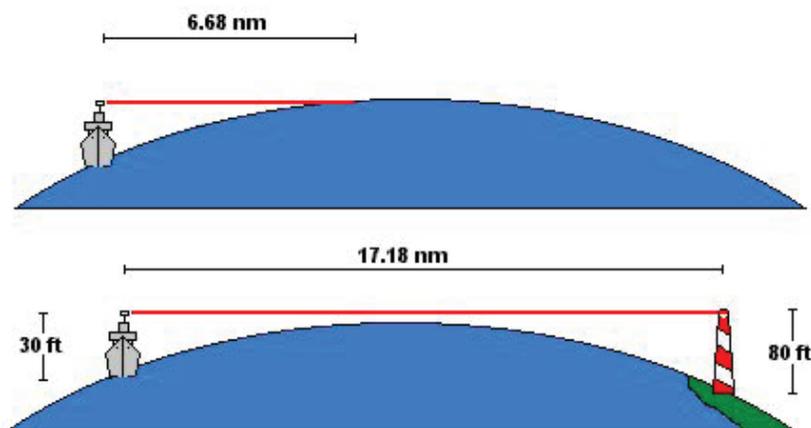
Se debe tener presente que la escala no está relacionada con el alcance del radar; el hecho de que el radar tenga una escala de 96 millas no debe interpretarse como que el radar tiene ese alcance.

- Alcance del radar: si bien es cierto que el máximo alcance de un radar está supeditado a varios factores adicionales a la altura de la antena, como la potencia, longitud de onda, condiciones atmosféricas, naturaleza y tipo de objeto detectado, etc., se puede emplear la fórmula establecida en las tablas de distancia al horizonte radar ($D = 2.4178$) para determinar el alcance estimado de nuestro sensor a cualquier objeto. La fórmula expresada nos proporciona la distancia en millas, debiendo introducirse la altura a la que se encuentra el radar en metros. En caso de que la altura esté dada en pies, la fórmula sería: $D = 1.23$.

En el ejemplo de la gráfica inferior, tenemos un buque con una altura de antena de radar igual a 30 pies ($D = 1.23 = 1.23 \times 5.47 = 6.68$ m.n.), la distancia al horizonte radar será de 6.68 millas náuticas, pero, si consideramos en adición que el objeto detectado tiene cierta altura H , la fórmula de la distancia al horizonte radar sería:

$$D = 2.4178 (+), h \text{ y } H \text{ en metros}$$

$$D = 1.23 (+), h \text{ y } H \text{ en pies}$$



Como se mencionó inicialmente, las fórmulas expresadas son referenciales; en la práctica, los valores que usualmente se obtienen de las detecciones que realizan los radares de navegación instalados a una altura de 30 metros se encuentran en los siguientes rangos:

- Embarcaciones de gran porte (>10,000 Tn) : 25 m.n.
- Embarcaciones de mediano porte (entre 2,000 y 5,000 Tn): 20 m.n.
- Embarcaciones de poco porte (<1,000 Tn): 16 m.n.

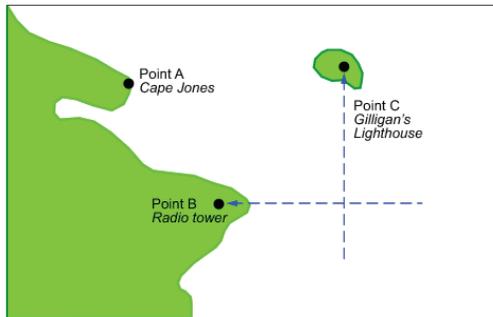
11.2.4 Empleo

Entre los diversos empleos que tiene el radar de navegación, podemos citar los siguientes:

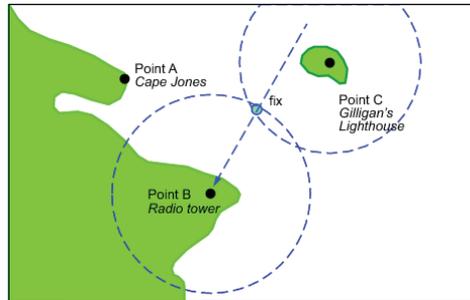
Obtener posición: como se mencionó en los capítulos VIII y IX (Tipos de Navegación y Navegación Costera), el radar es una ayuda a la navegación que nos permite posicionarnos en la carta por medio de marcaciones y distancias que nos proporciona de la costa y/o accidentes geográficos visibles.

Entre las formas de obtener la posición por radar tenemos:

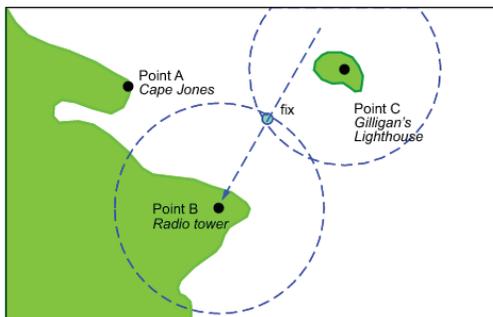
Cruce de marcaciones



Cruce de distancias



Cruce de marcación con distancia



Se debe tener presente siempre que el radar como equipo electrónico es susceptible a fallar, por lo que el radar debe ser considerado como un apoyo y no como la principal alternativa de obtener nuestra posición.

Prevención de abordajes: el radar constituye un invaluable apoyo para una navegación segura, ya que nos proporciona el panorama de toda el área próxima a nuestra embarcación, lo cual nos permite tener el tiempo necesario para evitar los riesgos de colisión con otras embarcaciones o mantener la separación necesaria de los peligros que se presentan en la mar. Otro gran aporte en la prevención de abordajes en relación con el radar es que su empleo no está limitado a las condiciones de visibilidad, ni a la luz del día o de la noche.

Identificación de boyas: como se recordará del capítulo VI, una boya Racon es un equipo respondedor de radar que emite una señal en Código Morse, la cual se aprecia visualmente en la pantalla del radar, desde el punto donde se detecta su posición; normalmente es instalado sobre faros y/o boyas. En el caso del ingreso al puerto del Callao, la boya separadora es la que separa las vías de ingreso y salida de las embarcaciones, para lo cual emite una señal correspondiente a la letra "X" que se visualiza en el radar como raya, punto, punto, raya. Se debe considerar que el inicio de la señal de código morse es la posición de la boya Racon.

Información de contactos: los radares de navegación actuales no se limitan a determinar la distancia y marcación de los objetos detectados, sino que cuentan con la capacidad de plotear una gran cantidad de contactos en la pantalla radar que nos proporciona información acerca de su rumbo, velocidad, PMA (Punto de Máxima Aproximación) y tiempo para el PMA, entre otros.

11.2.5 Desventajas del Uso del Radar

Las principales desventajas que presenta el radar son las siguientes:

- La presentación de los ecos en el radar muchas veces no es fácil de interpretar.
- Está sujeto a presentar fallas de diversa índole, ya sea por alimentación de energía, por fallas electrónicas del sistema o por no contar con la información de datos propios como GPS, corredera o girocompás.
- El alcance es limitado.
- Ciertas condiciones meteorológicas o la cercanía a la costa pueden impedir la detección de contactos de poco porte o embarcaciones menores.

11.3 GPS

El GPS es el acrónimo de *Global Positioning System*, es decir, sistema de posicionamiento global. En realidad, el nombre completo del proyecto de desarrollo era NAVSTAR-GPS (*Navigation System Ranging Global Position System*),^[1] el cual se define como un sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una embarcación, una persona o un vehículo, con una precisión de metros. El sistema fue desarrollado, instalado y actualmente operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

Cabe señalar que el GPS no es el único sistema de posicionamiento global actualmente en servicio, la ex Unión Soviética construyó un sistema similar llamado GLONASS, ahora gestionado por la Federación Rusa, mientras que en estos días la Unión Europea está desarrollando su propio sistema de posicionamiento por satélite, denominado Galileo.



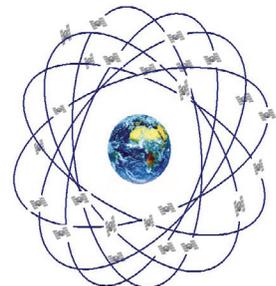
Asimismo, es necesario precisar que los sistemas satelitales para determinar la posición se dividen en dos grupos:

- GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*, sistemas de satélites de navegación global), el cual está basado en una serie de satélites que emiten señales de forma abierta para que sean analizadas por un receptor para determinar la posición de este. Dentro de este grupo se encuentra el NAVSTAR-GPS.
- RDSS (*Radio Determination Satellite Services*, servicios de satélites para determinación por radio), en el cual mediante estaciones se interroga al usuario para que con el análisis de las señales transmitidas se determine su posición. El usuario debe contar con transmisor y receptor.

A continuación, desarrollaremos las características del NAVSTAR-GPS, equipo que es el más empleado actualmente.

11.3.1 Funcionamiento

El GPS funciona mediante satélites, estaciones terrestres y receptores. El sistema cuenta con 24 satélites geoestacionarios que orbitan alrededor de la Tierra a una altura de 20 200 km, lo que permite a cada uno circundar nuestro planeta en dos ocasiones cada 24 horas, en trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra.

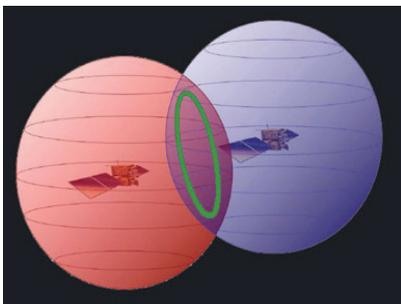
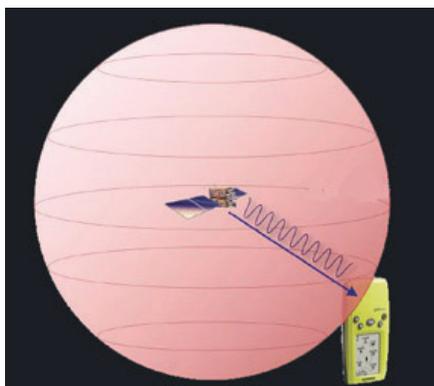


Asimismo, para el funcionamiento se emplean estaciones terrestres que envían información de control a los satélites para controlar las órbitas y mantener actualizada la posición de las mismas y esta información sea transmitida a los receptores.

Los receptores son los equipos que emplea el usuario para obtener su posición. Para ello, debe localizar automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe un código. En realidad, cada satélite emite dos códigos de datos, de los cuales uno es para uso exclusivamente militar de Estados Unidos. El otro código, de uso mundial, proporciona dos series de datos (llamados Almanaque y Efemérides) que indican el estado operativo de funcionamiento del satélite, su situación orbital, la fecha y la hora. Cada satélite envía un código específico, mediante el cual los receptores sincronizan el reloj del GPS y calculan el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo; este tiempo es convertido en distancia, de tal modo que, al haber calculado la distancia a la que se encuentran varios satélites, el cruce de estas distancias, "triangulación", nos proporcionará nuestra posición. Para determinar la posición de un receptor en la superficie terrestre (dos dimensiones), solo es necesaria la información de tres satélites, mientras que con cuatro satélites se puede establecer la altura del receptor.

