



Manual de Náutica

Publicaciones náuticas

Navegación

El Rumbo y la carta náutica

Distancias

Introducción a la navegación astronómica

Astronomía Náutica

Balizamiento

Mareas

Meteorología

Oceanografía

© Andrés Ruiz

San Sebastián – Donostia

43° 19'N 002°W

<http://sites.google.com/site/navigationalalgorithms/>

Publicaciones náuticas

El [Instituto Hidrográfico de la Marina](#) de España recoge en el Catálogo de cartas y publicaciones náuticas, todas sus publicaciones oficiales.

En Francia se encarga el Service Hydrographique et Océanographique de la Marine: [SHOM](#), en Gran Bretaña el United Kingdom Hydrographic Office: [UKHO](#). La National Geospatial Intelligence Agency: [NGA](#) de Estados Unidos publica en la Web gran variedad de información náutica de interés.

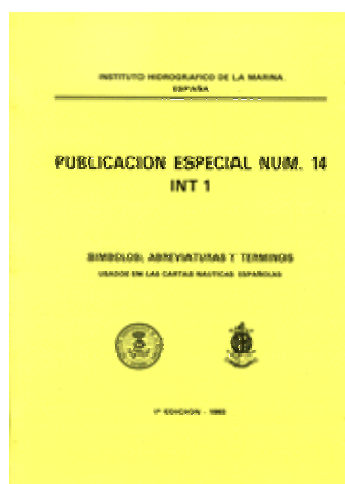
Cartas náuticas

Están publicadas por los Institutos Hidrográficos de cada país, en formato papel o electrónico, y deben ser actualizadas periódicamente.



Símbolos usados en las Cartas Náuticas

Esta publicación explica los símbolos, abreviaturas y términos usados en las Cartas Náuticas Españolas.



Publicación especial nº 14

Existen publicaciones similares de los Institutos Hidrográficos de otros países.

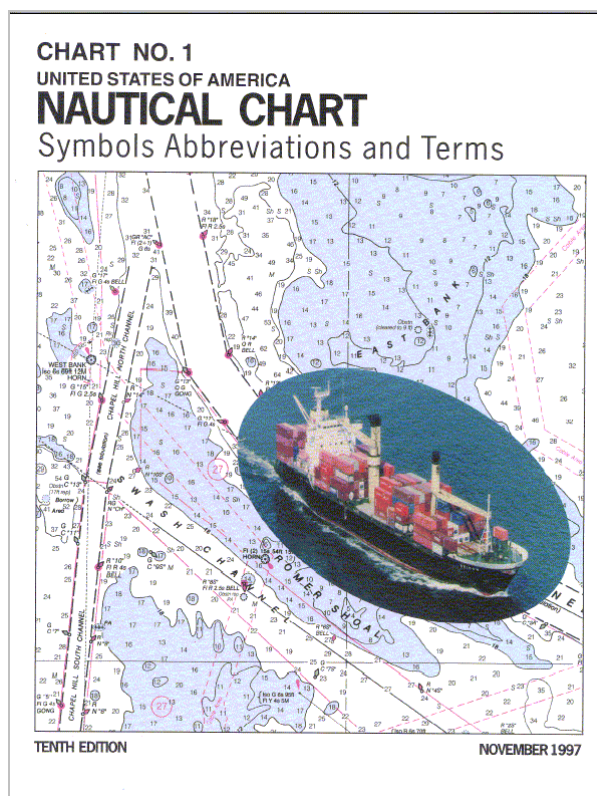
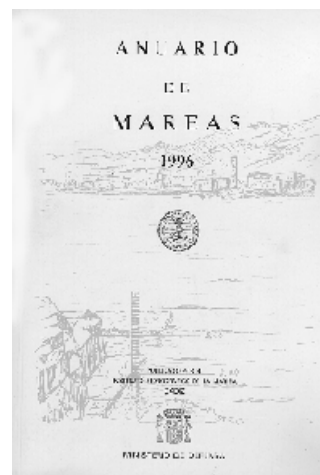


Chart nº 1. Nautical Charts Symbols, Abbreviations and Terms

El anuario de mareas



Instituto Hidrográfico de la marina. España

Se compone de varias partes:

1ª parte: Puertos principales. Proporciona para cada día, las horas de pleamar y bajamar, y las alturas del agua correspondientes.

2ª parte: Puertos secundarios. Se indican las diferencias en horas y alturas de

pleamares y bajamares respecto a los puertos principales.

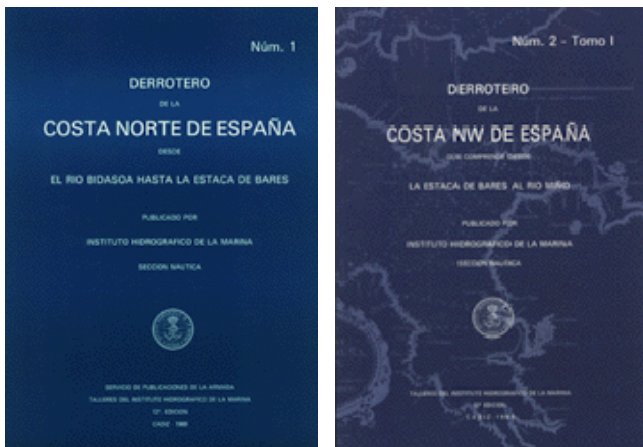
3ª parte: Gráficos y constantes de marea para puertos extranjeros.

Las horas indicadas se refieren al huso Cero, con lo que para obtener la hora oficial es preciso sumar el adelanto vigente.

Las alturas, toman un nivel de referencia determinado, que no es el mismo en todos los países; en España es el nivel de la mayor bajamar conocida (bajamar escorada) pero en Inglaterra, por ejemplo, se toma como referencia el nivel de la bajamar en mareas vivas (MLWS).

Derroteros

El publicado por el Instituto Hidrográfico de la Marina, España, consta de cinco números, que deben actualizarse periódicamente.



Instituto Hidrográfico de la marina. España

num. 1

Costa Norte de España desde el Río Bidasoa hasta la Estaca de Bares

Num. 2 - Tomo I

Costa NW de España que comprende desde la Estaca de Bares al Río Miño

Num. 2 - Tomo II

Costas de Portugal y SW de España desde el Río Miño al Cabo Trafalgar con inclusión de Barbate

Num. 3 - Tomo I

Costas del Mediterráneo que comprende la Costa Norte y Sur del Estrecho de Gibraltar y la Costa Oriental de España desde Punta Europa hasta la frontera con Francia

Num. 3 - Tomo II

Costas del Mediterráneo que comprende las Islas Baleares, la Costa Norte de Marruecos y la Costa de Argelia

Num. 4

Costa W de Africa que comprende de Cabo Espartel a Cabo Verde, con inclusión de Dakar e Islas Açores, Madeira, Selvagens, Canarias y Cabo Verde

Num. 5

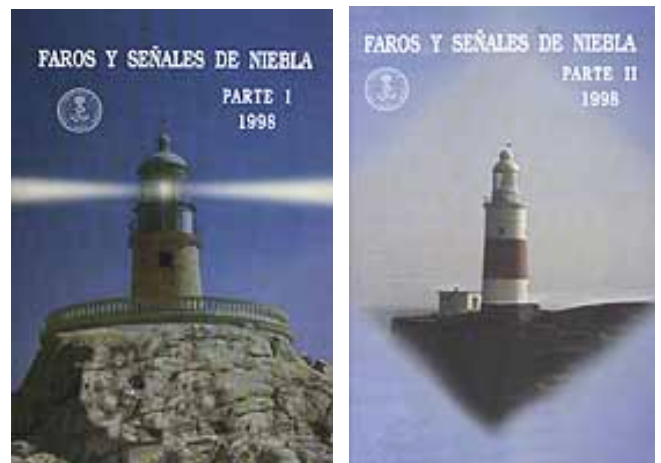
Costa W de Africa desde el Cabo Verde al Cabo López con las Islas de la Bahía de Biafra

Cada libro tiene la siguiente estructura:

1ª parte: datos meteorológicos y oceanográficos de cada zona, información sobre rutas en alta mar y recaladas y otros aspectos de tipo práctico como estaciones de salvamento, combustible, etc.

2ª parte: datos referentes a las características de la costa, como por ejemplo enfilaciones, fondeaderos, peligros, balizas, así como información sobre puertos y los servicios de que constan.

Faros y señales de niebla



Instituto Hidrográfico de la marina. España

El libro de Faros y señales de niebla, da información sobre cada luz existente en la costa, ordenada en 8 columnas:

1. Número español del faro, (orden cartográfico).
2. Nombre y una breve referencia sobre su localización.

3. Situación geográfica (Latitud, Longitud).
4. Apariencia de la señal y período.
5. Elevación (m) del foco luminoso sobre el nivel medio del mar.
6. Alcance nominal de la luz (millas).
7. Descripción del soporte: Forma, color y características.
8. Información complementaria: fases de las luces, delimitación de sectores, luces de obstáculos aéreos, existencia de radiofaros, etc.

Consta de la siguiente estructura:

Parte 1:

Costas de España y Portugal en el Atlántico, costa occidental de Africa desde Cabo Espartel hasta Cabo López (Gabón) e islas Azores, Madeira, Canarias, Cabo Verde y del Golfo de Guinea

Parte 2:

Estrecho de Gibraltar, costas en el Mediterráneo de España, Francia e Italia hasta el Cabo Spartivento y las de Marruecos, Argelia, Túnez, Libia e islas adyacentes.

Avisos a los navegantes - Notices to Mariners

Periódicamente se publican impresos y en la Web los avisos y correcciones de las publicaciones náuticas oficiales de interés para el navegante, consta de las siguientes secciones:

SECCIÓN 1.- NOTAS EXPLICATIVAS

SECCIÓN 2.- AVISOS GENERALES

SECCIÓN 3.- AVISOS RELATIVOS A CARTAS NÁUTICAS

SECCIÓN 4.- CORRECCIONES A LAS PUBLICACIONES

4.1.- Correcciones a los Derroteros

4.2.- Correcciones a los Libros de Faros

4.3.- Correcciones a la publicación de Radioseñales

SECCIÓN 5.- RADIOAVISOS NÁUTICOS - NAVAREA

SECCIÓN 6.- NOTA HIDROGRÁFICA

Distancias entre puertos

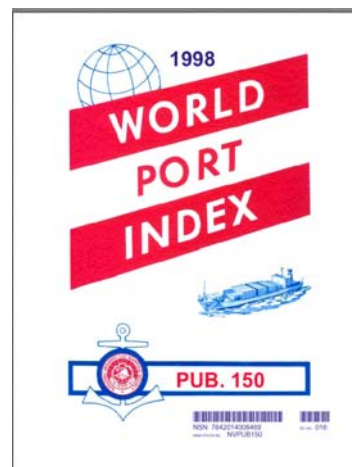
El Instituto Hidrográfico de la marina, España, publica el libro de distancias entre puertos españoles:



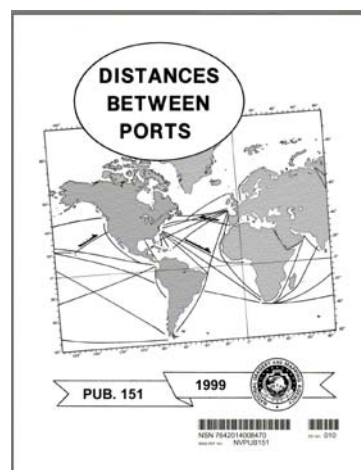
Distancias entre puertos españoles

- Relación de Puertos Principales
- Relación de Puertos Auxiliares
- Distancias desde los Puertos Principales a todos los Puertos Principales y Auxiliares
- Distancias desde los Puertos Auxiliares a los Puertos Principales más Próximos

Otros países publican documentación análoga:

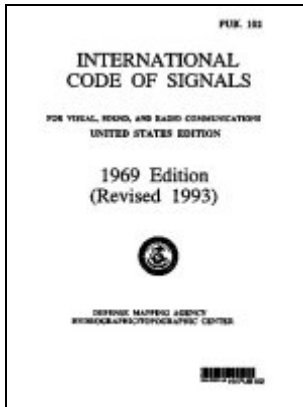


World Port Index - Pub. 150



Distances Between Ports - Pub. 151

Código Internacional de Señales



International Code of Signals - Pub. 102

Contiene el alfabeto, los números y las señales de socorro marítimas para utilizar en caso de emergencia

Reglamento de Balizamiento

IALA - International Association of Lighthouse Authorities

AIMS - Asociación Internacional de Señalización Marítima

El contenido es:

- 1. Generalidades
- 2. Marcas laterales
- 3. Marcas cardinales
- 4. Marcas de peligro aislado
- 5. Marcas de aguas navegables
- 6. Marcas especiales
- 7. Peligros nuevos
- 8. Definición de las regiones internacionales de balizamiento

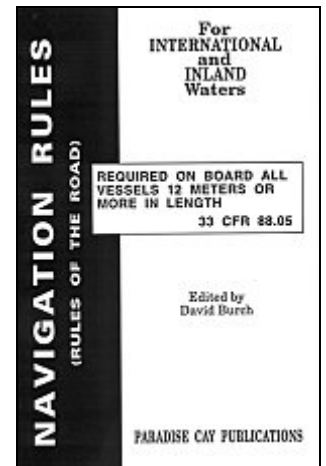
En España, transpuesto en el Real Decreto 2391-1993 de 25 de Mayo

Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes en el Mar



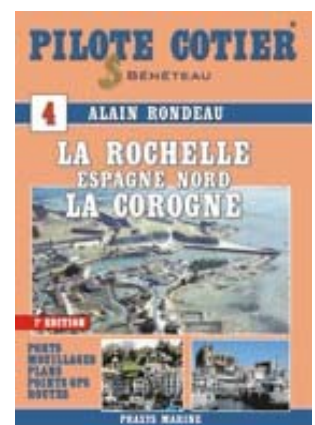
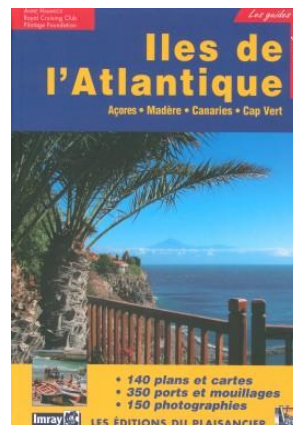
Su contenido es el siguiente:

- PARTE A.- GENERALIDADES
- PARTE B.- REGLAS DE RUMBO Y GOBIERNO
- PARTE C.- LUCES Y MARCAS
- PARTE D.- SEÑALES ACÚSTICAS Y LUMINOSAS
- PARTE E.- EXENCIONES
- Anexo I.- Posición y características técnicas de las luces y marcas
- Anexo II.- Señales adicionales para buques de pesca que se encuentren pescando muy cerca unos de otros
- Anexo III.- Detalles técnicos de los aparatos de señales acústicas
- Anexo IV.- Señales de Peligro

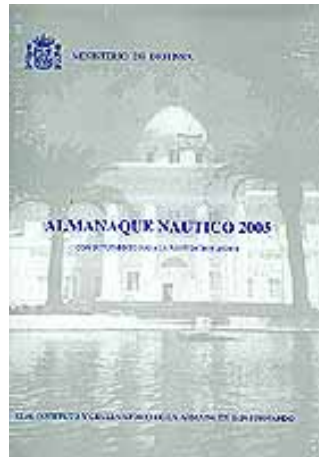
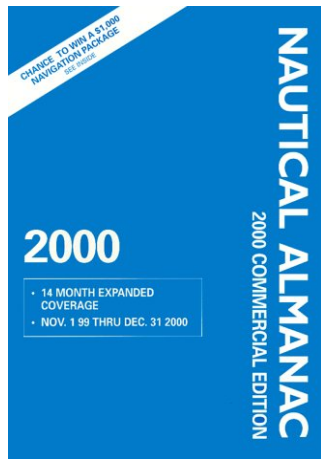


Guías náuticas para la navegación de recreo

Existe gran variedad de guías para navegar por todos los mares del mundo, que incluyen información sobre sus costas, fondeos y puertos, visitas de interés turístico, etc.



El Almanaque Náutico



Contiene información diaria para cada hora UT, referente a las efemérides astronómicas

- GHA
- DEC
- HP / SD

Referente a:

- El Sol
- La Luna
- Venus
- Marte
- Júpiter
- Saturno
- Las estrellas utilizadas en navegación
- Aries

Y demás información adicional:

- Fases de La Luna
- Salida y puesta del Sol y La Luna
- Eclipses
- ...

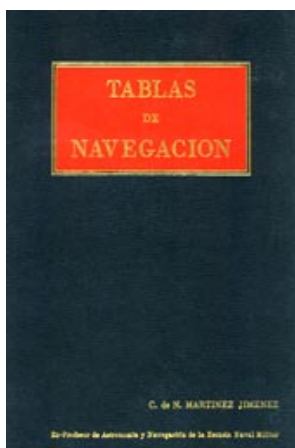
LAT 44°N

LHA °	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc
0	• CAPELLA	ALDEBARAN	♦ Diphda	FOMALHAUT	ALTAIR	♦ VEGA	Koch						
1	36 25 058	26 25 092	27 13 168	15 01 194	25 56 257	31 41 295	31 36						
2	37 01 058	27 08 093	27 21 169	14 50 195	25 14 257	31 02 296	31 26						
3	37 38 059	27 51 094	27 29 170	14 38 196	24 32 258	30 23 296	31 17						
4	38 15 059	28 34 094	27 36 172	14 26 197	23 50 259	29 44 297	31 08						
5	38 52 060	29 17 095	27 42 173	14 14 197	23 07 260	29 06 297	31 00						
6	39 30 060	30 00 096	27 47 174	14 00 198	22 25 260	28 28 298	30 51						
7	40 07 060	30 43 097	27 51 175	13 46 199	21 42 261	27 49 298	30 43						
8	40 45 061	31 26 097	27 55 176	13 32 200	21 00 262	27 12 299	30 35						
9	41 22 061	32 08 098	27 57 177	13 17 201	20 17 263	26 34 299	30 27						
10	42 00 062	32 51 099	27 59 178	13 01 202	19 34 263	25 56 300	30 19						
11	42 38 062	33 34 100	28 00 179	12 45 203	18 51 264	25 19 300	30 12						
12	43 16 062	34 16 100	28 01 180	12 28 203	18 08 265	24 42 301	30 04						
13	43 55 063	34 59 101	28 00 181	12 10 204	17 25 266	24 05 301	29 57						
14	44 33 063	35 41 102	27 59 182	11 52 205	16 42 266	23 28 302	29 51						
15	45 12 063	36 23 103	27 57 183	11 34 206	15 59 267	22 52 303	29 44						
16	♦ CAPELLA	BETELGEUSE	RIGEL	♦ Diphda	Enif	♦ DENEK	Koch						
17	45 50 064	16 47 096	12 32 115	27 54 184	35 46 246	45 16 295	29 38						
18	46 29 064	17 30 097	13 11 115	27 50 185	35 06 247	44 37 296	29 31						
19	47 08 065	18 12 097	13 50 116	27 46 187	34 27 248	43 58 296	29 25						
20	47 47 065	18 55 098	14 29 117	27 40 188	33 46 249	43 19 297	29 20						
21	48 26 065	19 38 099	15 07 118	27 34 189	33 06 250	42 41 297	29 14						
22	49 06 066	20 20 100	15 45 119	27 27 190	32 25 251	42 03 297	29 09						
23	49 45 066	21 03 100	16 23 119	27 20 191	31 44 252	41 24 298	29 04						
24	50 24 066	21 45 101	17 00 120	27 11 192	31 03 252	40 46 298	28 59						
25	51 04 067	22 28 102	17 38 121	27 02 193	30 22 253	40 08 299	28 54						
26	51 44 067	23 10 103	18 14 122	26 52 194	29 41 254	39 30 299	28 50						
27	52 23 067	23 52 103	18 51 123	26 41 195	28 59 255	38 53 299	28 46						
28	53 03 068	24 34 104	19 27 123	26 29 196	28 18 256	38 15 300	28 42						
29	53 43 068	25 16 105	20 03 124	26 17 197	27 36 256	37 38 300	28 38						
30	54 23 068	25 57 106	20 38 125	26 04 198	26 54 257	37 00 301	28 34						
31	55 04 069	26 39 106	21 13 126	25 50 199	26 12 258	36 23 301	28 31						
32	♦ CAPELLA	BETELGEUSE	RIGEL	♦ Diphda	Alpheratz	♦ DENEK	Koch						
33	55 44 069	27 20 107	21 48 127	25 36 200	25 31 259	35 46 301	28 28						
34	56 24 069	28 01 108	22 23 128	25 20 201	24 50 260	35 10 302	28 25						

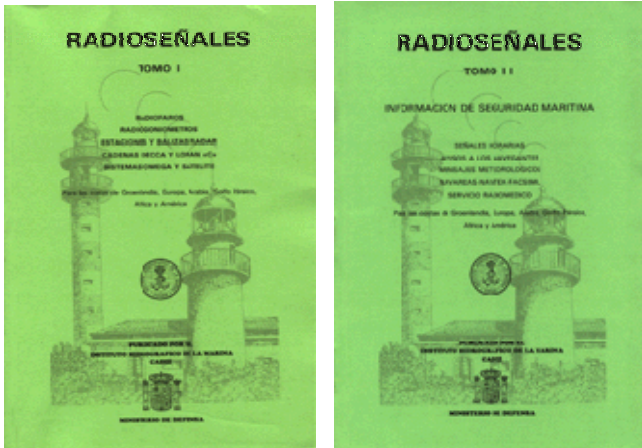
Tablas para la navegación astronómica.

Tablas náuticas

Existen gran variedad de tablas náuticas que tabulan los resultados de ecuaciones referentes a derrota, distancias, resolución del triangulo de posición, etc.



Libro de radioseñales



Instituto Hidrográfico de la marina. España

Proporciona la situación de las estaciones emisoras de señales para la navegación y las características de sus señales (frecuencia, alcance, hora de emisión, longitud de onda, potencia de la estación,...).

Tomo I:

- Radiofaros
- Radiogoniómetros
- Estaciones y Balizas Radar
- Cadenas Decca y Loran "C"
- Sistemas Omega y Satélite
- Zonas de las Costas de Groenlandia, Europa, Arabia, Golfo Pérsico, África y América

Tomo II:

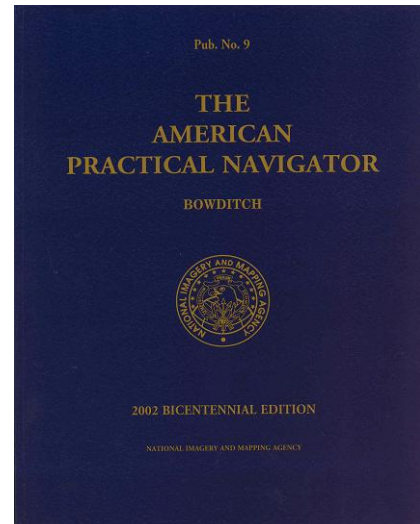
- Señales Horarias
- Avisos a los Navegantes
- Mensajes Meteorológicos
- Navareas-Navtex-Facsímil
- Servicio Radiomédico
- Zonas de las Costas de Groenlandia, Europa, Arabia, Golfo Pérsico, África y América

Manuales de navegación

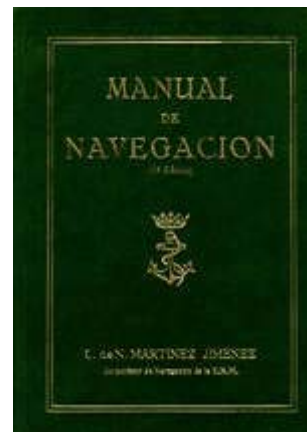
Los libros generales sobre navegación son de gran utilidad al navegante, tanto para profundizar en un tema como para consulta.

Estados Unidos publica desde hace más de un siglo THE AMERICAN PRACTICAL

NAVIGATOR, disponible gratis en la Web:
[Bowditch](#)

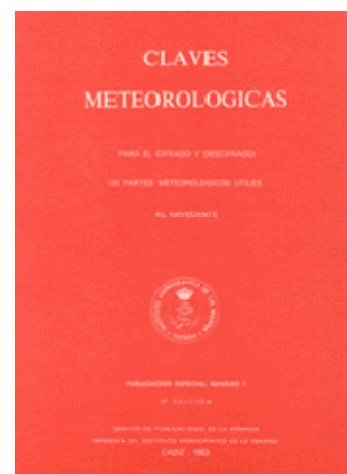


THE AMERICAN PRACTICAL NAVIGATOR (PUB. NO. 9)
Bowditch



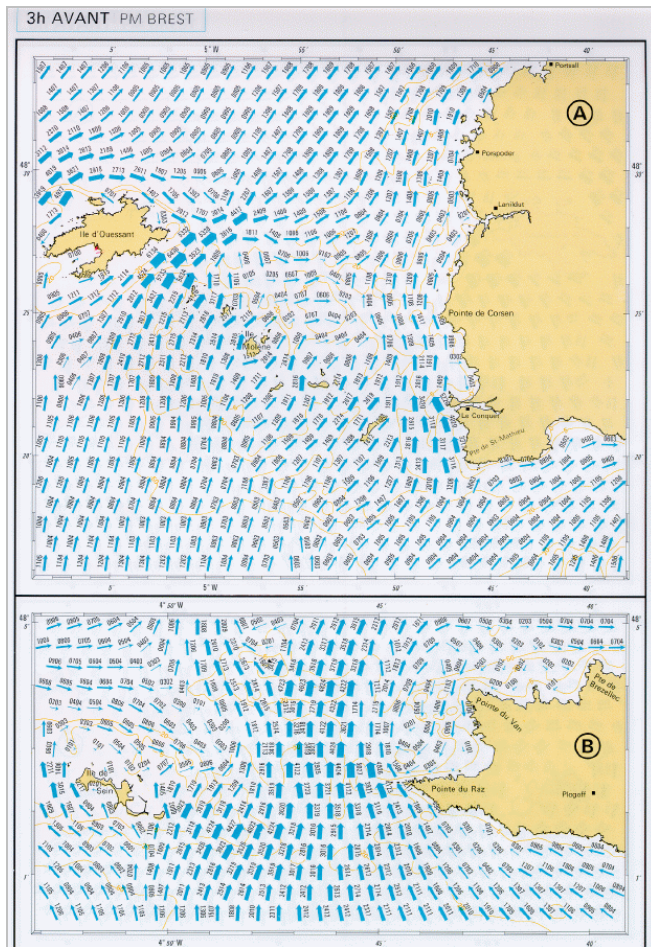
Manual de Navegación. Martínez Jiménez

Meteorología marítima



Claves Meteorológicas para el cifrado y descifrado de Partes Meteorológicas útiles al Navegante

Libros de corrientes



Libro corrientes, Brest. SHOM

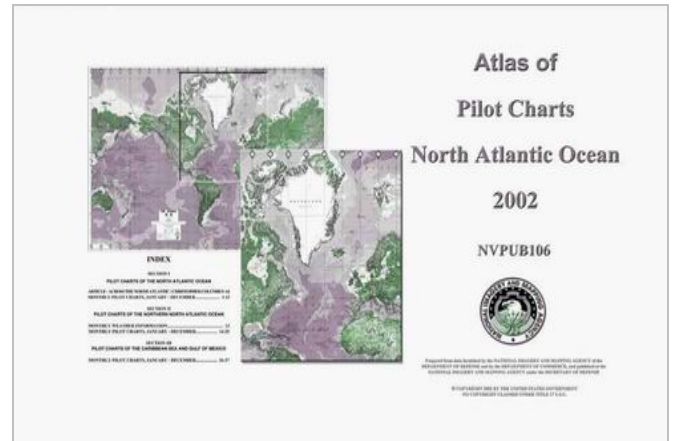
Contienen información sobre las corrientes: ubicación, intensidad horaria y rumbo. En Europa están disponibles los de la zona de Brest, Francia y el canal de la Mancha.