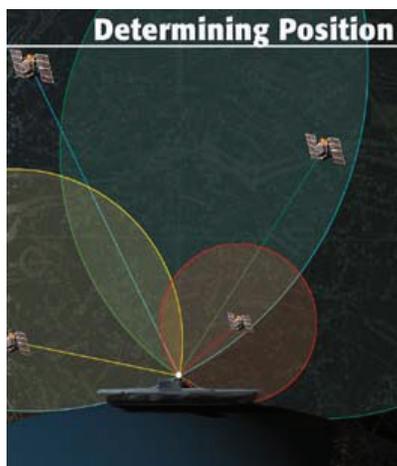
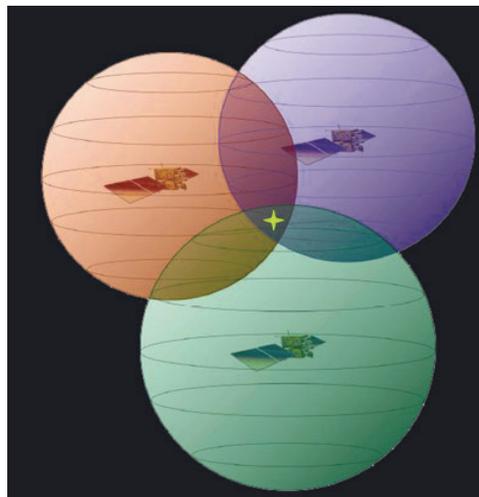
11.3.2 Principio de la Triangulación

Cuando el receptor detecta el primer satélite, se genera una esfera virtual o imaginaria, cuyo centro es el propio satélite. El radio de la esfera, es decir, la distancia que existe desde su centro hasta la superficie, será la misma que separa al satélite del receptor. Este último asume, entonces, que se encuentra situado en un punto cualquiera de la superficie de la esfera, que aún no puede precisar.



Se calcula la distancia de un segundo satélite, y se genera otra esfera virtual. La esfera anteriormente creada se superpone a esta otra y se crea un anillo imaginario que pasa por los dos puntos donde se interceptan ambas esferas. En ese instante, ya el receptor reconoce que sólo se puede encontrar situado en la intersección de ambas esferas.

Luego, el receptor calcula la distancia a un tercer satélite y se genera una tercera esfera virtual. Esa esfera genera dos puntos de corte con el anillo anterior; uno de ellos se encontrará en la superficie de la Tierra y el otro, en el espacio o en el interior de la tierra. El receptor elimina la posición que no se encuentra en la superficie de la Tierra, pudiendo proporcionar la información de latitud y longitud.

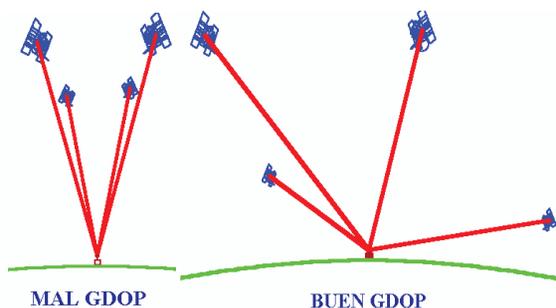


En la práctica, el receptor utiliza de 4 a 18 satélites porque requiere precisar la posición determinando un solo punto de intersección y minimizando el error de la señal en tiempo de los códigos (tener presente que 10 nanosegundos representan un error de 3 metros; 1 microsegundo, 300 metros; y 1 milisegundo, 300 kilómetros). A mayor cantidad de satélites mayor precisión y menor error generado.

11.3.3 Precisión del GPS

La posición calculada por un receptor GPS, si bien es cierto que es muy precisa, no es exacta; normalmente, la posición puede llegar a tener un error hasta de 100 metros; sin embargo, en el 90% de los casos, el error será menor a 30 metros. Podemos mencionar que existen dos factores que generan este error en los GPS: el error por la configuración espacial entre los satélites y el receptor (DOP), y el error por el cálculo de la distancia del satélite (UERE).

El primer factor, DOP (*Dilution of Precision*), es el relacionado a la ubicación de los satélites respecto del receptor, lo cual puede aumentar o disminuir la incertidumbre, tal como puede apreciarse en los gráficos:



El segundo factor, UERE, está referido a todos los errores que se acumulan por la determinación de la distancia del satélite. Las principales fuentes de este tipo de error son el retraso de la señal en la ionosfera y la troposfera, la señal que se produce por el rebote de la misma en edificios y montañas cercanos, los errores orbitales debido a que los datos de la órbita del satélite no son completamente precisos, el número de satélites visibles, la geometría de los satélites visibles, los errores locales en el reloj del GPS, etc. Los efectos en el cálculo de la posición pueden observarse en la siguiente tabla:

Fuente de Error	Efecto Máximo (metros)
Ionosférico	± 5
Efemérides	± 2.5
Reloj de Satélite	± 2
Trayectoria Múltiple	± 1
Troposférico	± 0.5
Otros	± 1

11.3.4 Funciones del GPS

Sin lugar a dudas, la función principal del GPS es proporcionarnos nuestra posición; otra de sus funciones es que, como veremos a continuación, el equipo GPS nos proporciona diversa información que facilita la navegación en la mar. Describiremos algunas funciones:

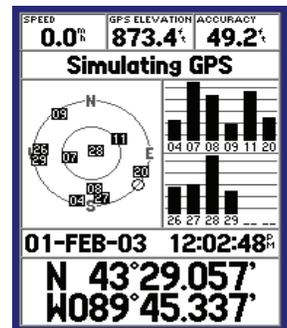


- **Posición:** nos indica la latitud y longitud del receptor; en la misma pantalla nos permite conocer la velocidad sobre el terreno (SOG) y el rumbo sobre el terreno (COG).
- **Waypoint (WP, puntos de ruta):** el GPS permite introducir una o varias rutas por medio de varios puntos (WPs) y de esta forma poder visualizar

la distancia que nos falta para llegar a cada WP, la distancia que nos encontramos separados de la ruta entre WPs (conocido como error transversal XTE), el rumbo hacia el WP y el ETA de acuerdo a nuestra velocidad actual.



- **Estado de Satélites:** el GPS nos indica, por medio de una pantalla, la situación de los satélites que se encuentran “visibles” para el receptor indicando la posición e intensidad de la señal de cada satélite.



- **Selección de Unidades:** el equipo permite escoger las unidades de referencia para la presentación de la información; por ejemplo, en el caso de la distancia se puede seleccionar kilómetros, millas y millas náuticas; en relación con la hora, seleccionar UTM o GMT; selección de DATUM, etc.
- **Otros:** entre otra diversa información que nos proporciona el GPS, se encuentran las fases de la Luna, la hora de ortos y ocasos, brújula, etc.

11.3.5 DGPS (Differential GPS)

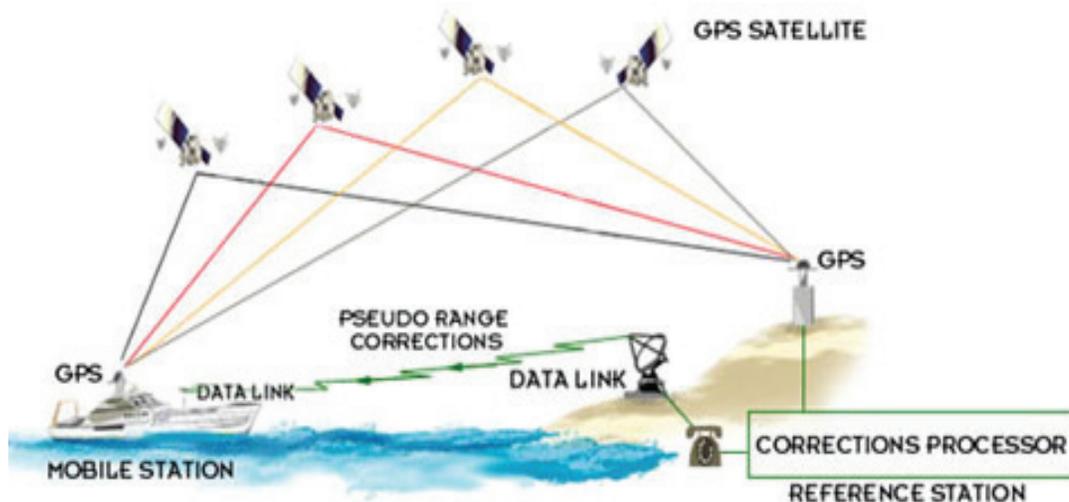
El DGPS o GPS diferencial es un sistema que proporciona a los receptores de GPS correcciones de los datos recibidos de los satélites GPS, con el fin de proporcionar una mayor precisión en la posición calculada.

Su principio de funcionamiento se basa en estaciones de tierra que conocen exactamente y de forma precisa su posición, que al recibir por medio de algún receptor su posición GPS realice la comparación entre ambas, determinando el error de las señales que está recibiendo en una determinada área. La estación comunica a los usuarios que se encuentran próximos (no más de 500 millas náuticas) los errores determinados para que el sistema realice las correcciones necesarias.

La configuración de los equipos DGPS es:

- **Estación de tierra**, compuesta por:
 - Un receptor GPS.
 - Un microprocesador, para calcular los errores del sistema GPS y para generar la estructura del mensaje que se envía a los receptores.
 - Transmisor, para establecer un enlace de datos unidireccional hacia los receptores de los usuarios finales.
- **Equipo de usuario**, compuesto por un receptor DGPS (GPS + receptor del enlace de datos desde la estación monitorizada).

La precisión a la que llegan los equipos de DGPS está en el orden de los centímetros. Actualmente, no se cuenta en Sudamérica con ninguna estación que permita el empleo del DGPS.