Pilot charts

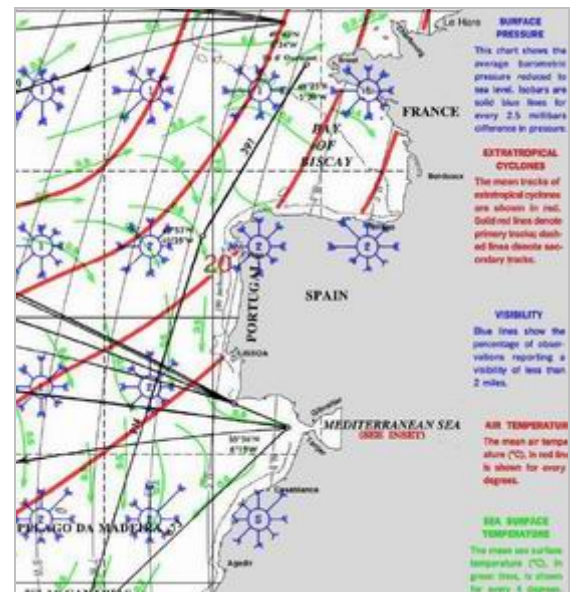
Publicados por la [NGA](http://www.nga.gov) de Estados Unidos y disponibles en la Web: [Atlas of Pilot Charts](http://www.navy.mil/navalopsnavinst/11000.10a/11000.10a.html), consta de cinco volúmenes:

- Pub. 105 - Atlas of Pilot Charts South Atlantic Ocean
- Pub. 106 - Atlas of Pilot Charts North Atlantic Ocean (including Gulf of Mexico)
- Pub. 107 - Atlas of Pilot Charts South Pacific Ocean
- Pub. 108 - Atlas of Pilot Charts North Pacific Ocean
- Pub. 109 - Atlas of Pilot Charts-Indian Ocean

Incluyen información para elegir la ruta más rápida y segura en función de las condiciones meteorológicas y del mar en cada mes del año.



Atlas of Pilot Charts North Atlantic Ocean



Pilot Chart. Detalle

Otras publicaciones

- Rosas de Maniobra
- Tablas de Azimutes
- Señales visuales de temporal y puerto
- Documentación oficial: El *cuaderno de bitácora*, y el *Diario de navegación*

El Rumbo

Rumbos: definición y clases

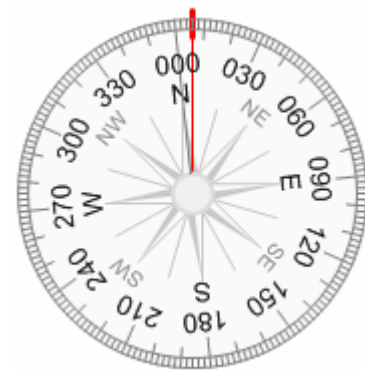
El rumbo es el ángulo horizontal que forma el meridiano que pasa por el móvil, (meridiano del lugar o local), con la trayectoria del mismo. - En navegación marítima el móvil es la embarcación -.

Según sea el meridiano de referencia, se distinguen los siguientes tipos de rumbos:

Rv, Rumbo verdadero, toma como referencia el meridiano geográfico, y se empieza a contar a partir del norte verdadero: Nv. Se mide directamente en la carta náutica.

Rm, Rumbo magnético, toma como referencia el meridiano magnético, y se mide a partir del norte magnético: Nm

Ra, Rumbo de aguja, es el marcado por el compás magnético de abordaje, que lo hace desde el norte de aguja: Na



El rumbo en el sistema circular.
 $0^{\circ} \leq R \leq 360^{\circ}$

En el **sistema cuadrantal**, el rumbo se mide desde el norte o el sur, hacia el este u el oeste. Existe por lo tanto cuatro cuadrantes, y siempre toma un valor entre 0° y 90° .

El **sistema por cuartas**, esta basado en la rosa de los vientos, que divide el horizonte en 32 rumbos.

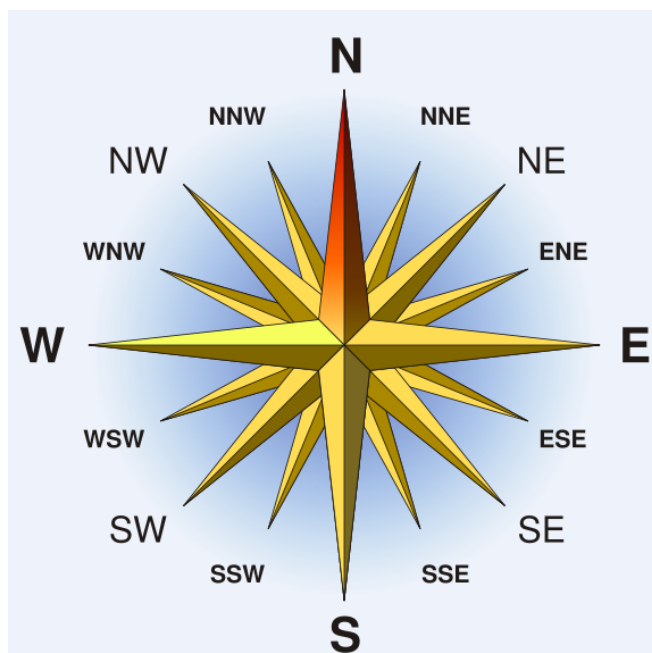
Cada uno de los cuatro cuadrantes se divide en ocho partes iguales, llamadas cuarta:

$$1 \text{ cuarta} = 11.25^{\circ} = 11^{\circ} 15'$$

Conversiones

La relación entre el sistema por cuartas y el circular es:

N	Norte	0
N1/4NE	Norte cuarta al nordeste	11.25
NNE	Nornordeste	22.5
NE1/4N	Nordeste cuarta al norte	33.75
NE	Nordeste	45
NE1/4E	Nordeste cuarta al este	56.25
ENE	Estenordeste	67.5
E1/4NE	Este cuarta al nordeste	78.75
E	Este	90
E1/4SE	Leste cuarta al sudeste	101.25
ESE	Lesudeste	112.5
SE1/4E	Sudeste cuarta al leste	123.75
SE	Sudeste	135
SE1/4S	Sudeste cuarta al sur	146.25
SSE	Sursudeste	157.5
S1/4SE	Sur cuarta al sudeste	168.75
S	Sur	180
S1/4SW	Sur cuarta al sudoeste	191.25
SSW	Sursudoeste	202.5
SW1/4S	Sudoeste cuarta al sur	213.75
SW	Sudoeste	225
SW1/4W	Sudoeste cuarta al oeste	236.25
WSW	Oestesudoeste	247.5
W1/4SW	Oeste cuarta al sudoeste	258.75



Los principales puntos cardinales en la Rosa de los Vientos.

Sistemas de medición

Existen varias formas de medir los rumbos:

En el **sistema circular**, el rumbo, R, se mide de 0° a 360° en el sentido de las agujas del reloj, es decir desde el meridiano del lugar hacia el este.

W	Oeste	270
W1/4NW	Oeste cuarta al noroeste	281.25
WNW	Oestenoroeste	292.5
NW1/4W	Noroeste cuarta al oeste	303.75
NW	Noroeste	315
NW1/4N	Noroeste cuarta al norte	326.25
NNW	Nornoroeste	337.5
N1/4NW	Norte cuarta al noroete	348.75

Para la conversión de un rumbo entre el sistema circular y el cuadrantal, se emplea el siguiente criterio:

- x Rumbo cuadrantal $0^\circ \leq x \leq 90^\circ$
- R Rumbo circular $0^\circ \leq R \leq 360^\circ$

Cuadrante	Rumbo	Cuadrantal	Circular
1º	$0^\circ \leq R \leq 90^\circ$	N x E	$R = x$
2º	$90^\circ \leq R \leq 180^\circ$	S x E	$R = 180 - x$
3º	$180^\circ \leq R \leq 270^\circ$	S x W	$R = 180 + x$
4º	$270^\circ \leq R \leq 360^\circ$	N x W	$R = 360 - x$

Cuadrante	Rumbo	Circular	Cuadrantal
1º	$0^\circ \leq R \leq 90^\circ$	R	N R E
2º	$90^\circ \leq R \leq 180^\circ$	R	S 180-R E
3º	$180^\circ \leq R \leq 270^\circ$	R	S R-180 W
4º	$270^\circ \leq R \leq 360^\circ$	R	N 360-R W

Por ejemplo:

Circular	Cuadrantal
45º	N45E
160º	S20E
210º	S30W
350º	N10W

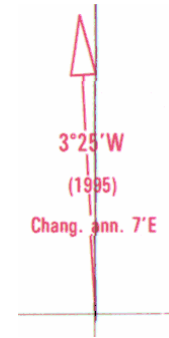
La declinación magnética

La declinación magnética o variación local, es el ángulo que forma el meridiano geográfico y el magnético en un punto de La Tierra. Se cuenta desde el Nv al Nm

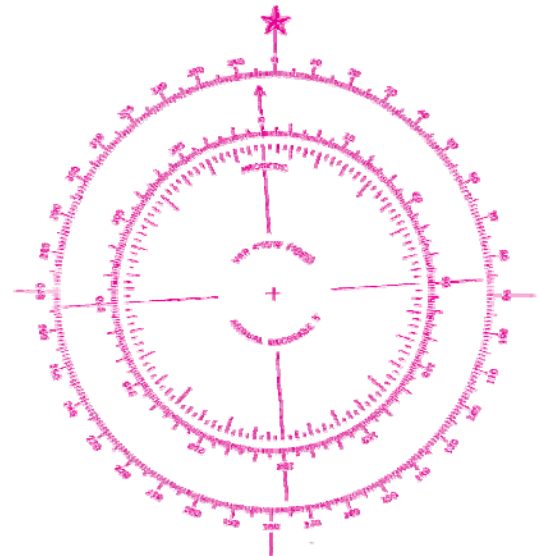
Nm al **E** del Nv \Rightarrow dm **NE (+)**
 W **NW (-)**

Varia de un lugar a otro, y para una misma situación cambia a lo largo del tiempo.

Las cartas náuticas dan su valor para una fecha determinada, y su variación anual.

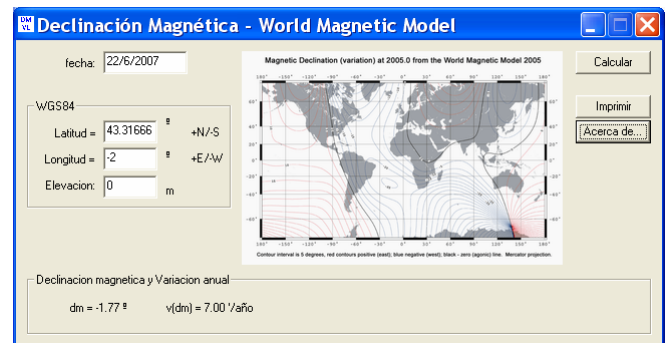


dm en la carta náutica.



dm en la carta náutica.

Actualmente la declinación magnética se calcula siguiendo un modelo matemático valido para cinco años: **World Magnetic Model**, que además proporciona todos los parámetros del campo magnético terrestre, [1].

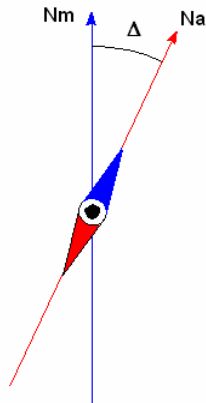


Software para calcular la dm y variación anual según el WMM.

El desvío del compás magnético

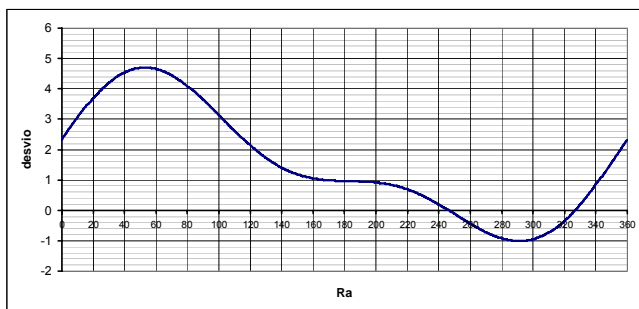
Debido a los campos magnéticos propios del buque, el compás magnético no señala el norte magnético.