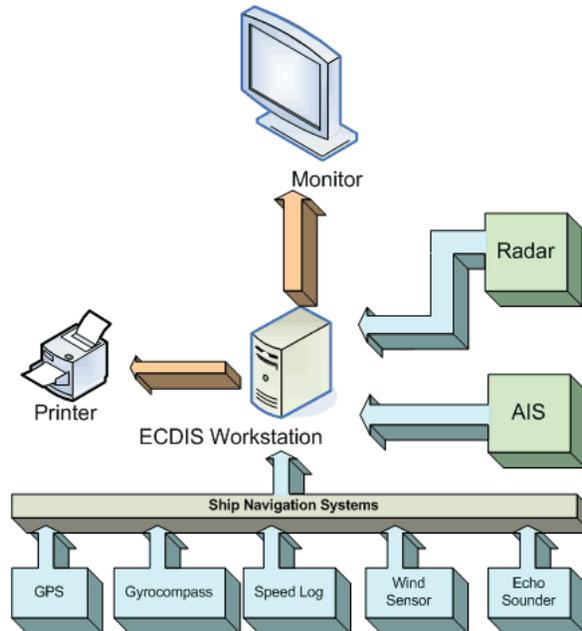


11.4 Carta Electrónica

Lo que conocemos como “carta electrónica” se refiere en realidad a los sistemas llamados ECDIS (*Electronic Chart Display and Information System*) que vendrían a ser sistemas de información y presentación de las cartas electrónicas cuyo fin primordial es el de contribuir a mejorar la seguridad y eficiencia de la navegación. Estos sistemas constituyen un nuevo concepto de navegación integral, que mediante el empleo de un computador interlazan las ayudas electrónicas de navegación, como son el GPS, radar, girocompás, AIS, corredera, etc., con cartas náuticas digitales que permiten la presentación y la visualización del monitoreo de nuestra unidad en tiempo real.

Los sistemas ECDIS han sido aceptados como reemplazo de las cartas náuticas de papel por la OMI, para todos los buques sujetos al convenio SOLAS, lo cual nos

da idea de la magnitud e importancia que viene teniendo el empleo del presente sistema. Cabe señalar que en los buques de la Marina de Guerra del Perú la carta electrónica es considerada como una ayuda a la navegación, pero ello no exime del empleo y uso que se debe hacer de las cartas náuticas de papel.



Es necesario precisar que no todos los sistemas de carta electrónica pueden encontrarse dentro de la clasificación de ECDIS. En Internet se pueden descargar diversos programas de cartas electrónicas que no cumplen con los requisitos dispuestos en el convenio SOLAS.

11.4.1 Componentes del Sistema ECDIS

Los componentes principales de un sistema ECDIS son dos:

- **Las ENC (Electronic Navigational Chart)** son las cartas de navegación electrónica desarrolladas por los servicios hidrográficos y contienen toda la información necesaria para la seguridad a la navegación; también llevan información adicional que pueda ser considerada como necesaria para una navegación segura, por ejemplo, información complementaria del derrotero del área, de la lista de faros, etc.

Las actualizaciones de las ENC son mediante un fichero de correcciones, las cuales pueden ser descargadas mediante Internet, radio, con un CD, o también manualmente si el caso lo ameritara.



- **El Computador** es parte responsable de integrar la información de los equipos electrónicos con la carta de navegación electrónica (ENC), cuya visualización debe estar representada en una pantalla gráfica que permita apreciar toda la información que ingresa al sistema. Este componente es desarrollado por empresas privadas que brindan este equipo bajo normas debidamente establecidas, lo cual permite que cualquier ENC desarrollada por los servicios hidrográficos pueda ser presentada en cualquier computador ECDIS y viceversa.

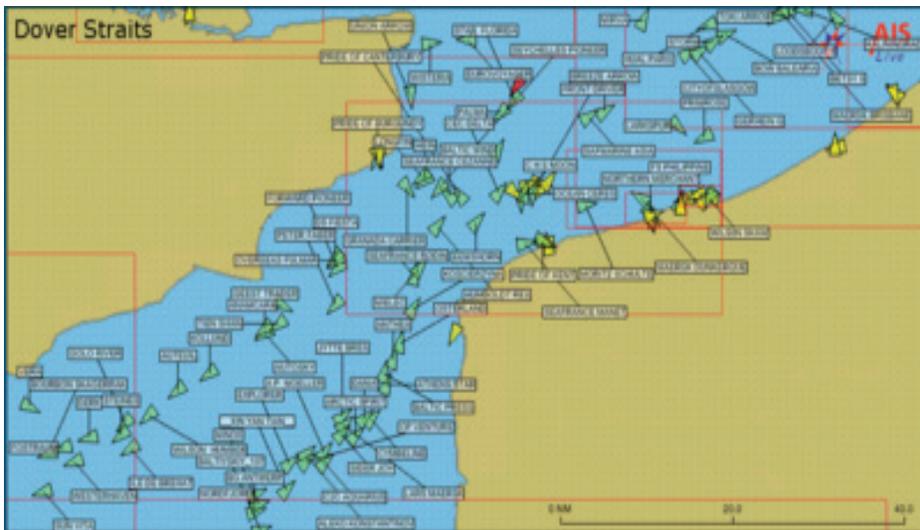
Los componentes secundarios de un sistema ECDIS son todos los equipos electrónicos que puedan ser integrados (GPS, radar, girocompás, AIS, corredera, ecosonda, NAVTEX); sin embargo, el que reviste mayor importancia dentro de todos es el GPS, ya que es el que permite visualizar la posición de nuestra unidad, la cual es básicamente la finalidad que busca el sistema. Se podría afirmar que el resto de la información que ingresa es complementaria.

Este sistema permite visualizar toda la información en una sola pantalla de manera integrada, ya sea si deseamos verificar profundidad, contactos, distancias, marcaciones, rutas, etc.; pero su mayor ventaja es la habilidad de presentar la posición de la embarcación sobre la carta en tiempo real y mantener un ploteo continuo con gran precisión porque proporciona información sobre cualquier elemento contenido en ella, sea una boya, un faro, un peligro, áreas restringidas, proporcionando elementos de juicio suficientes que permiten al navegante tomar decisiones para una navegación segura

11.5 AIS

El AIS (Automatic Identification System, Sistema de Identificación Automática) es un equipo electrónico a través del cual las embarcaciones transmiten, mediante emisiones de radio en la gama de VHF, su posición, rumbo, velocidad y una serie de datos adicionales que serán recibidos por todas las unidades que cuenten con este equipo y que se encuentren en inmediaciones del área. A su vez, cada equipo sirve como retransmisor de las señales recibidas; es decir, se intercambia la información que recibe cada unidad o embarcación, proyectándose el alcance del equipo. Esta información también es recibida y retransmitida por las estaciones de control de tráfico marítimo portuarias.

La información recibida puede ser visualizada en la pantalla del equipo propio o proyectada en una carta electrónica para una mejor representación gráfica.



El objetivo principal del AIS es garantizar la prevención de accidentes y mejorar la seguridad en el mar. Su uso es obligatorio para todos los buques que se encuentran sujetos al convenio SOLAS; sin embargo, hay que tener presente que no es universalmente imperativo su uso.

11.5.1 Funcionamiento del Equipo

El esquema general de este equipo es el que se presenta en el siguiente diagrama, en el cual se puede apreciar que emplea un Transceptor VHF, que envía paquetes de información a intervalos regulares. Para evitar la interferencia entre la información que se transmite y se recibe, la señal es multiplexada (divide el medio de transmisión en múltiples canales para que varios equipos puedan comunicarse al mismo tiempo). La información que transmite de los sensores de a bordo es del GPS y el girocompás, mientras que el resto de la información que se transmite es programada previamente en el equipo.



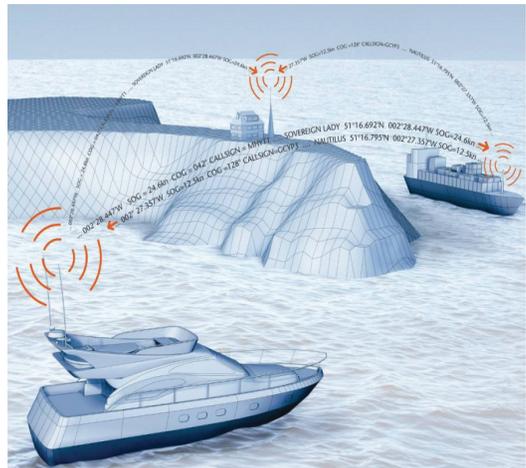
La información puede ser presentada en una pantalla propia del equipo o en otro tipo de presentación como la carta electrónica o radar que se encuentre interfazada al equipo.

11.5.2 Información Transmitida

La información que transmite el equipo AIS es la siguiente:

- Información estática: que se introduce cuando se instala el equipo y que normalmente no es necesario actualizar (código internacional, nombre, tipo de buque, dimensiones y posición de la antena GNSS).
- Información dinámica: proveniente de los sensores y equipos de a bordo que se actualiza automáticamente y otra información sobre el estado de navegación que es actualizada de forma manual por la tripulación (posición, rumbo, COG, SOG, relación de giro, estado de navegación).
- Información del viaje: que es actualizada manualmente por la tripulación en cada viaje (puerto de destino, fecha y hora de llegada, calado actual, tipo de carga, etc.).
- Mensajes de texto: los cuales pueden ser dirigidos a una embarcación o de forma general.

Cabe mencionar que este equipo nos permite tener una información más al detalle de las embarcaciones que se encuentran en el área, ya que al operar en la gama de VHF permite establecer comunicación inclusive con obstáculos intermedios entre las embarcaciones (lo cual no lo hace el radar); sin embargo, tenemos que tener presente que, para evitar colisiones en la mar, el principal equipo a considerar es el radar.



11.5.3 Empleo del AIS

Como se mencionó previamente, el principal uso que se le da al AIS es para evitar las colisiones en el mar; también puede ser empleado para:

- Facilitar la comunicación entre los buques en la mar al tener identificación de los nombres e indicativos de llamada (recuérdese que, cuando se desconoce el nombre de la embarcación, la forma de interrogar es por la posición, la misma que muchas veces genera incertidumbre).
- Tener una mejor apreciación de la situación al llegar a conocer inclusive la relación de giro de las embarcaciones en proximidades.
- Condiciones atmosféricas desfavorables como la lluvia o el oleaje que afectan en mayor medida al radar.

- La solución de los problemas cinemáticos es instantánea; es decir, al detectar el equipo cambios de rumbo y velocidad, en forma automática realiza la determinación del PMA y TPMA.

La principal limitación del sistema es que no todas las embarcaciones lo poseen, por lo cual no se tiene todo el escenario completo.

11.6 NAVTEX (NAVigational TEXt Messages)

Es un equipo electrónico que permite recibir información sobre el estado del tiempo, alertas meteorológicas, información de mareas, zonas de navegación restringida, etc. La transmisión de la información es realizada por estaciones costeras de radio dependientes de las autoridades marítimas locales.



El sistema NAVTEX es un servicio internacional de telegrafía de impresión directa para la difusión a los buques de avisos náuticos, boletines meteorológicos y de información urgente de seguridad marítima relativa a las aguas costeras hasta 400 millas de la costa. También transmite pronósticos meteorológicos de rutina y todos los avisos de temporal.