El desvío Δ , es el ángulo contado desde el Nm al Na



Na al **E** del Nm $\Rightarrow \Delta$ **(+)**
 Na al **W** del Nm $\Rightarrow \Delta$ **(-)**

La tablilla de desvíos del barco nos proporciona para ciertos valores del rumbo de aguja el valor correspondiente del desvío.



Curva de desvío

Se puede obtener una expresión analítica de la curva de desvío a partir de la tablilla, permitiendo así calcular con precisión el valor del desvío para cualquier rumbo de aguja, [2].

Corrección total

Es el ángulo contado desde el Nv al Na

$$Ct = dm + \Delta$$

Na al E del Nv, ct (+)

Na al W del Nv, ct (-)

De forma directa se puede hallar por diversos métodos, siendo los más utilizados calcular la ct:

- Por la estrella Polar
- Por enfilación y demora simultaneas

Efecto del viento: el abatimiento

Cuando se navega en compañía de viento, este desvía a la embarcación de su derrota. El viento empuja de costado al barco, haciéndole variar su velocidad, hecho que acusa la corredera.

El abatimiento es el ángulo formado por la línea proa-popa del barco con la dirección de su movimiento sobre la superficie del mar. Se mide apreciando el ángulo que forma el eje longitudinal de la embarcación con la estela que deja.

Viento por **babor** \Rightarrow Ab a **estribor** **(+)**
 Viento por **Estribor** \Rightarrow Ab a **babor** **(-)**

Toda embarcación afectada por el viento sigue un rumbo de superficie

$$Rs = Rv + Ab$$

Para seguir la derrota previamente fijada en presencia de viento, habrá que corregir el rumbo cayendo a barlovento un número de grados igual a los del abatimiento provocado sobre la embarcación, de esta forma se hace coincidir el Rs con la derrota deseada.

Efecto de la corriente: la deriva

Las corrientes de agua hacen que el barco siga un rumbo y velocidad efectivos que no acusan el compás ni la corredera.

El rumbo efectivo es el que la embarcación sigue respecto al fondo: Rf, rumbo de fondo, (COG –Course Over Ground-), y se halla por suma vectorial del vector velocidad del barco y el vector de corriente, caracterizado por su intensidad horaria, Ih, y su rumbo, Rc:

- Barco: Rs Vb
- Corriente: Rc, Ih
- Resultante: Rf, Ve

$$\vec{V}_e = \vec{V}_b + \vec{I}h$$

en módulo y dirección queda:

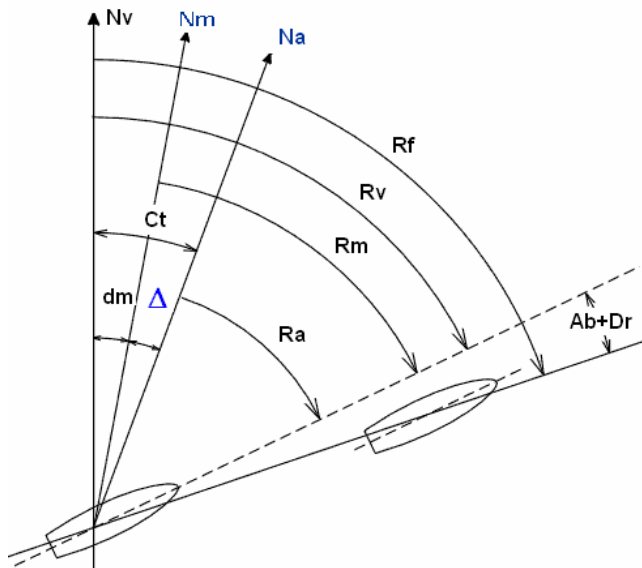
$$(Ve, Rf) = (Vb, Rs) + (Ih, Rc)$$

La deriva, Dr , es el ángulo que sumado al rumbo verdadero, o al de superficie si hay viento, da el rumbo de fondo.

$$R_f = R_v + Ab + Dr$$

En el capítulo dedicado a las corrientes marinas se amplía el tema.

Relaciones



Relación entre los distintos rumbos.

En la carta náutica se obtiene: R_v ó R_f

El compás magnético mide: R_a

$$R_v = R_m + dm$$

$$R_m = R_a + \Delta$$

$$R_v = R_a + ct = R_a + dm + \Delta$$

$$R_s = R_v + Ab$$

$$R_f = R_v + Ab + Dr$$

Medición del rumbo: el compás

El compás magnético da el rumbo de aguja, y es la forma tradicional de medir el rumbo.

El *girocompás* basado en el giroscopio proporciona directamente en rumbo verdadero.

Otros tipos son el *Flux Gate* que es un compás electrónico, y el *astrocompás* que obtiene la dirección del norte verdadero al

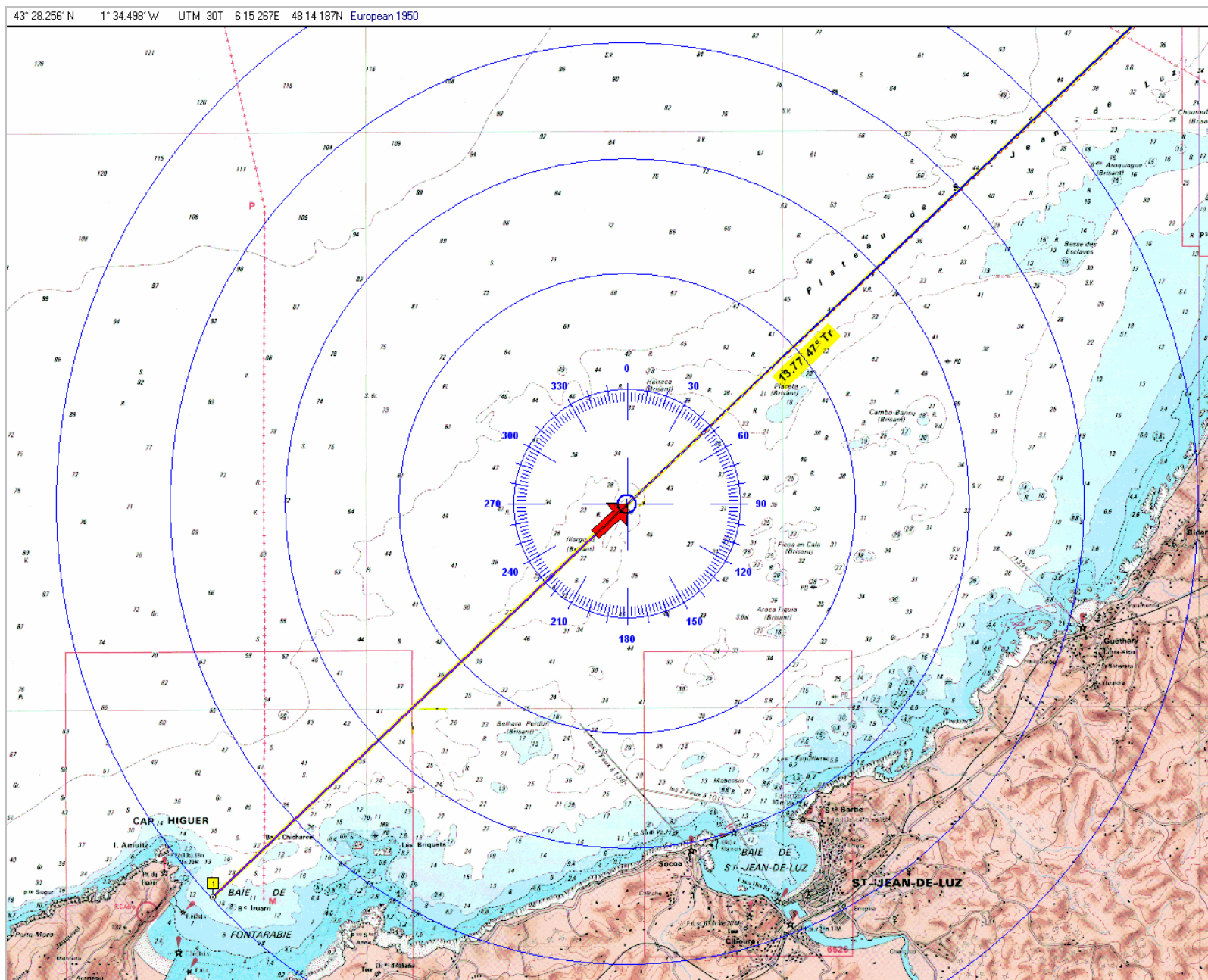
observar un astro conocido, en función de las coordenadas.

Están apareciendo modernos compases basados en diversas tecnologías:

- *FOG* – Fibre optic Compass
- *GPS compass* - basado en dos antenas GPS

El rumbo en la carta náutica

El rumbo se traza o se mide en la carta náutica utilizando un transportador:



La derrota y el rumbo en la carta náutica.

La Carta Náutica

Situación de un punto: Latitud y Longitud

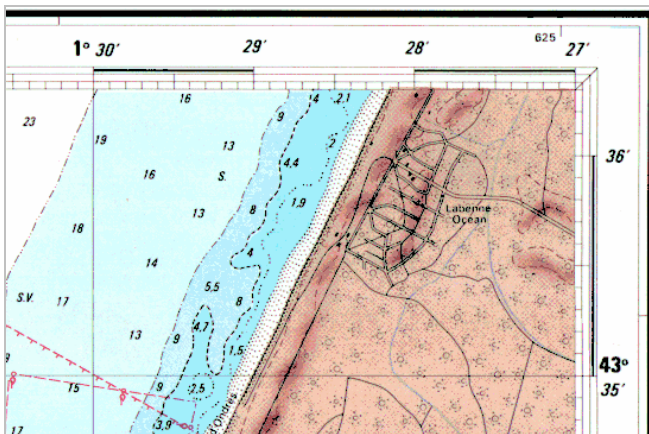
Un punto sobre la superficie de La Tierra queda determinado por dos coordenadas:

Latitud: es el ángulo contado desde el ecuador sobre un meridiano en dirección norte o sur. En la carta se mide en la escala vertical.

$$N/S \quad 0^\circ \leq |B| \leq 90^\circ$$

Longitud: es el ángulo contado desde el meridiano de Greenwich sobre el ecuador en dirección este u oeste. En la carta se mide en la escala horizontal.

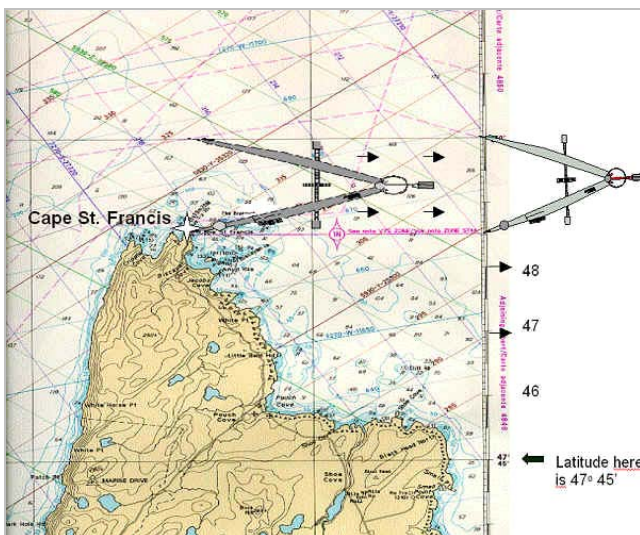
$$E/W \quad 0^\circ \leq |L| \leq 180^\circ$$



Coordenadas: 43°35'N 001°30'W.

Medición de distancias

La distancia se mide en la carta sobre los meridianos, en la escala de las latitudes, en el lugar de la medida, lo más cerca de la latitud media correspondiente a los extremos de la medida.



Medición de distancias en la carta náutica.

- Si la distancia es muy grande se divide en segmentos para ser medidos en el lugar del meridiano de igual latitud que la distancia a medir.
- Si la distancia esta sobre un paralelo, se mide en el meridiano de forma que los extremos del compás lo promedien.

Si se precisa mayor precisión, es necesario calcularla por las ecuaciones de loxodrómica, [3]. La forma más sencilla en función de la diferencia de latitud y del rumbo es utilizar la ecuación:

$$d = \frac{\Delta B}{\cos R} \quad \text{para } R \neq E \text{ y } R \neq W$$

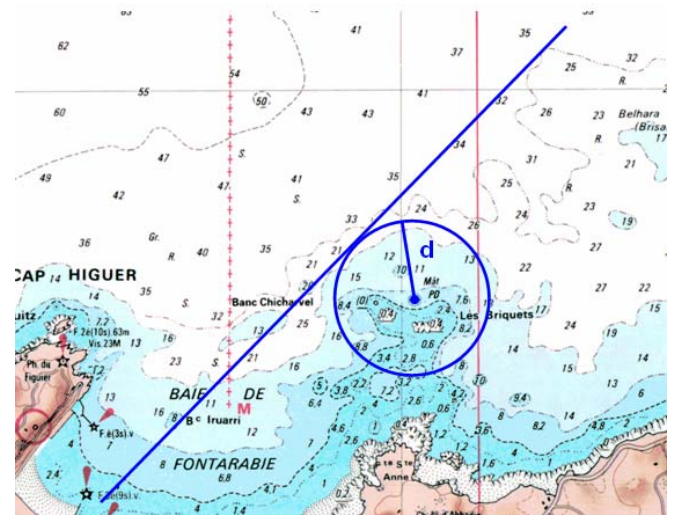
1 milla náutica = 1 minuto de arco de meridiano = 1852 m

Rumbo para pasar a una distancia determinada de la costa o peligro

En determinadas ocasiones es preciso alejarnos en nuestra derrota de puntos peligrosos para la navegación como bajíos, pecios, escollos, etc.