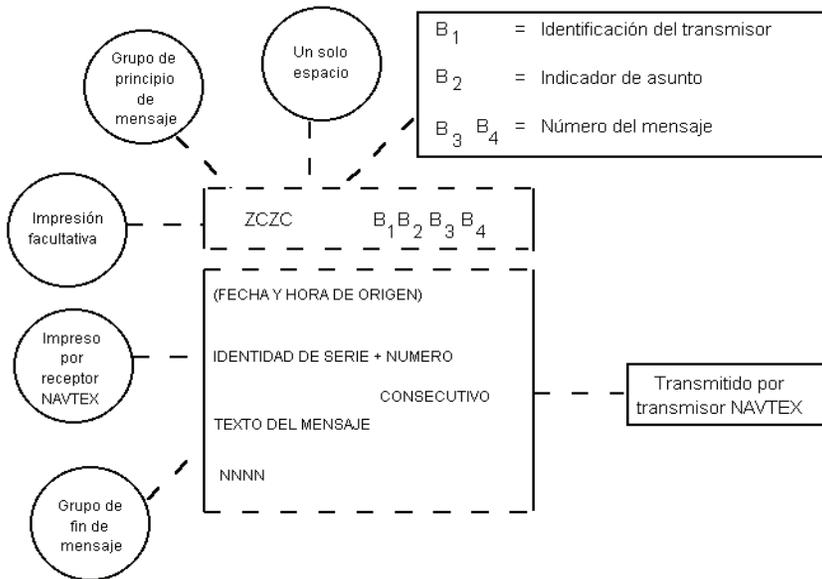
Usa una sola frecuencia (518 kHz) en todo el mundo para la transmisión de mensajes en inglés. Existen también transmisiones que usan la banda de 490 kHz para transmisiones en lengua local.

11.6.1 Formato del Mensaje NAVTEX

Los mensajes que son transmitidos a través de este sistema tienen un formato establecido para facilitar la interpretación a todos los usuarios.

En el encabezamiento de los mensajes figurarán las letras ZCZC.

A continuación, seguirán cuatro grupos de caracteres denominados: B1, B2, B3 y B4. El primero es un carácter que nos va a indicar la estación transmisora; B2 es un carácter que nos va a identificar el tema del mensaje, los mismos que pueden ser:



- A: AVISO A LA NAVEGACIÓN
- B: AVISO METEOROLÓGICO
- C: INFORMACIÓN SOBRE HIELOS
- D: INFORMACIÓN DE BÚSQUEDA Y SALVAMENTO
- E: PRONÓSTICO METEOROLÓGICO
- F: MENSAJE DE PRÁCTICOS
- G: MENSAJE DECCA
- H: MENSAJE LORAN C
- I: MENSAJE OMEGA
- J: MENSAJE OMEGA DIFERENCIAL (SATNAV)
- K: OTRO MENSAJE ELECTRÓNICO DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN
- L a Y: RESERVADOS PARA FUTUROS SERVICIOS
- Z: NINGÚN MENSAJE POR TRANSMITIR

Los caracteres B3 y B4 son los numéricos de dos dígitos que identifican los mensajes individuales; a cada mensaje NAVTEX de un mismo grupo de asuntos B2 se le atribuirá un número de serie B3B4, comprendido entre 01 y 99.

Posteriormente, en el siguiente renglón, debe aparecer la fecha y hora en UTC.

Las primeras palabras del texto serán invariablemente la identidad de la serie de mensajes y el número consecutivo, el cual no es el mismo que los caracteres B3 y B4, sino que identifica la fuente del informe.

En el extremo inferior del mensaje, deben aparecer los caracteres "NNNN" para confirmar que se ha concluido la transmisión del mensaje.

Ejemplos de mensajes NAVTEX:

```
NAVTEX MESSAGE  = = = = = TA12
101619 UTC JAN =
OOSTENDERADIO INFO TO SHIPPING 005/99 =
NIEUWPOORT HARBOUR ENTRANCE: JACK-UP
PLATFORM LYNN MOORED EAST
OF EASTERN YETTY .+
```

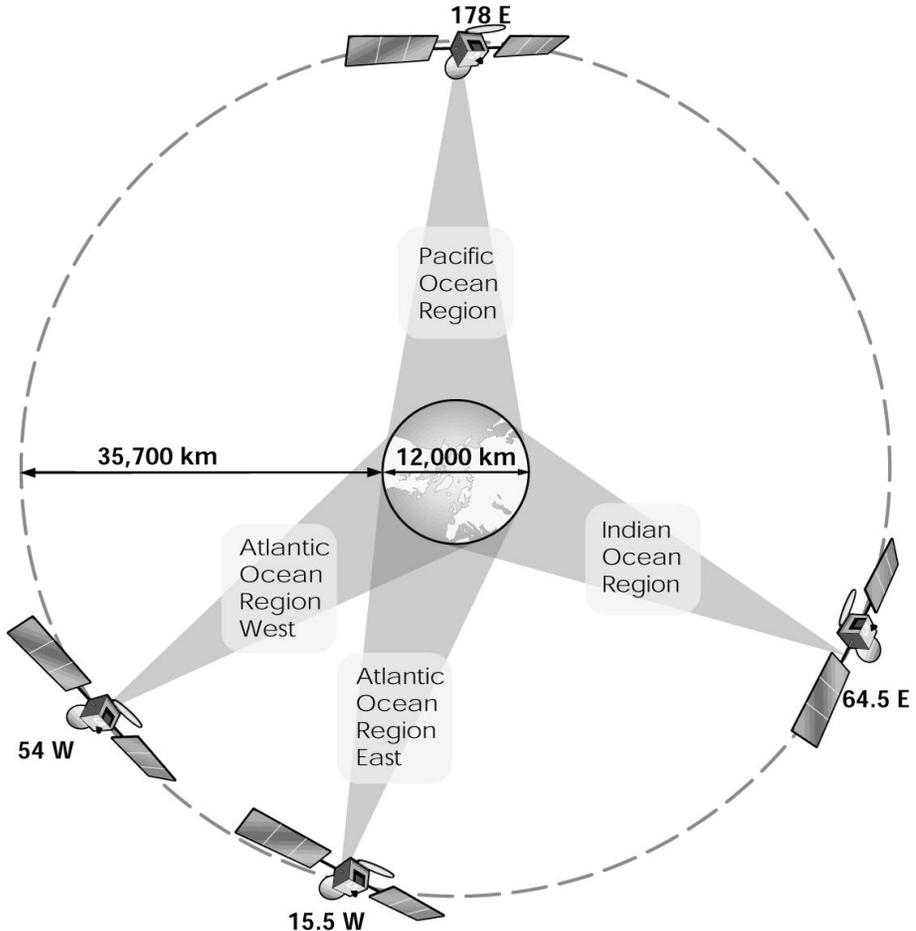
```
NAVTEX MESSAGE  = = = = = TA12
250754 UTC JAN =
INFO FROM OOSTENDERADIO
AS FROM THE 1ST OF FEBRUARI 1999
OOSTENDEREADIO IS NO LONGER KEEPING
WATCH ON THE RADIOTELEGRAPH FREQUENCY
500 KHZ - +
```

```
NAVTEX MESSAGE  = = = = = PA31
NETHERLANDS COASTGUARD
NAVIGATIONAL WARNING NR31 181640UTC FEB
RECEIVED FROM GERMANY
NAVIGATIONAL WARNING NR190 181630UTC FEB
PACKAGE OF TIMBER ADRIFT IN APPROX.
53-55N 007-40E AT 181600UTC FEB
CANCEL THIS MESSAGE 190400UTC FEB 99
```

11.7 INMARSAT (International Maritime Satellite Organization)

Es una organización internacional creada en 1979 que opera un sistema mundial de comunicaciones móviles por satélite y funciona a modo de cooperativa. En un principio, se fundó para mejorar las comunicaciones marítimas con objeto de incrementar la seguridad en el mar. Actualmente, además de suministrar servicios de telefonía y transmisión de datos a embarcaciones y plataformas marítimas, aporta servicios para la comunidad aeronáutica y para los móviles terrestres. De los 26 países que participaron en su constitución (entre ellos España) ha pasado a tener hoy en día 79 países miembros, de los cuales Estados Unidos cuenta con la mayor parte (alrededor de un 23%), el Reino Unido y Noruega poseen el 11% y el 10.5%, respectivamente.

Inmarsat cuenta con una constelación de 11 satélites Geoestacionarios que orbitan a una altura de 35,600 kilómetros, siendo controlados desde el Centro de Control Satelital (SCC) localizado en Londres. Tiene una cobertura de casi todo el planeta, exceptuando los polos Norte y Sur, que se dividen en cuatro regiones: atlántico este, atlántico oeste, pacífico e índico.



El sistema opera por medio de los “terminales” que es el nombre que identifica al equipo que se encuentra con el usuario; al realizar una llamada por medio del terminal se conecta con el satélite más próximo y este, a su vez, con una estación en tierra. La estación en tierra es la encargada de establecer la conexión con la red de telefonía pública para que se llegue a establecer la comunicación con el destinatario final. En caso la comunicación sea entre buques, la estación de tierra establecerá comunicación con la estación de tierra más cercana al satélite del destinatario para que se establezca la conexión. Los tipos de terminales o estándares que son ofrecidos a los usuarios son los siguientes:

Estándar	Servicios ofrecidos	Versiones
Inmarsat-A	Telefonía, fax, télex y datos a 9.6 kbps datos hasta 64 kbps (HSD*). servicio analógico	marítima terrestre
Inmarsat-B	Telefonía, fax grupo 3, télex datos hasta 64 kbps (HSD*). servicio digital	marítima terrestre
Inmarsat-C	datos a baja velocidad	marítima terrestre
Inmarsat-D/ D+	mensajería: unidireccional (Inm-D) bidireccional (Inm-D+)	global
Inmarsat-E	emergencia	global
Inmarsat-M	telefonía, fax grupo 3, datos	marítima terrestre
Inmarsat-P/ Mini-M	telefonía, fax grupo 3, datos	global
Inmarsat-Ae- ro	telefonía, fax, datos	aéreo

*HSD: high speed data

Existen también otros sistemas de comunicaciones vía satélite como el Iridium o Globalstar que cuentan con cobertura mundial y que poseen sus propios satélites.

Evaluación

1. ¿Qué entiende por la palabra RADAR y para qué se emplea?
2. Explique el Principio de funcionamiento del radar.
3. Dibuje un diagrama de bloques de los componentes del radar.
4. ¿Qué entiende por **Ancho de Pulso** y cuáles son las consideraciones de empleo de cada tipo de pulso?
5. ¿Qué se entiende por **Escala** del radar?
6. Calcule el alcance del radar de su unidad, si se encuentra a una altura de 20 metros, con respecto a un faro que se encuentra a una altura de 70 metros.
7. ¿Cuáles son las formas de obtener la posición por radar?
8. ¿Qué se entiende por GPS y cómo funciona?
9. Explique el principio de triangulación del GPS
10. Explique la diferencia entre el GPS y el DGPS
11. ¿Qué entiende por Carta Electrónica y que señales enlaza?
12. Explique lo que entiende por el sistema AIS y que información se transmite y se recibe por el equipo.
13. ¿Cuál es el uso del NAVTEX?
14. Explique el empleo del sistema INMARSAT

CAPÍTULO 12

EL PUENTE DE COMANDO



12.1 Introducción

Debe tenerse presente que en un buque o embarcación la tarea de llevar la navegación segura es responsabilidad del Comandante; sin embargo, por razones lógicas y limitaciones humanas, una persona no puede operar de manera simultánea todos los equipos explicados en los capítulos anteriores ni puede realizar todos los procedimientos de posicionamiento a la vez que gobierna la unidad; por ello, cuenta con un equipo de navegación que aporta con sus conocimientos, experiencia y

capacidades al cumplimiento de las tareas que les han sido asignadas para apoyar la seguridad de la navegación. Asimismo, tenemos que considerar para maniobrar la forma que deben ser impartidas las órdenes para evitar confusiones o desatenciones que pueden poner en riesgo la integridad de la embarcación.

Ciertos lineamientos generales deben considerarse en relación con el equipo de navegación y la guardia en el puente:

- Solamente una persona puede ser la responsable de una maniobra y, por lo tanto, quien debe dar las órdenes al timonel y a las máquinas.
- La entidad de la persona que se encuentra a cargo de la maniobra debe ser conocida por todo el equipo de navegación.
- El Comandante puede reemplazar en la guardia o en la maniobra al Oficial de Guardia. En este último caso, el OG no tendrá responsabilidad legal por la seguridad del buque; aun así debe apoyar y asesorar al oficial designado.

12.2 El Equipo de Navegación

Si bien durante la navegación todos los tripulantes se encuentran involucrados en los quehaceres de la unidad, cierto personal tiene asignadas tareas relacionadas con la navegación, para lo cual deben cumplir a cabalidad las funciones delegadas por el Comandante o encargado de la embarcación.

A continuación, detallaremos de forma general los tripulantes que conforman el equipo de navegación, así como sus funciones generales. Cabe señalar que cada tipo de buque o unidad debe adecuar la cantidad de personal disponible para poder cumplir los diferentes puestos que se presentan; en el caso de embarcaciones menores o de paseo, el equipo de navegación estará integrado por una o dos personas; en cambio, en los buques de guerra tipo crucero, puede estar conformado por más de 20 personas.

12.2.1 El Comandante

Es el responsable de la navegación segura de su buque. El equipo de navegación trabaja para orientar y asesorar de la mejor manera las decisiones que vaya a tomar el Comandante relacionadas al manejo de su embarcación. Cuando el Comandante se encuentra físicamente en el puente, se le denomina al mismo "Puente de Comando"; en caso no se encuentre, la denominación del compartimento será únicamente "puente".



12.2.2 El Oficial de Guardia

Es la persona a quien el comandante delega la responsabilidad para conducir la navegación de acuerdo a las instrucciones impartidas y por lo cual debe en todo momento tener el control de la situación del buque, así como manejar la información que le proporcionan el personal y los equipos relacionados a la navegación. El oficial de guardia dirige los cambios de rumbo, velocidad y administra las funciones de todo el equipo de navegación; por ello, todos los integrantes deben encontrarse atentos a las órdenes que imparta. Las órdenes dadas por el oficial de guardia no pueden ser refutadas por otro oficial así sea de mayor graduación, ya que recordemos que la responsabilidad del Comandante ha sido delegada en él; sin embargo, se debe tener presente que en caso el Comandante lo considere puede disponer el relevo del oficial de guardia por su persona o quien estime conveniente, para efectos de la maniobra o para efectos de la guardia.

La siguiente información es imprescindible que sea de conocimiento del Oficial de Guardia, la misma que tiene que ser proporcionada por los diferentes integrantes del equipo de navegación y visualizada en los instrumentos del puente:

- La posición del buque en la carta, cómo fue determinada y cuándo.
- Rumbo y velocidad del buque.

- Ayudas a la navegación visibles o que se encuentren próximas.
- Órdenes de cambios de rumbo y velocidad durante su fracción de guardia.
- Profundidad del mar en el área.
- Instrumentos o equipos de navegación en servicio (radar, fadómetro, etc.).
- Condiciones atmosféricas en el área.
- Dirección e intensidad de la corriente.
- Dirección verdadera y relativa del viento.
- Peligros para la navegación.

12.2.3 El Ayudante

Normalmente es una función que desempeña otro oficial, quien tiene la tarea de llevar la navegación en la carta, posicionándose de acuerdo a los procedimientos establecidos y determinando los potenciales peligros que podrían presentarse. Debe considerar el empleo de varios equipos, como la carta electrónica, el GPS, el radar, el sextante, AIS, etc. Debe trabajar de manera coordinada con los vigías para poder graficar líneas de posición en la carta y fijar la posición observada de nuestro buque.

12.2.4 El Contramaestre de navegación

Es el encargado de las señales visuales que se realizan a bordo de la unidad; es decir, es el tripulante encargado de ejecutar las órdenes de comunicación visual dispuestas por el Comandante u Oficial de Guardia mediante banderas, destellos o semáforos. Apoya en las tareas de posicionamiento de la unidad ya sea mediante la obtención de líneas de posición o mediante la gráfica de las mismas en la carta. Verificará e informará al oficial de guardia la información meteorológica referida al viento, temperatura del agua, presión atmosférica, nubosidad, etc. Es el responsable de los instrumentos y publicaciones que se encuentran en el puente.



12.2.5 El Radarista

Es el encargado de operar el radar y quien debe informar cualquier detección relevante al Oficial de Guardia. Tiene como funciones:

- Identificar los puntos notables de costa detectados por el radar de manera de proporcionar información de marcación y distancia de acuerdo al requerimiento.

- Confirmar las distancias a los peligros próximos, así como a los contactos que se encuentren próximos a nuestra unidad.
- Debe mantener el radar en la escala adecuada y con las mejores prestaciones posibles de acuerdo a las consideraciones del clima o del área.
- Tener presente el plan CONEM establecido a fin de asesorar al Oficial de Guardia para la puesta en funcionamiento de cualquier sensor.



12.2.6 Consola de Propulsión

Es el puesto que está dotado por el tripulante que sirve de nexo entre el puente y el personal de máquinas, quienes son los que realizan los cambios de velocidad solicitados por el Oficial de Guardia. Está a cargo del telégrafo de órdenes a máquinas, instrumento que sirve para comunicar al personal de ingeniería los cambios requeridos por el responsable de la navegación.





12.2.7 El Radio

En el puente, podemos encontrar dos equipos de comunicaciones principales, el canal 16 VHF que se emplea para identificar a otras embarcaciones que se encuentren en las inmediaciones de nuestra unidad, de forma que nos confirmen información de su procedencia, puerto de destino, tipo de carga, etc. El otro equipo de comunicaciones principal es la red táctica primaria, la cual se emplea para establecer



comunicación entre unidades de la Marina de Guerra del Perú. El operador de este equipo es un tripulante de la especialidad de radio, quien de acuerdo a las órdenes que reciba del Comandante o en su defecto del Oficial de Guardia las comunicará por la línea a la unidad correspondiente.

12.2.8 El Registrador de Órdenes

Es el tripulante encargado de registrar todas las órdenes que se imparten en el puente, así como los ingresos y salidas del Comandante, el lanzamiento

y parado de las máquinas y sistemas, contactos avistados, zafarranchos y ejercicios que se realizan, cumplimiento de la rutina a bordo, etc. Debe considerar dentro de sus anotaciones consignar al oficial responsable de las maniobras que se están realizando.

12.2.9 El Timonel

Es el tripulante que gobierna el timón en un buque y, por ende, debe contar con la preparación necesaria para poder desempeñarse eficientemente. Es el encargado de mantener el rumbo ordenado por el Oficial de Guardia, para lo cual debe estar permanentemente maniobrando con el timón o caña para evitar que las fuerzas no controladas, como el viento y la corriente, alejen la unidad de la dirección deseada. En los buques de guerra, los periodos de guardia de este tripulante no deben de sobrepasar las dos horas. La comunicación entre el Oficial de Guardia y el timonel debe ser permanente a fin de evitar confusiones o malinterpretaciones en las órdenes.



12.2.10 Los Vigías

Sus funciones son las siguientes:

- Identificar visualmente los puntos notables de la costa y las ayudas a la navegación en el área en la que nos encontramos.
- Tomar marcaciones para determinar líneas de posición de acuerdo al requerimiento del Oficial de Guardia o su Ayudante.
- Informar cualquier contacto avistado, con respecto a nuestro buque (proa, popa, amura, aleta, través) detallando si se encuentra en aproximación o alejamiento.

El personal que cumple funciones de vigía cumple una tarea muy importante durante la navegación porque son los tripulantes que nos alertarán de cualquier peligro al que nos estemos aproximando y que no haya sido

detectado por el radar. Por este motivo, es necesario que los tripulantes designados durante toda su fracción de guardia se encuentren despejados y muy concentrados en la labor que realizan; muchas veces es necesario rotarlos en sus puestos e ir controlando su desempeño con la finalidad de evitar que disminuyan sus reflejos durante la guardia.



12.2.11 El Práctico

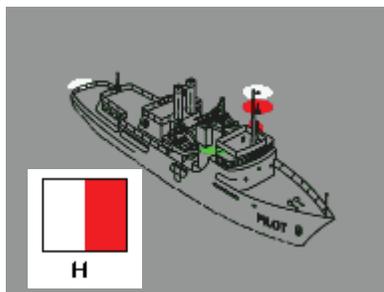
Normalmente se embarca para el arribo o salida de puerto, o para tránsitos por canales estrechos. Es el único miembro del equipo de navegación que no conforma la dotación de a bordo.

Cuando el práctico se embarca, el equipo de navegación debe apoyar a este nuevo integrante por cuanto la experiencia de él en la maniobra del área es superior a la de todo el resto de los tripulantes de a bordo. El práctico, durante la maniobra, pasa a ser el principal asesor de navegación del Comandante. Para la llegada del práctico a bordo, debe tenerse preparado un intérprete si fuera necesario, una escala por la banda y el ayudante del oficial de guardia u oficial designado esperando recibirlo para acompañarlo al puente.

Los prácticos pueden llegar a tener algún nivel de responsabilidad en caso de presentarse algún accidente, abordaje o avería, etc.; sin embargo, la presencia del práctico de ninguna manera libera al Comandante de su responsabilidad de mantener la integridad de su buque y dotación.



La señal que indica la presencia del práctico es la Bandera "HOTEL", en caso sea de noche en lugar de la bandera se colocaran 2 luces verticales, una blanca en la parte superior seguida de una roja.



12.3 Impartir Órdenes en el Puente

La fraseología que se emplea en el puente es única y debe ser empleada de forma correcta para no prestarse a ambigüedades o confusiones. Para tal efecto, en la Marina contamos con procedimientos que establecen la forma de impartir las órdenes tanto para modificar la velocidad como para modificar el rumbo de nuestra unidad, las mismas que deben ser comunicadas en un tono claro, firme y audible.