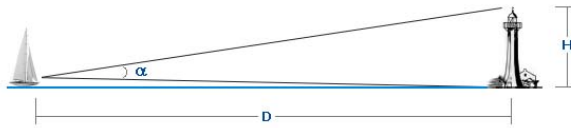
Para ello se traza en la carta una circunferencia con radio la distancia de seguridad elegida y centro el peligro o punto a evitar.

El rumbo se traza desde la posición de la embarcación tangente a esa circunferencia.



Rumbo para evitar los bajos con un margen de seguridad d.

301. Distancia a un objeto de altura conocida por ángulo vertical



- D = distancia al objeto
- $\alpha = \text{ANG_V}$ (nivel mar, parte superior objeto). Es el ángulo vertical subtendido por el objeto de altura conocida, situado a una distancia determinada dentro del horizonte visible del observador.
- H = altura del objeto sobre el nivel del mar

La solución se basa en resolver el triángulo rectángulo plano de la figura, bajo las siguientes hipótesis simplificatorias:

1. el ojo del observador está al nivel del mar.
2. la superficie entre el observador y el objeto observado es plana.
3. la refracción atmosférica es despreciable.
4. la línea de agua en el objeto está bajo la vertical de su extremo superior.

$$D = \frac{H}{\tan \alpha}$$

Errores:

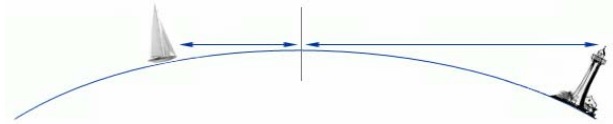
- El error debido a la altura del ojo del observador, no excede el 3% de la distancia para ángulos $\alpha < 20^\circ$ y alturas del ojo menores que $1/3$ de H
- El error debido a que la línea de agua no está debajo del extremo superior del objeto observado, no excede el 3% de la distancia para alturas del ojo menores que $1/3$ de H , y separaciones entre la línea de agua y la base del objeto menores que $1/10$ de D
- Los errores debidos a la curvatura de la Tierra y a la refracción en la atmósfera, son despreciables en los casos de interés práctico.

La medida del ángulo vertical se realiza con el sextante de la siguiente manera:



302. Distancia a un objeto que aparece en el horizonte

El alcance geográfico es la máxima distancia a la cual la curvatura de la Tierra permite que una luz sea vista, estando el ojo del observador a una altura determinada, sin considerar la intensidad lumínica de la luz. Depende de la altura, tanto de la luz como del ojo.

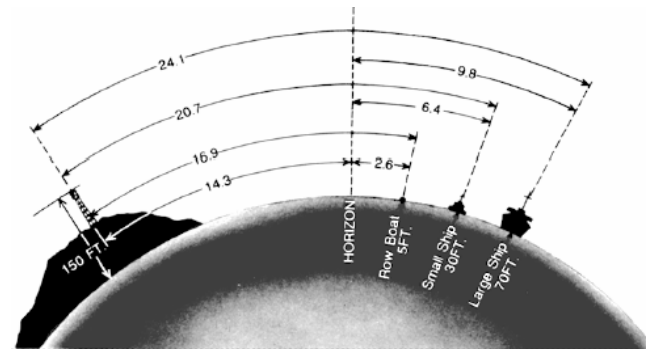


$$d = 2.1174 \cdot (\sqrt{H} + \sqrt{e})$$

- d - alcance geográfico [millas náuticas]
- H - altura de la luz sobre el nivel del mar [m]
- e - altura del ojo del observador sobre el nivel del mar [m]

A la noche se puede obtener la posición verdadera en el instante que la luz de un faro aparece en el horizonte; combinando su demora y su alcance geográfico:

$$s/v = D_{\text{Faro}} \cap d_{\text{Faro}}$$



303. Alcance RADAR

Viene dada por la ecuación:

$$d = 2.23 \cdot (\sqrt{H} + \sqrt{A})$$

- d - alcance RADAR [millas náuticas]
- H - altura del objeto [m]
- A - altura de la antena del RADAR [m]

Se puede obtener la posición verdadera combinando la demora RADAR y la distancia RADAR simultáneas al mismo objeto que aparece en la pantalla:

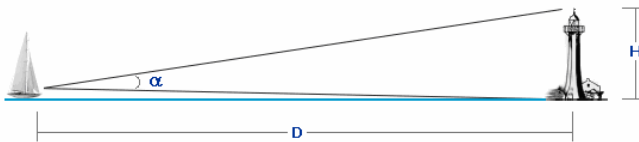
$$s/v = D_{\text{RADAR}} \cap d_{\text{RADAR}}$$

Introducción a la Navegación Astronómica

El objeto de la navegación astronómica es obtener la posición en la superficie de La Tierra por medio de la observación de los astros; principalmente el Sol, la Luna las estrellas y algunos planetas (Venus, Marte, Saturno y Júpiter).

La técnica se basa en que los astros se mueven regidos por unas leyes físicas muy precisas, por lo que es posible calcular la posición exacta del astro observado en un instante de tiempo dado. Así conociendo las posiciones de dos o más astros en el cielo, y midiendo el ángulo entre estos y el horizonte visible con un sextante, se puede determinar la posición del observador.

Para ilustrar el procedimiento empleado, supongamos que estamos navegando cerca de la costa, el Sol empieza a ponerse y deseamos situarnos antes de que la noche nos envuelva y no podamos distinguir con nitidez el perfil de la costa que permite orientarnos, para ello buscamos la luz de un faro.



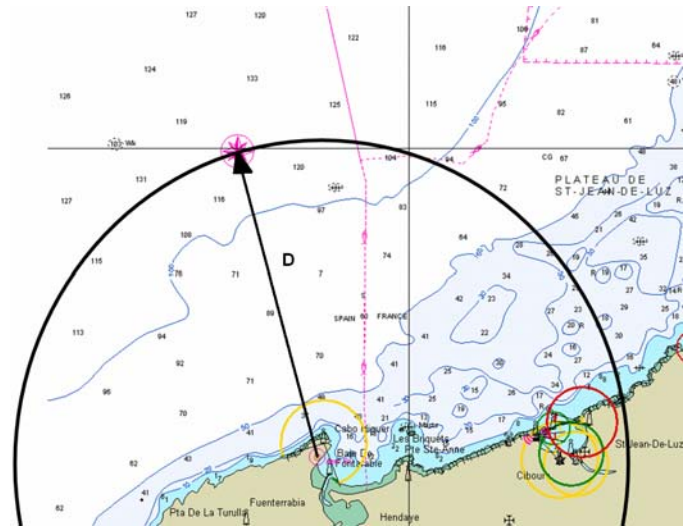
Distancia a un objeto de la costa.

Si medimos el ángulo α con el sextante, mirando la altura del faro H sobre el nivel del mar en la carta náutica o el libro de faros, la distancia al él es:

$$D = \frac{H}{\tan \alpha}$$

Nuestra posición está en algún lugar de un círculo de radio D , y centro el faro, que recibe el nombre de **Círculo de Posición, CoP**.

Con una segunda observación, se obtiene otro círculo de posición. El punto de intersección de ambos es la posición buscada. Ocurre que dos círculos se pueden cortar en dos puntos, dando dos posibles situaciones, por lo que la posición estimada u otra tercera observación solventan esta incertidumbre.



Círculo de posición referente al faro en la carta náutica.

Usando este concepto básico, si en vez de la luz de un faro se observa un astro, y se mide el ángulo entre éste y el horizonte, se obtiene una línea de posición llamada *círculo de altura*, utilizada en navegación astronómica.

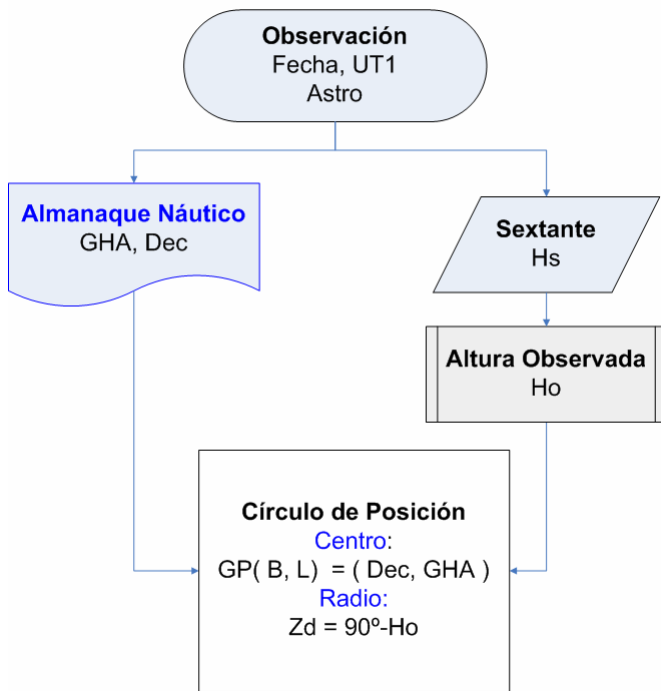
En el caso del faro, la técnica explicada para calcular nuestra posición se encuadra dentro de la *navegación costera*, en donde la posición del faro es conocida y las líneas de posición se trazan en la carta náutica. Utilizando la analogía anterior, en navegación astronómica, la posición del astro también es conocida, pero no es fija como la del faro; se mueve en el firmamento siguiendo las leyes de la mecánica celeste. La proyección del astro sobre la superficie terrestre recibe el nombre de **polo de iluminación del astro**, y es el centro del círculo de altura, su radio es la *distancia cenital*.

Círculo de posición o de alturas iguales

- Centro: (Latitud, Longitud) = (Dec, GHA)
- Radio = $60 (90^\circ - H_o)$ millas náuticas

donde Dec es la *declinación*, GHA es el *ángulo horario en Greenwich* del astro, y H_o es la *altura observada*, es decir, la altura medida con el sextante corregida de error de índice, depresión del horizonte, refracción, paralaje y semidiámetro.

Círculo de Altura

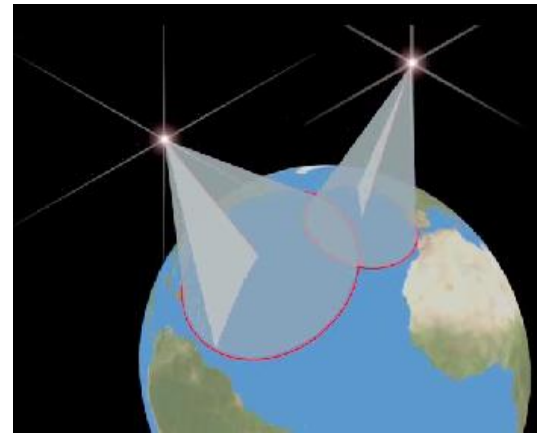


Parámetros del Círculo de Altura.

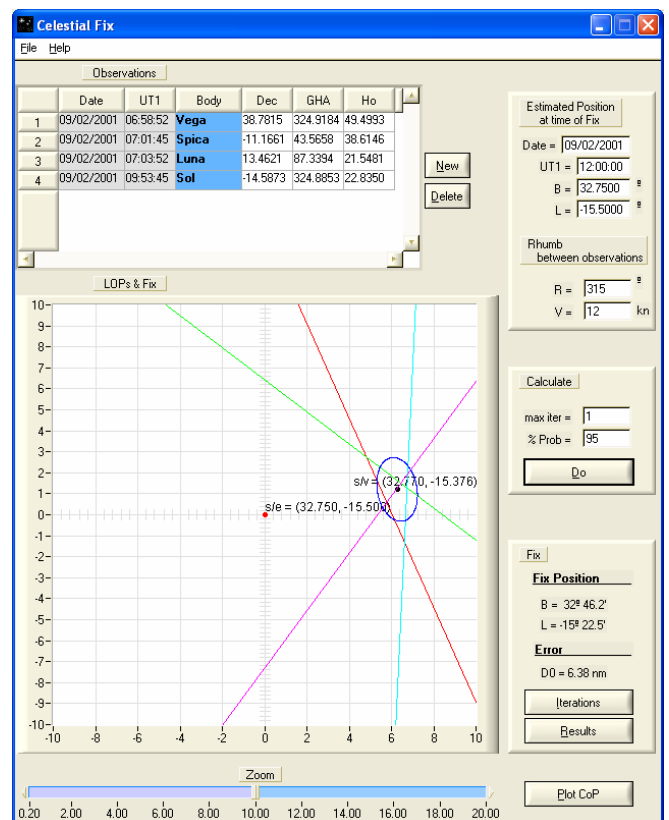
En general el radio del CoP es muy grande, por lo que es impracticable trazarlo en la carta náutica, además si la carta es de proyección mercatoriana, un círculo sobre la esfera terrestre queda deformado en ella.

La posición se puede hallar gráfica o analíticamente:

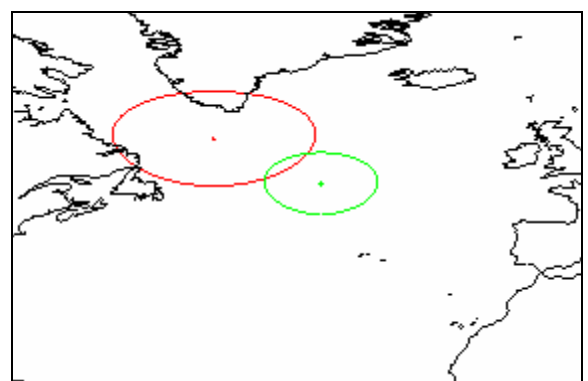
- Utilizando la carta náutica se traza la tangente al CoP desde un punto aproximado a nuestra posición verdadera. Esta nueva línea de posición aproximada recibe el nombre de **Recta de Altura**, la intersección de dos o más RA nos da nuestra posición.
- Existen gran variedad de métodos matemáticos para hallar la posición por intersección de círculos de altura o RA, casi todos ellos utilizan el método de los mínimos cuadrados para hallar la posición más probable. Esto hace innecesario el trazado de las líneas de posición en la carta.



Círculos de posición correspondientes a dos observaciones simultáneas a dos astros distintos.

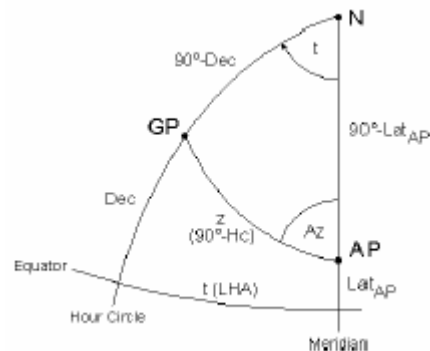


Posición por cuatro rectas de altura, y elipse de confianza.



Círculos de posición sobre la carta mercatoriana.

Triángulo de posición



$$(B, LHA, Dec) \Rightarrow H$$

$$\sin H = \sin B \sin Dec + \cos B \cos Dec \cos LHA$$

$$(B, LHA, Dec) \Rightarrow Z$$

$$\cotan Z = (\tan Dec \cos B - \sin B \cos LHA) / \sin LHA$$

$$(B, H, Dec) \Rightarrow Z$$

$$\cos Z = (\sin Dec - \sin H \sin B) / (\cos H \cos B)$$

$$(LHA, H, Dec) \Rightarrow Z$$

$$\sin Z = (\cos Dec \sin LHA) / \cos H$$

$$(B, H, Z) \Rightarrow LHA$$

$$\cotan LHA = (\tan H \cos B - \sin B \cos Z) / \sin Z$$

$$(B, H, Z) \Rightarrow Dec$$

$$\sin Dec = \sin B \sin H + \cos B \cos H \cos Z$$

$$(B, H, Dec) \Rightarrow LHA \quad \text{Time Sight}$$

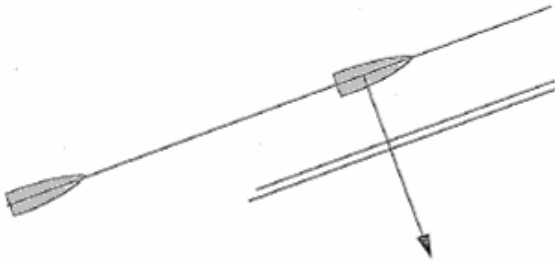
$$\cos LHA = (\sin H - \sin Dec \sin B) / (\cos Dec \cos B)$$

Utilidad de una recta de altura

Una sola recta de altura, no es suficiente para obtener la situación, pero es muy útil en determinadas ocasiones por la información que proporciona al compararla con la estima.

Error en el rumbo - Recta de dirección

Observando un astro que esté por el través se obtiene una recta de altura llamada recta de dirección, que proporciona el error en el rumbo.

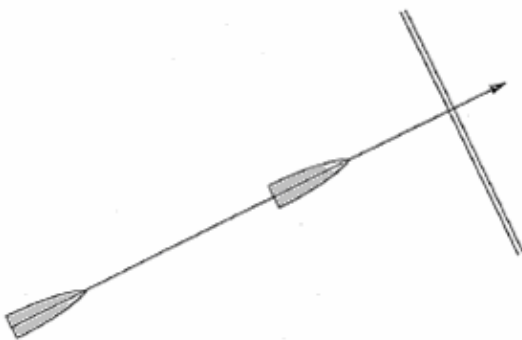


Recta de dirección

Es de utilidad cuando el gobierno del buque se ve afectado por corrientes y/o vientos, o no se conoce la corrección total, de forma que hay una incertidumbre en el rumbo de fondo que sigue el barco.

Error en la distancia navegada - Recta de velocidad

Observando un astro según la dirección de la derrota, ya sea por proa o por popa, se obtiene una recta de altura llamada recta de velocidad, que nos señala el error en distancia respecto a la posición estimada.

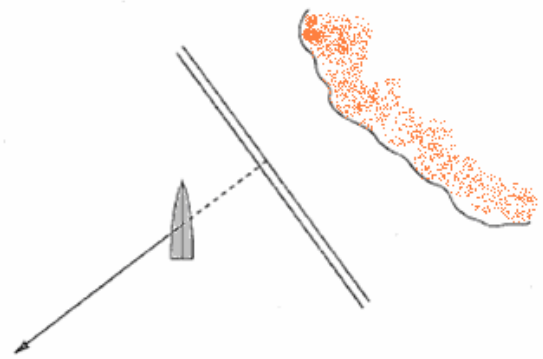


Recta de velocidad

Distancia a la costa

Observando un astro cuyo azimut sea perpendicular a la dirección de la costa, se

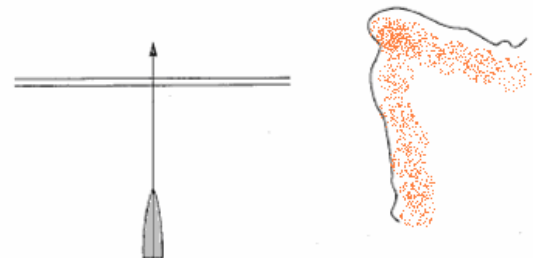
obtiene una recta de altura paralela a la línea de costa, que proporciona la distancia a ésta.



Distancia a la costa por una recta de altura

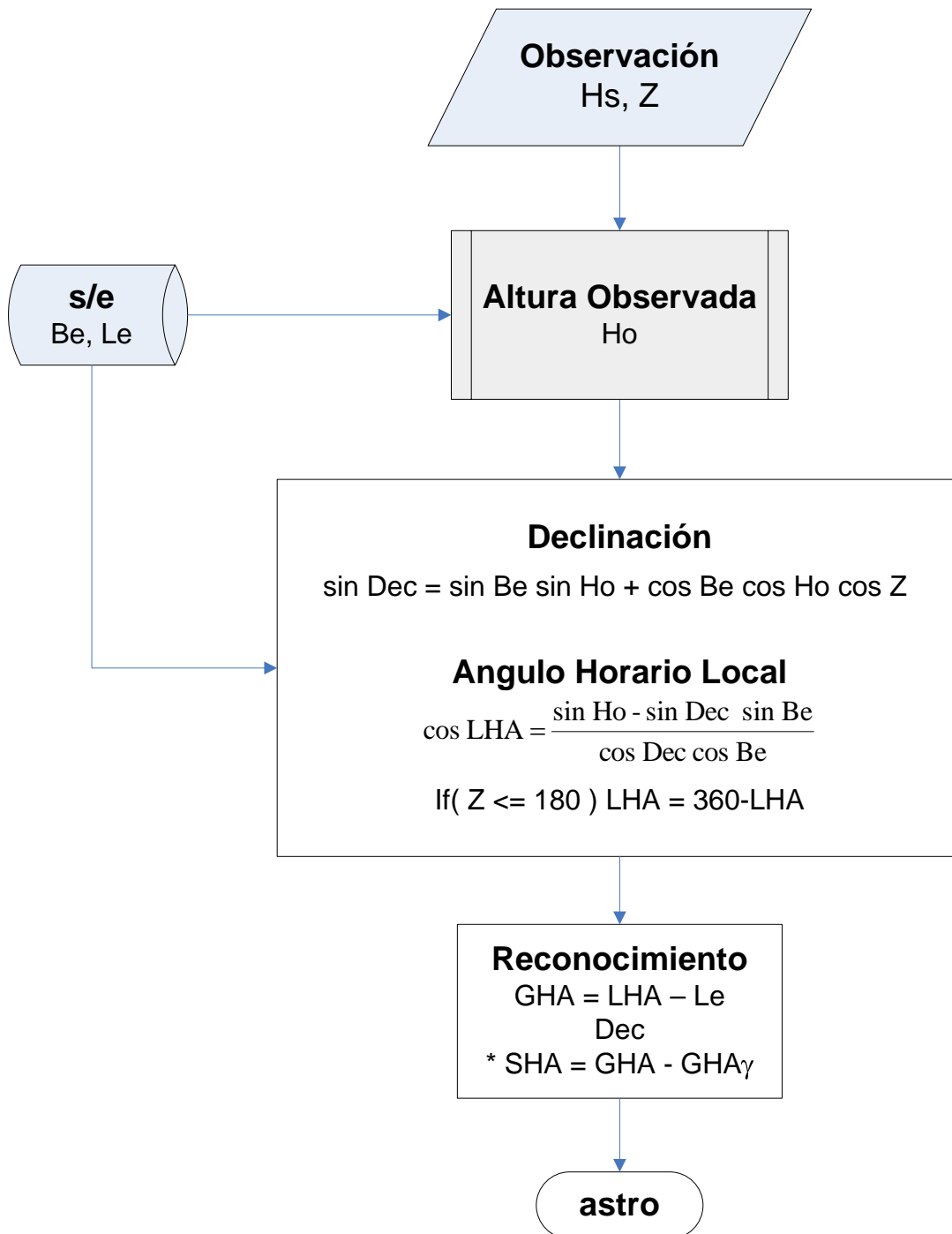
Recta de recalada

Cuando se navega siguiendo la costa, observando un astro que se encuentre en la dirección de esta, se obtiene una recta de altura perpendicular a la costa que nos indica la distancia que falta para cambiar el rumbo.

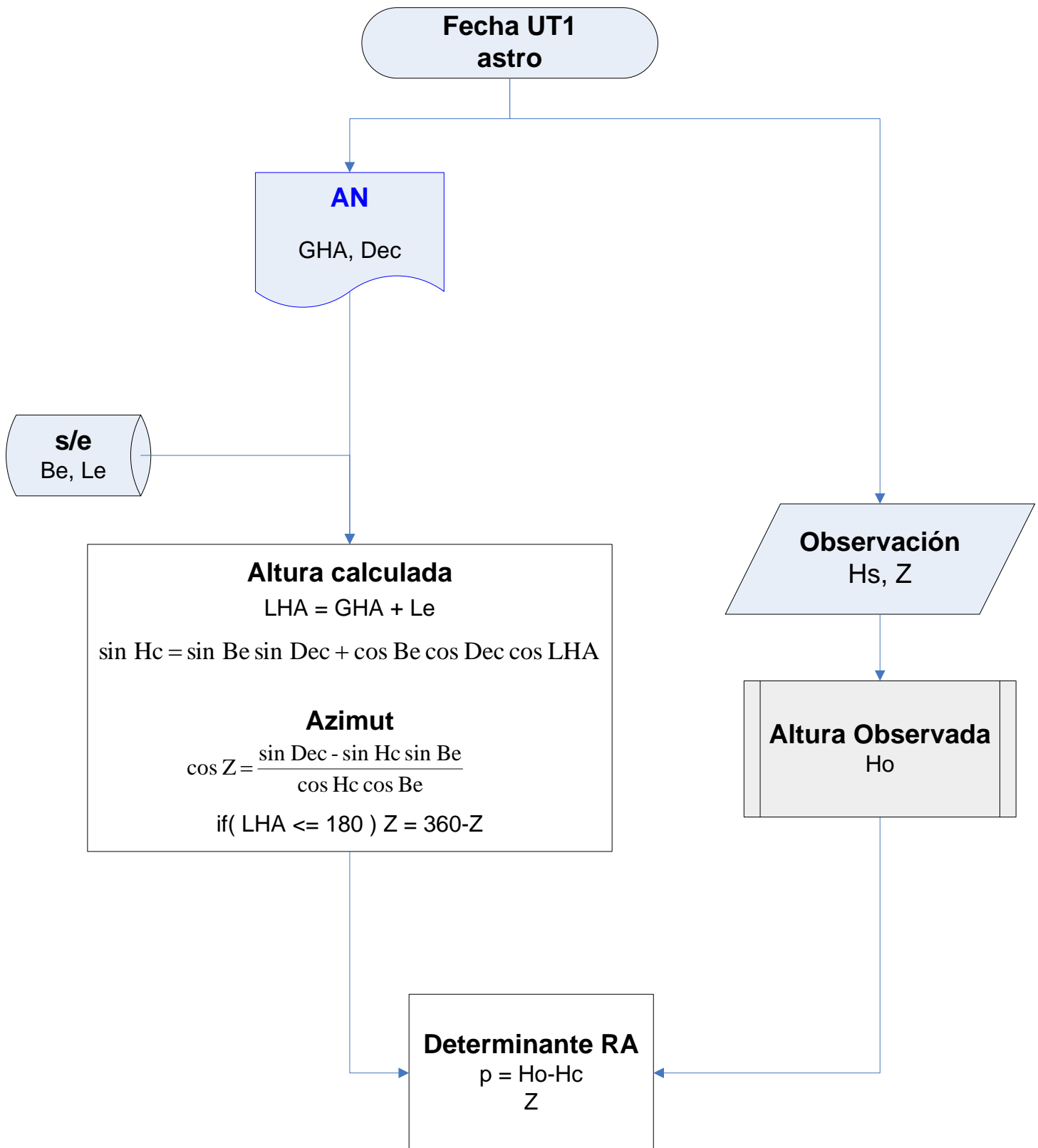


Recalada y recta de altura

Reconocimiento de astros



Determinante Marcq Saint-Hilaire de la recta de altura



Índice

El Universo	3
El Sistema Solar	3
El Sol	3
La Tierra	4
Movimientos de la Tierra	4
La Luna	5
Los Planetas del Sistema Solar	6
Las Estrellas	6
Clasificación	6
Constelaciones	7
Catálogos y planisferios	7
Enfilaciones para encontrar las estrellas principales	7
La esfera terrestre	13
La esfera celeste	13
Meridianos y paralelos	13
Cenit, Nadir y Horizontes	13
Coordenadas terrestres	14
Coordenadas celestes de los astros	14
Coordenadas horizontales: Altura y azimut	14
Coordenadas horarias: Declinación y horario local	15
Coordenadas uranográficas ecuatoriales: Declinación y ascensión recta	15
Relación entre las distintas coordenadas	15
El triángulo de posición	16
Resolución del triángulo de posición	16
Movimiento propio de los astros	17
Leyes de Kepler	17
Orbita de la Tierra alrededor del Sol	17
Zonas terrestres y climas	17
Movimiento aparente de los astros	18
Movimiento aparente del sol	18
La eclíptica	18
Las Estaciones	19
El zodiaco	19
Arcos diurno y nocturno	19
Ortos y ocasos de un astro	20
Crepúsculos	20
Paso de los astros por el meridiano del lugar	20
El Almanaque Náutico	21
Descripción del almanaque	21

© Andrés Ruiz, 2006

San Sebastián – Donostia

43° 19'N 002°W

<http://www.geocities.com/andresruizgonzalez>

Versión: Enero 2008

El Universo

Materia, energía, espacio y tiempo, todo lo que existe forma parte del Universo. Es inmenso, pero no infinito.