Finalmente, es necesario mencionar que el dar las órdenes correctamente no inhibe la responsabilidad del OG de la correcta ejecución de las mismas; para ello, debe siempre supervisar los instrumentos como los indicadores de velocidad, rpm, rumbo o ángulo de timón que se encuentran ubicados en el puente.



INDICADOR DE ANGULO DE TIMÓN

12.3.1 Para Modificar la Velocidad

Para dar las órdenes al tripulante de guardia en la consola de propulsión del puente o telégrafo de órdenes a máquinas, debe emplearse la siguiente forma:

- Primero, indicarle a qué máquina nos referimos, máquina de babor (estribor), ambas máquinas, máquina 4, etc. Usualmente, la palabra máquina se sobreentiende y no es empleada en la orden.
- Posteriormente, indicarle la dirección de avance, es decir, "adelante" o "atrás".
- Para terminar, se debe indicar la cantidad, es decir, en caso de encontrarnos en condición de maniobra será: "un tercio", "toda fuerza" "normal", etc; en caso de nos encontremos en otra condición y maniobrando con la cantidad de revoluciones, estas se indicarán por dígitos: "tres dos revoluciones", "uno cinco revoluciones"; nunca se debe emplear términos como "bajar dos", "subir tres".

Ejemplos de órdenes a máquinas:

“babor adelante un tercio”, “estribor atrás normal”, “ambas adelante uno cinco revoluciones”, etc.

12.3.2 Para Modificar el Rumbo

Las órdenes para modificar el rumbo o el ángulo de timón de nuestra unidad son impartidas al tripulante que se encuentra desempeñando las funciones de timonel y cuentan con una estructura de la siguiente forma:

a. **“Timonel”**: para que al tripulante le quede claro que nos estamos dirigiendo a él, la primera palabra es para identificarlo.

b. **“Timón derecha (izquierda) 5 (10, 20, etc.)”**: en esta parte de la orden, le indicamos al timonel sobre qué banda debe empezar a caer y con qué cantidad de ángulo de timón. Las cantidades de ángulo de timón van de 5° en 5° hasta el máximo de la unidad (normalmente 35° o 40°).

Quando se quiere ordenar al timonel que gobierne con el máximo ángulo de timón en lugar de decirle la cantidad, se reemplaza por la frase: *“Timón todo derecha (izquierda)”*.



Quando no se menciona la cantidad de ángulo de timón o se menciona en lugar de la cantidad de grados la palabra “normal”, se refiere a que el ángulo de timón a emplear es el de 15°. Ejemplo: *“timón derecha normal”*.

Otra forma de dar las órdenes al timonel cuando se desea que maniobre con ángulo de timón 15° y se va a omitir la cantidad en la orden es: *“caer por la derecha (izquierda)...”*; en este caso, obligatoriamente se debe indicar al final de la orden el nuevo rumbo.

c. **“Hasta el rumbo... (desde 000 a 360)”**: la última parte de la orden debe especificar cuál es el nuevo rumbo al que queremos que se dirija nuestra unidad; sin embargo, de acuerdo a la maniobra o a la situación que se presente, existe la posibilidad de que esta última parte de la orden se omita voluntariamente por el OG. El rumbo debe ser especificado dígito por dígito.

Algunos ejemplos de órdenes para modificar el rumbo de nuestra unidad:

“timonel, timón derecha 20, hasta el rumbo Dos Siete cero (270)”, *“timonel, timón derecha 5, hasta el rumbo Dos Tres Cero (230)”*, *“timonel, timón todo derecha”*, *“timonel, timón derecha normal”*, etc.

Adicionalmente, la siguiente fraseología también es empleada entre el oficial de guardia y el timonel:

- **“Timón al medio”**: orden para que se coloque el timón con un ángulo de cero grados.
- **“Levantando a 20”** (5, 10, 15, etc.): significa disminuir el ángulo de timón, puede ser informativa del timonel para comunicarle al OG que está cambiando el ángulo de timón porque nos estamos aproximando al rumbo ordenado o puede ser una orden del OG cuando observa que el buque está girando muy rápido.
- **“Aguantando”**: quiere decir emplear el timón en la medida requerida para controlar la guiñada.
- **“Meta más caña”**: orden que significa aumentar el ángulo de timón de la caída de la ya especificada previamente.
- **“Nada a la derecha” (izquierda)**: es una orden al timonel para que gobierne el buque sin salirse a la derecha (izquierda) del rumbo ordenado.
- **“Así como va”**: cuando el timonel informa la dirección de la proa y se desea que continúe en la misma dirección, el OG le da esta orden.
- **“Bien”**: es el acuse de recibo del OG para indicarle al timonel que ha tomado conocimiento de algún informe que este haya dado.
- **“¿Cómo está su timón?”**: es una pregunta al timonel para que nos responda cuál es el ángulo del timón. La respuesta del timonel debe ser:

“5 (10, 15, etc.) timón derecha (izquierda)” o *“todo timón derecha (izquierda)”*.

Cualquier orden impartida por el OG al timonel debe originar la respuesta del tripulante para confirmar que ha tomado conocimiento de la orden correctamente; la respuesta del timonel debe ser el acuse de recibo más la misma orden recibida, por ejemplo:

“recibido, timón al medio”, *“recibido, timón derecha normal”*, *“recibido, timón derecha 20 hasta el rumbo Uno Ocho Cero (180)”*, etc.



Cuando la unidad se encuentre con el ángulo de timón o en el rumbo de la orden recibida, el timonel debe informar al OG, por ejemplo:

“timón al medio”, “todo timón derecha”, “en rumbo Uno Ocho Cero (180)”, etc.

12.4 Libro de de Órdenes Nocturnas

Es el libro donde se anotan las órdenes de rumbo, velocidad, precauciones relacionadas a la seguridad del buque y en general todo tipo de órdenes que debe ser de conocimiento del Oficial de Guardia durante la noche. Este documento legal debe ser firmado por todos los oficiales que cubren fracción de guardia en periodos nocturnos a fin de tomar pleno conocimiento de las órdenes impartidas por el Comandante.

Evaluación

1. Explique la responsabilidad del Comandante y del Oficial de Guardia durante la navegación.
2. ¿Qué información debe tener presente en todo momento el Oficial de Guardia?
3. ¿Qué funciones realiza el Contraмаestre de Navegación?
4. ¿Qué funciones realiza el Radarista de Guardia?
5. Si Ud. desea comunicarse con otra embarcación, en que canal debe encontrarse su equipo de comunicaciones del puente.
6. ¿Qué funciones realizan los vigías?
7. ¿Qué anotaciones debe realizar el Registrador de Ordenes?
8. Explique la forma de dar las órdenes en el puente para modificar la velocidad. Escriba 5 ejemplos.
9. Explique la forma de dar las órdenes en el puente para modificar el rumbo. Escriba 5 ejemplos.
10. Explique el significado de las siguientes frases:
 - “Aguantando”
 - “Meta más Caña”
 - “Timón al medio”
 - “Levantando”
 - “Así como va”
 - “Nada a la izquierda”
11. ¿Qué entiende por Libro de Ordenes Nocturnas?

CAPÍTULO 13

REGLAS PARA PREVENIR ABORDAJES



13.1 Introducción

En este capítulo, detallaremos las principales reglas que todo marino debe tener presente para evitar el abordaje en la mar; entendido el abordaje como la colisión entre dos o más embarcaciones o entre estas y artefactos navales flotantes (en el ambiente naval también se entiende por abordaje la acción de abordar otra embarcación como en los casos de interdicción marítima). Las reglas para prevenir abordajes se encuentran en la publicación de la Dirección de Hidrografía y Navegación, HIDRONAV 5110 “Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes” (RIPA) o se puede descargar de la página web de la Organización Internacional del Mar: www.IMO.org.

El RIPA es aplicable a todos los buques en alta mar y en todas las aguas que tengan comunicación con ella y sean navegables por los buques de navegación marítima.

13.2 Definiciones Generales

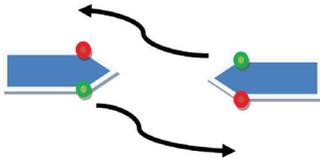
Revisaremos algunas de las definiciones establecidas en el RIPA:

- **Buque:** toda clase de embarcación, incluidas las embarcaciones sin desplazamiento, las naves de vuelo rasante y los hidroaviones, utilizadas o que puedan ser utilizadas como medio de transporte sobre el agua.
- **Buque de propulsión mecánica:** todo buque movido por una máquina.
- **Buque de vela:** buque navegando a vela siempre que su maquinaria propulsora, caso de llevarla, no se esté utilizando.
- **Buque dedicado a la pesca:** buque que esté pescando con redes, líneas, aparejos de arrastre u otros artes de pesca que restrinjan su maniobrabilidad; esta expresión no incluye a los buques que pesquen con curricán u otro arte de pesca que no restrinja su maniobrabilidad.
- **Hidroavión:** aeronave proyectada para maniobrar sobre las aguas.
- **Buque sin gobierno:** buque que por cualquier circunstancia excepcional es incapaz de maniobrar en la forma exigida por este Reglamento y, por consiguiente, no puede apartarse de la derrota de otro buque.
- **Buque con capacidad de maniobra restringida:** todo buque que, debido a la naturaleza de su trabajo, tiene reducida su capacidad para maniobrar en la forma exigida por este Reglamento y, por consiguiente, no pueda apartarse de la derrota de otro buque. La expresión “Buques con capacidad de maniobra restringida” incluirá:
 - buques dedicados a colocar, reparar o recoger marcas de navegación, cables o conductos submarinos;
 - buques dedicados a dragados, trabajos hidrográficos, oceanográficos u operaciones submarinas;
 - buques en navegación que están haciendo combustible o transportando carga, provisiones o personas;
 - buques dedicados al lanzamiento o recuperación de aeronaves;
 - buques dedicados a operaciones de limpieza de minas;
 - buques dedicados a operaciones de remolque que por su naturaleza restrinjan fuertemente al buque remolcador y su remolque en su capacidad para apartarse de su derrota.
- **Buque restringido por su calado:** buque de propulsión mecánica que, por razón de su calado en relación con la profundidad y la anchura disponible del agua navegable, tiene una capacidad muy restringida de apartarse de la derrota que está siguiendo.
- **En navegación:** se aplica a un buque que no esté ni fondeado ni amarrado a tierra, ni varado.
- **Visibilidad reducida:** significa toda condición en que la visibilidad está disminuida por niebla, bruma, nieve, fuertes aguaceros, tormentas de arena o cualesquiera otras causas análogas.

13.3 Reglas de Gobierno

Es importante en la mar tener siempre presente las reglas de gobierno que rigen la navegación marítima; una manera sencilla de recordarlo es por medio de los versos de Thomas Gray, poeta inglés del siglo XVIII.