El Universo contiene galaxias, cúmulos de galaxias y estructuras de mayor tamaño llamadas supercúmulos, además de materia intergaláctica. Todavía no se sabe con exactitud su magnitud.

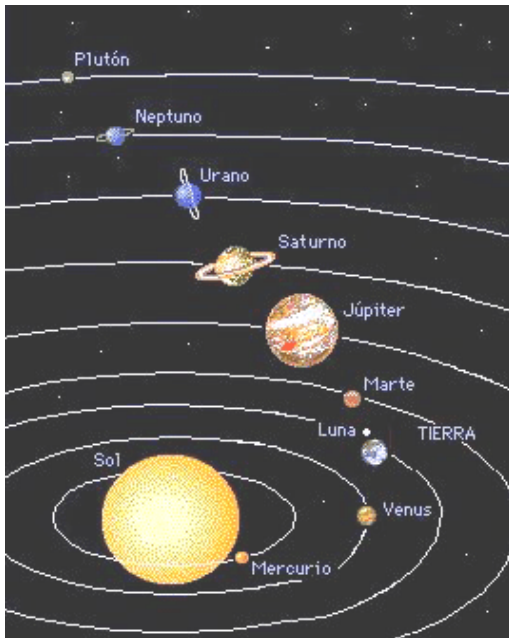
La materia no se distribuye de manera uniforme, sino que se concentra en lugares concretos: galaxias, estrellas, planetas, ... Sin embargo, el 90% del Universo es una masa oscura, que no podemos observar, el universo es, sobre todo, espacio vacío

El Sistema Solar

Entre los miles de estrellas que forman nuestra galaxia, la Vía Láctea, hay una de tamaño mediano, situada en uno de los brazos de la espiral: el Sol.

Nuestro sistema solar esta constituido por el Sol y los planetas (Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.), y otros cuerpos que giran en órbitas a su alrededor: numerosos cometas, asteroides, y meteoroides. Incluye además los satélites de los planetas y el medio interplanetario.

Se formó hace unos 4.650 millones de años y, lejos de permanecer estable, se trata de un sistema dinámico que cambia y evoluciona constantemente.



El Sol

Es la estrella más cercana a la Tierra y el mayor elemento del Sistema Solar. Las estrellas son los únicos cuerpos del Universo que emiten luz. El Sol es también nuestra principal fuente de energía, que se manifiesta, sobre todo, en forma de luz y calor.

El Sol contiene más del 99% de toda la materia del Sistema Solar. Ejerce una fuerte atracción gravitatoria sobre los planetas y los hace girar a su alrededor.

Se formó hace 4.650 millones de años y tiene combustible para 5.000 millones más, actualmente es una enana amarilla. Después, comenzará a hacerse más y más grande, hasta convertirse en una gigante roja. Finalmente, se hundirá por su propio peso y se convertirá en una enana blanca, que puede tardar un trillón de años en enfriarse.

El periodo de rotación de la superficie del Sol va desde los 25 días en el ecuador hasta los 36 días cerca de los polos. Más adentro parece que todo gira cada 27 días.

El Sol, y todo el Sistema Solar, gira alrededor del centro de la Vía Láctea, nuestra galaxia. Da una vuelta cada 200 millones de años. Ahora se mueve hacia la constelación de Hércules a 19 km/s



Datos

Masa (kg)	1.989e+30
Masa (Tierra = 1)	332830
Radio ecuatorial (km)	695000
Radio ecuatorial (Tierra = 1)	108.97
Densidad media (g/cm ³)	1.410
Período Rotacional (días)	25-36
Velocidad de escape (km/s)	618.02
Luminosidad (ergios/s)	3.827e33
Magnitud (Vo)	-26.8
Temperatura media en la superficie	6000°C
Edad (miles de millones de años)	4.5
Gravedad superficial en la fotosfera	274 m/s ²

Componentes químicos principales

Hidrógeno	92.10%
Helio	7.80%
Oxígeno	0.0610%
Carbono	0.0300%
Nitrógeno	0.0084%
Neón	0.0076%
Hierro	0.0037%
Silicio	0.0031%
Magnesio	0.0024%
Azufre	0.0015%
Otros	0.0015%

La Tierra

⊕ La Tierra es el tercer planeta del Sistema Solar, considerando su distancia al Sol, y el quinto de ellos según su tamaño. Es el único planeta del universo que se conoce en el que exista y se origine la vida. La Tierra se formó al mismo tiempo que el Sol y el resto del Sistema Solar, hace 4.570 millones de años. Posee un único satélite natural, la Luna. El sistema Tierra-Luna es bastante singular debido al gran tamaño relativo del satélite.

El 71% de su superficie está cubierta de agua. Es el único planeta del sistema solar donde el agua puede existir permanentemente en estado líquido en la superficie, circunstancia esencial para la vida. La Tierra es el único de los cuerpos del Sistema Solar que presenta una tectónica de placas activa, esto, unido a la erosión provocada por el agua, y la actividad biológica, ha hecho que la superficie de la Tierra sea muy joven eliminando casi todos los restos de cráteres, que marcan muchas de las superficies del Sistema Solar.



Datos

Masa (kg)	5.97e+24
Masa (Tierra = 1)	1.0000e+00
Radio ecuatorial (km)	6,378.14
Radio ecuatorial (Tierra = 1)	1.0000e+00
Densidad media (g/cm ³)	5.515
Distancia media al Sol (km)	149600000
Distancia media al Sol (Tierra = 1)	1.0000
Periodo rotacional (días)	0.99727
Periodo rotacional (horas)	23.9345
Periodo orbital (días)	365.256
Velocidad orbital media (km/s)	29.79
Excentricidad orbital	0.0167
Inclinación del eje	23.450
Inclinación orbital	0.0000

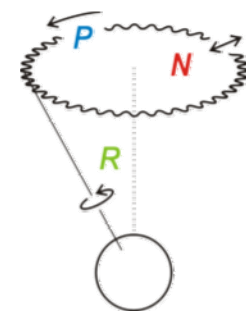
Velocidad de escape ecuatorial (km/s)	11.18
Gravedad superficial ecuatorial (m/s ²)	9.78
Albedo geométrico visual	0.37
Temperatura superficial media	15 °C
Presión atmosférica (bares)	1.013

Composición atmosférica

Nitrógeno	77%
Oxígeno	21%
Otros	2%

Movimientos de la Tierra

- **Rotación:** Es el movimiento que efectúa la Tierra girando sobre sí misma a lo largo de un eje ideal denominado Eje terrestre. Una vuelta completa, tomando como referencia a las estrellas, dura 23 h 56 m 4 s y se denomina día sidéreo.
- **Traslación:** Es el movimiento por el cual la Tierra se mueve alrededor del Sol siguiendo las leyes de Kepler y Newton.
- **Precesión:** también denominado precesión de los equinoccios, es debido a que la Tierra no es esférica sino un elipsoide achatado por los polos.
- **Nutación:** Este movimiento también es debido al achatamiento de los polos y a la atracción de la Luna sobre el eje ecuatorial. Es un movimiento de vaivén y se produce durante el movimiento de precesión, recorriendo a su vez una pequeña elipse (como si fuese una pequeña vibración). Una vuelta completa a la elipse se realiza en 18,6 años, lo que supone que en una vuelta completa de precesión la Tierra habrá realizado 1.385 bucles.
- **Bamboleo de Chandler:** Se trata de una pequeña oscilación del eje de rotación de la tierra que añade 0.7 segundos de arco en un período de 433 días a la precesión de los equinoccios. Actualmente no se conocen las causas que lo producen, aunque se han propuesto varias teorías, (fluctuaciones climáticas causantes de cambios en la distribución de la masa atmosférica, posibles movimientos geofísicos bajo la corteza terrestre, etc.).



Precesión, nutación y rotación

La Luna

Es el único satélite natural de la Tierra y el único cuerpo del Sistema Solar que podemos ver en detalle a simple vista. La duración de la rotación sobre su eje es igual al tiempo que tarda en recorrer su órbita alrededor de la Tierra: 27 días, 7 horas y 43 minutos, esto hace que nos muestre siempre la misma cara. No tiene atmósfera ni agua.

Su movimiento alrededor de nuestro planeta sigue las leyes de Kepler, ocupando la Tierra uno de los focos de la órbita elíptica.



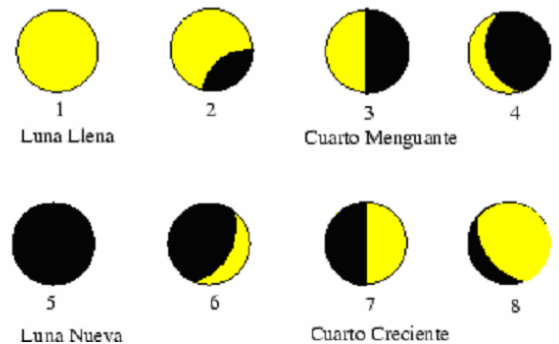
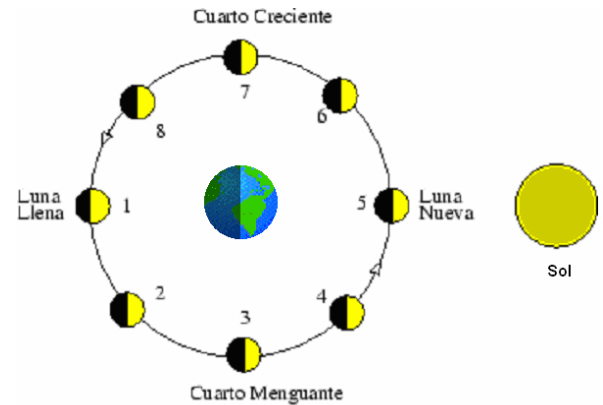
Datos

Masa (kg)	7.349e+22
Masa (Tierra = 1)	1.2298e-02
Radio ecuatorial (km)	1,737.4
Radio ecuatorial (Tierra = 1)	2.7241e-01
Densidad media (g/cm ³)	3.34
Distancia media desde la Tierra (km)	384,400
Período rotacional (días)	27.32166
Período orbital (días)	27.32166
Velocidad orbital media (km/s)	1.03
Excentricidad orbital	0.05
Inclinación del eje (°)	6.68
Inclinación orbital (°)	18.3-28.6
Gravedad superficial en el ecuador (m/s ²)	1.62
Velocidad de escape en el ecuador (km/s)	2.38
Albedo geométrico visual	0.12
Magnitud (Vo)	-12.74
Temperatura media de la superficie (día)	107°C
Temperatura media de la superficie (noche)	-153°C
Temperatura máxima de la superficie	123°C
Temperatura mínima de la superficie	-233°C

Revolución sidérea es el tiempo que tarda la Luna en recorrer su órbita, siendo su duración de 27,32 días.

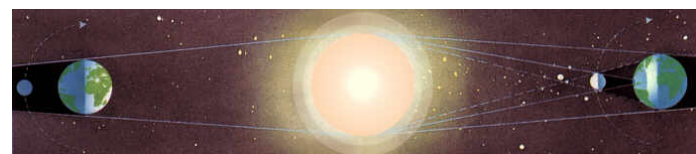
Revolución sinódica es el intervalo de tiempo que transcurre hasta que la Luna vuelve a ocupar la misma posición relativa respecto al Sol, también se le llama **lunación** o mes lunar. La duración de esta revolución es de 29,53 días. Es mayor que la sidérea ya que cuando la Luna ha cumplido esta revolución el Sol se ha desplazado unos 27° tardando la Luna cerca de dos días en volver a ocupar la misma posición.