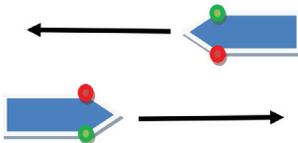
- **1er Caso:** dos buques que se encuentran directamente por la proa



Si ambas luces de un vapor, por la proa has avistado, debes caer a estribor, dejando ver tu encarnado.

Este caso se presenta cuando navegando observamos ambas luces (roja y verde) de un buque por la parte delantera de nuestra embarcación, lo cual significa que se está aproximando hacia nosotros. La acción a seguir es tal cual dice el verso virar hacia estribor (derecha) y dejar ver el encarnado, que es la luz roja que está a la izquierda en nuestra nave (tradicionalmente se le dice “encarnado” o “colorado” al rojo); la otra embarcación debe seguir la misma regla, caer a estribor para que ambas embarcaciones continúen su navegación sin inconvenientes.

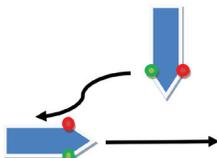
- **2do Caso:** dos buques que navegan de vuelta encontrada.



Si da el verde con el verde, o encarnado con su igual, entonces nada se pierde, sigue su rumbo cada cual.

En este caso, tenemos que, si solo observamos una luz de la embarcación que se aproxima y coincide con el color de nuestra luz de la banda más próxima (verde o rojo), nos indica que esta se aproxima en sentido contrario, pero sin riesgo de colisión.

- **3er Caso:** dos buques que se cruzan y observamos luz roja.

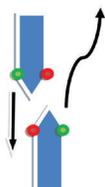


Si a estribor ves colorado, debes con cuidado obrar, cae a uno u otro lado, para o manda a ciar.

En este caso, nos encontramos en la embarcación graficada en la parte superior y observamos una luz roja por estribor, lo que significa que debemos maniobrar (cambiar de rumbo, reducir velocidad, etc.) para que la otra embarcación continúe con su derrota, porque tiene la prioridad de paso. Los cambios de rumbo o velocidad que se efectúen para

evitar un abordaje deben ser lo suficientemente amplios para ser fácilmente percibidos por el otro buque. Deberá evitarse una sucesión de pequeños cambios de rumbo o velocidad.

- **4to Caso:** dos buques que se cruzan y observamos luz verde.



*Si acaso por tu babor,
el verde se deja ver,
sigue adelante, ojo avizor,
débase el otro mover.*

Similar al caso anterior únicamente que en esta ocasión nos consideramos en la embarcación que tiene la prioridad de paso, por lo cual la maniobra depende de la otra embarcación; sin embargo, como dice el verso, debemos mantenernos con particular atención hasta estar “claros” de la situación.

- **5to Caso:** regla básica de navegación.



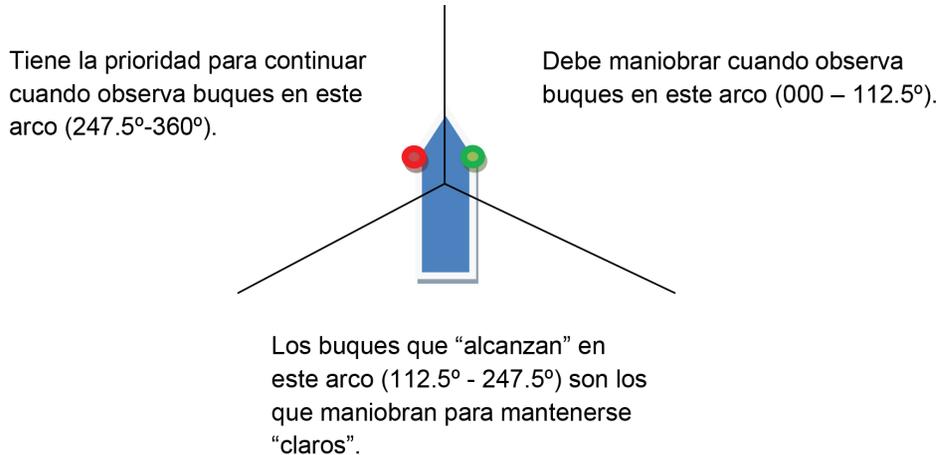
*Está siempre vigilante,
y ten presente además,
si hay peligro por delante,
modera, para o da atrás.*

Este es una regla general y advierte que en el mar tenemos que ser bastante precavidos ante cualquier peligro, se debe ser moderado, maniobrar para evitar el abordaje.

Como hemos apreciado en líneas generales, podemos emplear la similitud con un semáforo para tener presente las reglas de gobierno anteriormente expuestas. (Verde: tenemos preferencia de paso, rojo: maniobrar, la otra embarcación tiene la preferencia)



Otra forma de tener presente las reglas de gobierno es considerando la marcación relativa por donde se observa las luces en nuestra embarcación.



Los arcos tienen la misma medida que el ángulo de las luces de costado (112.5°) y la luz de alcance (135°).

13.3.1 Buque que Alcanza

Todo buque que alcance a otro se mantendrá apartado de la derrota del buque alcanzado. Como se aprecia del gráfico anterior, se considera que “alcanza” el buque que se aproxima en un arco de 135° por la popa, es decir, que sólo pueda observar la luz de alcance y no pueda observar las luces de costado del buque de proa.

13.3.2 Obligaciones entre Categorías de Buques

Los buques de propulsión mecánica, en navegación, se mantendrán apartados de la derrota de:

- Un buque de vela.
- Un buque dedicado a la pesca.
- Un buque con capacidad de maniobra restringida.
- Un buque sin gobierno.

Los buques de vela en navegación se mantendrán apartados de la derrota de:

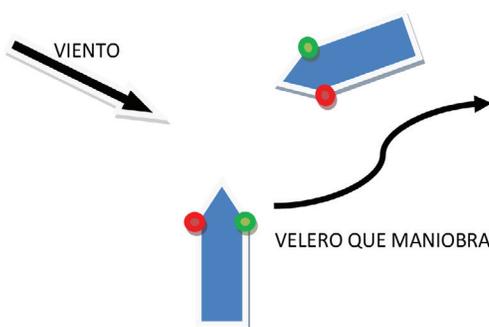
- Un buque dedicado a la pesca.
- Un buque con capacidad de maniobra restringida.
- Un buque sin gobierno.

En la medida de lo posible, los buques dedicados a la pesca, en navegación, se mantendrán apartados de la derrota de:

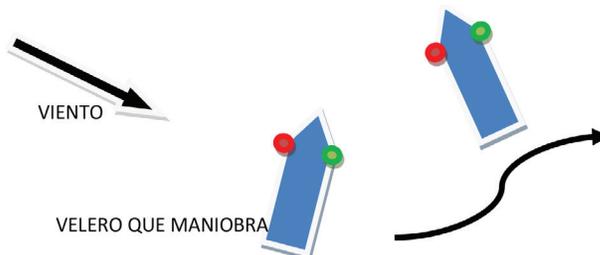
- Un buque con capacidad de maniobra restringida.
- Un buque sin gobierno.

13.3.3 Reglas de Maniobra entre Buques a Vela

Un velero que recibe el viento por la banda de babor deberá maniobrar para mantenerse claro del que lo recibe por estribor.



Si ambos veleros reciben el viento por la misma banda, maniobrará el que se encuentra a barlovento manteniéndose claro del que se encuentra a sotavento.



13.4 Luces

En esta parte, detallaremos las características y empleo de las luces en la navegación, las cuales son de trascendencia para determinar las características de la embarcación que estamos observando.

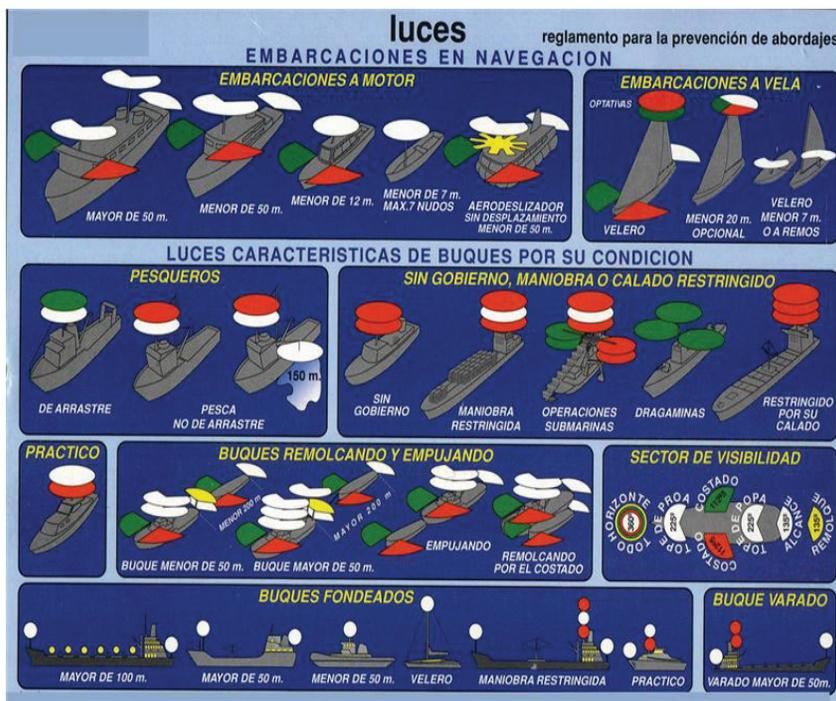
13.4.1 Definiciones

- Luz de tope: es una luz blanca colocada sobre el eje longitudinal del buque, que muestra su luz sin interrupción en todo un arco del horizonte de 225 grados, fijada de forma que sea visible desde la proa hasta 22,5 grados a popa del través de cada costado del buque.

- Luces de costado: son una luz verde en la banda de estribor y una luz roja en la banda de babor, que muestran su luz sin interrupción en todo un arco del horizonte de 112,5 grados, fijadas de forma que sean visibles desde la proa. En los buques de eslora inferior a 20 metros, las luces de costado podrán estar combinadas en un solo farol llevado en el eje longitudinal de la embarcación.
- Luz de alcance: es una luz blanca colocada lo más cerca posible de la popa que muestra su luz sin interrupción en todo un arco del horizonte de 135 grados, fijada de forma que sea visible en un arco de 67,5 grados, contados a partir de la popa hacia cada una de las bandas del buque.
- Luz de remolque: es una luz amarilla de las mismas características que la luz de alcance.
- Luz todo horizonte: es una luz que es visible sin interrupción en un arco de horizonte de 360 grados.
- Luz centelleante: es una luz que produce centelleos a intervalos regulares, con una frecuencia de 120 o más centelleos por minuto.

13.4.2 Exhibición de Luces

En el siguiente gráfico se puede observar las luces que deben estar siempre presentes en los buques de acuerdo a su situación o condición propia (buques a motor, veleros, buques sin gobierno, pesqueros, buques fondeados), así como los sectores de visibilidad en los cuales deben ser visibles las luces.



13.4.3 Visibilidad de las Luces

En los buques de eslora igual o superior a 50 metros:

- Luz de tope, 6 millas.
- Luz de costado, 3 millas.
- Luz de alcance, 3 millas.
- Luz de remolque, 3 millas.
- Luz todo horizonte, 3 millas.

En los buques de eslora igual o superior a 12 metros, pero inferior a 50 metros:

- Luz de tope, 5 millas, pero si la eslora del buque es inferior a 20 metros, 3 millas.
- Luz de costado, luz de alcance, luz de remolque y luz todo horizonte, 2 millas.

En los buques de eslora inferior a 12 metros:

- Luz de tope, luz de alcance, luz de remolque, luz todo horizonte 2 millas.
- Luz de costado, 1 milla.

En los buques u objetos remolcados poco visibles y parcialmente sumergidos:

- Luz blanca, todo horizonte, tres millas.

13.5 Señales Diurnas

Cuando nos encontremos de día y sin visibilidad restringida, es necesario emplear las siguientes señales de acuerdo a la situación.

- Buque que navega a vela y a motor: cono de color negro a proa.



- Buque fondeado: esfera de color negro vertical a proa.



- Buque sin gobierno: dos esferas de color negro verticales a proa.



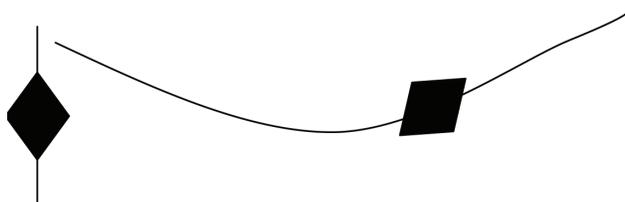
- Buque varado: tres esferas de color negro verticales a proa.



- Buque con capacidad de maniobra restringida: dos esferas y un cono de color negro.



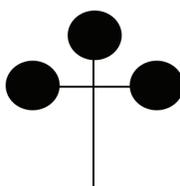
- Buque remolcando a otro: cono de color negro, línea de remolque: cono de color negro.



- Buque en faena de pesca: dos conos invertidos de color negro.



- Buque efectuando operaciones de rastreo de minas: tres esferas de color negro.



13.6 Señales Acústicas

En muchas ocasiones, cuando nos encontremos navegando o realizando maniobras, es necesario dar a conocer nuestras intenciones de movimiento o alertar de nuestra presencia en caso de visibilidad reducida, de ahí que es importante y necesario contar con algunos instrumentos acústicos que nos proporcionen esta capacidad.

13.6.1 Instrumentos Acústicos

- **Pitos:** Normalmente deberán colocarse en la posición más alta posible del buque, con objeto de reducir la interceptación del sonido emitido por la existencia de obstáculos y también para minimizar el riesgo de dañar el oído del personal. Su activación a bordo es por medio de presión de aire, debido a las dimensiones del instrumento, que como se supondrá de acuerdo al tipo de buque será el tamaño. En las embarcaciones menores (eslora menor de 20 metros), se emplean los silbatos.



- **Campana o gong:** Las campanas y los gongs estarán fabricados con material resistente a la corrosión y proyectados para que suenen con tono claro.



13.6.2 Señales Acústicas en Maniobras

Debemos considerar que una pitada corta tiene una duración de 1 segundo y una pitada larga tiene una duración aproximada de 5 segundos. Entre las principales señales de navegación tenemos:

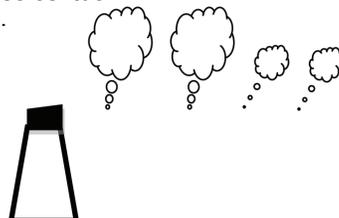
- Caigo a estribor: una pitada corta.
- Caigo a babor: dos pitadas cortas.
- Doy marcha atrás: tres pitadas cortas.
- No entiendo sus movimientos: cinco pitadas cortas.

Cuando dos buques se encuentren a la vista en un paso o canal angosto, se pueden realizar las siguientes señales:

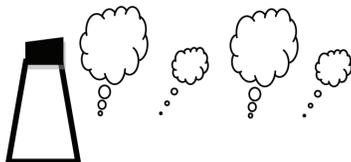
- **Pretendo alcanzarlo por su banda de estribor:** dos pitadas largas seguidas de una corta.



- **Pretendo alcanzarlo por su banda de babor:** dos pitadas largas seguidas de dos cortas.



- **Buque que va a ser alcanzado indica conformidad:** una pitada larga seguida de una corta y nuevamente una larga y una corta.

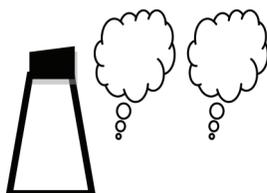


13.6.3 Señales Acústicas en Visibilidad Reducida

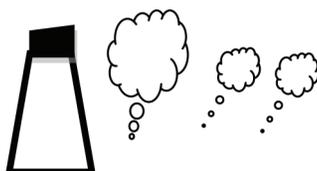
- **Buque de propulsión mecánica navegando:** una pitada larga en intervalos no mayor



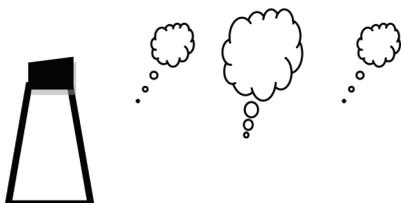
- **Buque de propulsión mecánica sin movimiento:** dos pitadas largas en intervalos no mayores de 2 minutos.



- **Buque con capacidad de maniobra restringida:** un sonido largo seguido de dos cortos en intervalos no mayores de 2 minutos.



- **Buque fondeado:** un sonido largo, un sonido corto y otro largo.



13.6.4 Señales con Campana o Gong

- **Buque menor de 100 metros fondeado:** toques rápidos de campana en 5 segundos, a intervalos no mayores de 1 minuto.
- **Buque mayor de 100 metros fondeado:** toques rápidos de campana en 5 segundos, a intervalos no mayores de 1 minuto.

13.7 Señales de Peligro

Las siguientes señales indican peligro y la necesidad de ayuda; es obligación de todo buque al observar o escuchar las siguientes señales prestar el auxilio necesario a la embarcación que lo requiera:

Señales de Auxilio <small>(Ext. del Reg. Int. para Prevenir Colisiones en el Mar)</small> Señales que usará, conjunta o separadamente, el buque o hidroavión que, amarrado, se halle en peligro y requiera ayuda de otras embarcaciones o de la costa.	
	DISPARO DE ARMA DE FUEGO U OTRA SEÑAL EXPLOSIVA, A INTERVALOS, APROXIMADOS, DE 1 MINUTO.
	SONIDO CONTINUADO DE CAMPANA, BOCINA, CUERNO DE NIEBLA, ETC.
	LETRA "N" SOBRE "C", SEÑAL DE AUXILIO CON BANDERAS DEL COD. INT. DE SEÑALES.
	UNA BANDERA CUADRADA CON UN BALON, ARRIBA O ABAJO.
	SEÑAL DE HUMO ANARANJADO.
	MOVIMIENTO VERTICAL DE BRAZOS EXTENDIDOS A LOS LADOS DEL CUERPO. (Con o sin banderas).
	COHETES O GRANADAS DE ESTRELLAS ROJAS DISPARADAS A INTERVALOS CORTOS. (Señal también diurna).
	BENGALA ROJA DE MANO O DISPARADA POR COHETE CON PARACAIDAS (Señal también diurna).
	DESTELLOS CON LINTERNA (S. O. S. DE CODIGO MORSE).
	PALABRA TRANSMITIDA POR RADIOTELEFONIA (Conv. Int.).
	SEÑAL DE S.O.S. DEL CODIGO MORSE EMITIDA POR RADIOTELEGRAFIA

Otras señales en adición a las mencionadas son:

- La señal de alarma radiotelegráfica.
- La señal de alarma radiotelefónica.
- Señales transmitidas por radiobalizas de localización de siniestros.

Está prohibido utilizar o exhibir cualesquiera de las señales anteriores, salvo para indicar peligro y necesidad de ayuda, y utilizar cualquier señal que pueda confundirse con las anteriores.

Evaluación

1. Defina “Buque”.
2. Explique las reglas de maniobra basado en los versos de Tomás Grey.
3. Explique la regla del “Semáforo” para las maniobras.
4. Dibuje una embarcación señalando la prioridad para maniobrar, de acuerdo a la marcación relativa por donde se observa las luces de las otras embarcaciones.
5. Explique las reglas de maniobras entre buques a vela.
6. Dibuje el diagrama de una embarcación, señalando las luces que debe emplear en la navegación, especificando el color y el ángulo de horizonte que debe iluminar.
7. Dibuje las señales diurnas que se emplean durante la navegación.
8. Explique o dibuje las señales acústicas que se pueden realizar durante determinadas maniobras.
9. Señale 5 formas para indicar que su buque se encuentra en peligro.

BIBLIOGRAFÍA

The American Practical Navigator, an Epitome of Navigation (Nathaniel BOWDITCH LL. D.)
Edición 1995, National Imagery and Mapping Agency.

Manual of Navigation, Admiralty, Volume 1, General Navigation, Coastal navigation and
Pilotage
2003, 6ta Edición

Dutton's Nautical Navigation
2004, 15va Edición, Annapolis

Publicaciones de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú

Manual de Navegación Armada Argentina
2008, 1ra Edición Escuela Naval Militar

Separatas de la Escuela Naval
Capitán de Navío Juan ZAPATER Injoque

Guía de Ayuda a la Navegación Marítima (IALA/AISM)
2001, 4ta Edición, A

Navigation and Nautical Astronomy
2009, Gill, James, Merrifield, Willie Venner

Navegación Costera
2008, Roberto LÉNIZ Drápela.

Electronic Navigation
2005, Tim BARLETT

Sistemas Electrónicos de Navegación
Escuela Naval Militar, España

Dirección de Hidrografía y Navegación de la marina de Guerra del Perú
ww.dhn.mil.pe

Organización Hidrográfica Internacional
www.iho.shom.fr

Organización Marítima Internacional
www.imo.org

National Oceanic and Atmospheric Administration
www.noaa.gov

Sistema de Identificación Automática Universal
www.uais.org

Sperry Marine
www.sperrymarine.northropgrumman.com

Organización Internacional de Satélites Marinos
www.inmarsat.com

naut.blogcindario.com

www.nautiscuela.com

Este libro se imprimió en los talleres gráficos de
Iakob Comunicadores y Editores S.A.C.
Situado en: Jr. Manuel Segura N° 775 • Lima 01
R.U.C. 20524555701
Octubre, 2013