Las **fases de la Luna** son los diversos aspectos bajo los cuales se presenta, y que dependen de la posición relativa de este astro y del Sol respecto a la Tierra. Dado que la Luna gira alrededor de la Tierra, la luz del Sol le llega desde posiciones diferentes, que se repiten en cada vuelta. El hemisferio de la Luna que se presenta al Sol, está iluminado, y oscuro el opuesto.



Cuando ilumina toda la cara que vemos se llama Luna llena o plenilunio. Cuando no la vemos es la Luna nueva o novilunio. Las otras posiciones son intermedias. En la posición 5 los tres astros están en conjunción y en la 1 en oposición. Ambas posiciones son llamadas **sicigias**. En las posiciones 3 y 7 los tres astros están en **cuadratura**.

Los **Eclipses** se producen cuando el Sol, la Luna y la Tierra se sitúan formando una línea recta. Cuando la Luna pasa por detrás y se sitúa a la sombra de la Tierra, se produce un **Eclipse Lunar** (*dibujo, izquierda*). Si la Luna pasa entre la Tierra y el Sol, lo tapa y se produce un **Eclipse Solar** (*derecha*), si únicamente oculta el centro del Sol se da un **eclipse anular**. Si un astro llega a ocultar totalmente al otro, el eclipse es **total**, si no, es **parcial**.



Los Planetas del Sistema Solar

Los **planetas terrestres** son los cuatro más internos en el sistema solar: Mercurio, Venus, Tierra y Marte. Son llamados terrestres porque tienen una superficie rocosa compacta, como la de la Tierra. Los planetas, Venus, Tierra, y Marte tienen atmósferas significativas mientras que Mercurio casi no tiene.

A Júpiter, Saturno, Urano, y Neptuno se les conoce como los **planetas Jovianos** (relativos a Júpiter), puesto que son gigantes comparados con la Tierra, y tienen naturaleza gaseosa como la de Júpiter. Los planetas Jovianos son también llamados los gigantes de gas, sin embargo algunos de ellos tienen el centro sólido.

En general las órbitas de los planetas son elipses de poca excentricidad; son casi circulares.

Datos

	Distancia (AU)	Radio (Tierras)	Masa (Tierras)	Rotación (Tierras)	nº Lunas Principales	Densidad (grs/cm ³)
Sol	0	109	332800	25-36	8	1.41
Mercurio	0.4	0.4	0.05	58.8	0	5.43
Venus	0.7	1	0.89	244	0	5.25
Tierra	1	1	1	1	1	5.52
Marte	1.5	0.5	0.11	1.029	2	3.95
Júpiter	5.2	11	318	0.411	16	1.33
Saturno	9.5	9	95	0.428	18	0.69
Urano	19	4	15	0.748	15	1.29
Neptuno	30	4	17	0.802	8	1.64

	Inclinación Orbital	Excentricidad Orbital	Oblicuidad	Periodo rotación(h)
Mercurio	7	0.2056	0.1°	1407.5
Venus	3.394	0.0068	177.4°	5832.5
Tierra	0	0.0167	23.45°	23.9345
Marte	1.85	0.0934	25.19°	24.623
Júpiter	1.308	0.0483	3.12°	9.925
Saturno	2.488	0.056	26.73°	10.656
Urano	0.774	0.0461	97.86°	17.24
Neptuno	1.774	0.0097	29.56°	16.11

En navegación interesan Venus, Marte, Júpiter y Saturno, por ser utilizados para calcular la posición por medio del sextante y el cronometro.

Las Estrellas

Las estrellas son enormes masas globulares de gas incandescente que irradian energía en todas direcciones, parte de ella en forma de luz. Se encuentran a grandes distancias de la Tierra, por lo que conservan fijas sus posiciones relativas, sus movimientos aparentes no se aprecian si no es en grandes períodos de tiempo.

Debido al efecto de la atmósfera terrestre, todas las estrellas presentan una rápida variación del color y brillo llamado **centelleo**. Los planetas, en general,

no presentan este centelleo ya que tienen un diámetro aparente sensible, excepto Mercurio, al que se le aprecia debido a su pequeño tamaño.

El número de estrellas es de millones. A simple vista son visibles unas 6.500 estrellas, aunque lo normal es que un observador pueda ver 1/3 de esta cantidad. La mayoría de los objetos celestes visibles a simple vista pertenecen a la Vía Láctea.

Clasificación

El análisis espectral de la luz estelar proporciona datos sobre la constitución química y temperatura de las estrellas. La clasificación de las mismas según su tipo espectral, distingue las estrellas de acuerdo a su espectro luminoso y su temperatura superficial. Una medida simple de esta temperatura es el índice de color de la estrella: W, O, B, A, F, G, K, M, L y T de mayor a menor temperatura.

	Color	Temperatura (°C)	Ejemplo
O	azul	40.000-25.000	I Cephei
B	blanco-azul	25.000-11.000	Spica
A	blanco	11.000-7.500	Vega
F	blanco-amarillo	7.500-6.000	Procyon
G	amarillo	6.000-5.000	Sol
K	naranja	5.000-3.500	Arcturus
M	rojo	3.500-3.000	Betelgeuse, Antares

Estrellas con la misma temperatura pueden tener tamaños muy diferentes, lo que implica luminosidades muy diferentes. Para distinguirlas se definen las clases de luminosidad. En este sistema de clasificación se examina nuevamente el espectro estelar y se buscan líneas espectrales sensibles a la gravedad de la estrella. De este modo es posible estimar su tamaño.

Clase	Descripción
Ia	Supergigantes Luminosas
Ib	Supergigantes
II	Gigantes luminosas
III	Gigantes
IV	Sub-gigantes
V	Enanas (Sol)
VI	Sub-enanas
VII	Enanas blancas

La luminosidad aparente de una estrella se representa por su **magnitud estelar**; m . Es una medida de intensidad luminosa, b , que indica cuánto brilla más una estrella que otra.

$$m_1 - m_2 = 2.5 \cdot \log \frac{b_1}{b_2}$$

1ª magnitud: $-1.6 < m < +1.5$
 2ª magnitud: $+1.6 < m < +2.5$
 3ª magnitud: $+2.6 < m < +3.5$

A las [estrellas más brillantes](#) se les asignó la 1ª magnitud y a las que están en el límite de la visión la 6ª.

	m
el Sol	-26.74
La Luna llena	-12.6
Venus	-4.4 <i>max</i>
Marte	-2.8 <i>max</i>
Sirius	-1.46
Canopus	-0.73
Rigel Kentaurus	-0.29
Arcturus	-0.05
Vega	0.03
Capella	0.07
Spica	0.97
Estrella polar	+2.01

Estrellas débiles visibles en una ciudad	+3.0
Estrellas débiles visibles al ojo humano	+6.0

La [magnitud](#) aparente no es indicativa de las dimensiones ni del brillo real de las estrellas.

Constelaciones

Desde la Tierra las estrellas se proyectan sobre la esfera celeste formando grupos que durante siglos mantienen su forma casi inmutable. Estos grupos o reuniones de estrellas de formas variadas se llaman constelaciones, las cuales se distinguen bien con nombres mitológicos como Orión, Andrómeda o Perseo; o bien con nombres de animales u objetos como Carro, León, Toro o Escorpio, sugeridos por las formas que representan y la fantasía de los primeros observadores. En 1930 la Unión Astronómica Internacional acordó que las constelaciones estuvieran limitadas por paralelos de declinación y círculos horarios, reconociendo oficialmente 88 de ellas. La forma de cada constelación es debida a un efecto de perspectiva, ya que si el observador se colocase en un punto lejano de la Tierra, la constelación parecería de forma diferente.

Para distinguir las estrellas individualmente se les ha dado a las principales nombre propio. Los nombres de la mayor parte son de origen árabe como Altair o Aldebarán: otros son de origen latino como Arcturus o Régulus. Johann Bayer introdujo en siglo XVII un sistema para designar las estrellas más brillantes, se utiliza el genitivo del nombre de las constelaciones, precedido por una letra griega; la estrella más brillante de la constelación se llama α , la segunda β , etc.

Las constelaciones más útiles al navegante son:

- Osa Mayor
- Pegaso
- Orión
- Cisne
- Escorpión
- Cruz del Sur.

Catálogos y planisferios

Los catálogos son listas de estrellas, generalmente ordenadas por sus ascensiones rectas o ángulos sidéreos, precedidas por un número de orden.

Los planisferios son mapas del cielo, generalmente en proyección estereográfica (centro de proyección: un punto de la esfera - plano de proyección: normal al diámetro que pasa por el centro de proyección) de los hemisferios boreal y austral sobre el plano del ecuador, tomando como centro de proyección el del polo opuesto.

Normalmente, el ecuador está graduado de 0 a 24 horas o de 0 a 360 grados, para medir AR o AS. Asimismo, tienen representados varios paralelos de declinación para medir las declinaciones.

El Almanaque Náutico contiene un catálogo con 99 estrellas y 4 planisferios.

Enfilaciones para encontrar las estrellas principales

Conociendo algunas constelaciones y estrellas principales podemos reconocer otras trazando enfilaciones o líneas imaginarias en la esfera celeste.

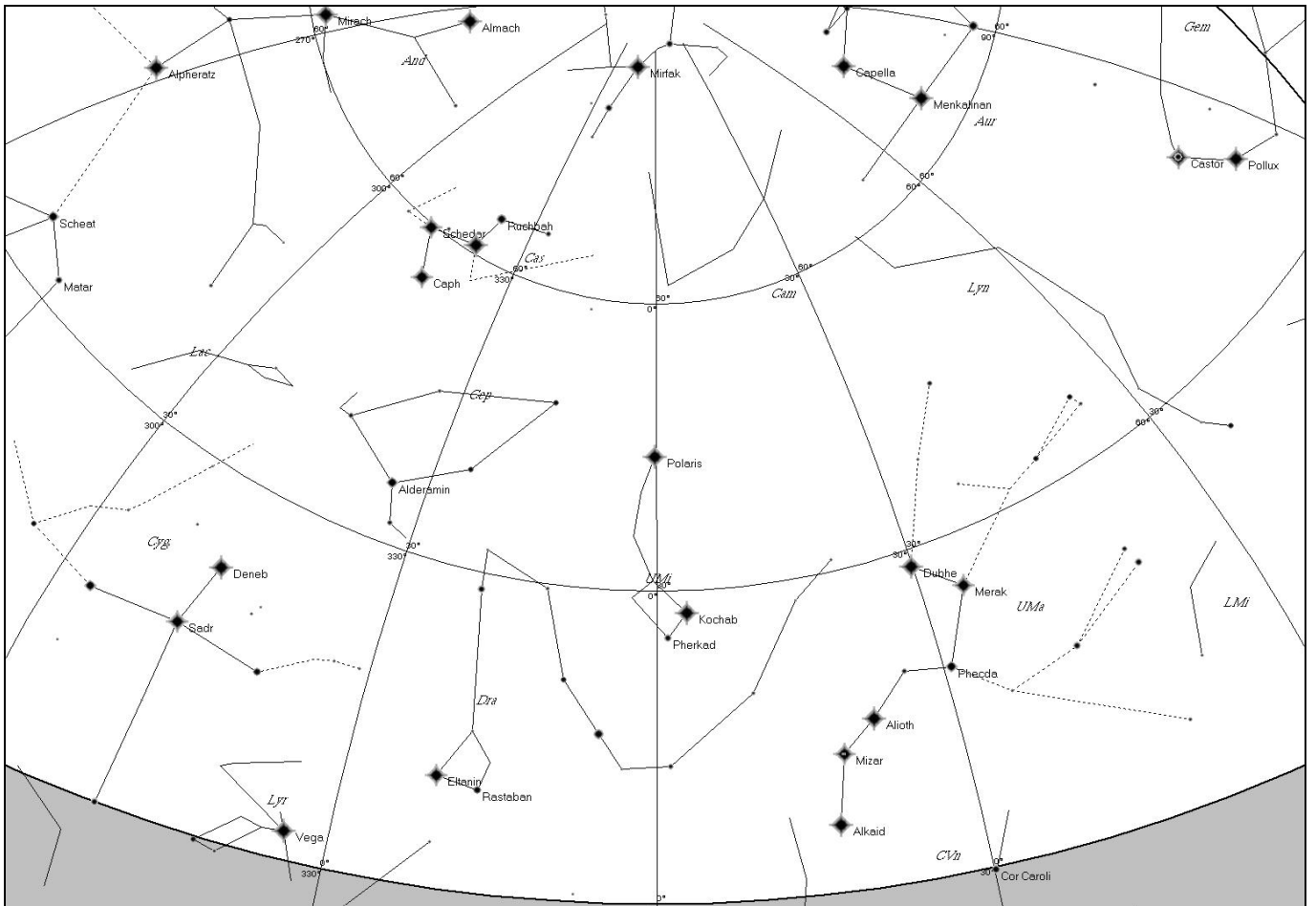
Partiendo de la constelación de la Osa Mayor

La Osa Mayor contiene un asterismo, (conjunto de estrellas que vistas desde el cielo de la Tierra parecen formar una figura pero que a diferencia de una constelación no tiene un reconocimiento oficial por parte de la comunidad científica.), El Carro, formado por siete estrellas, cuatro de las cuales forman un trapecio, que constituye el cuerpo de la osa o carro, y las otras tres forman la cola de la primera o la lanza del segundo.

Fácilmente reconocible por su forma característica, esta constelación describe un círculo de unos 35° de radio, alrededor del polo, cambiando su posición según la hora y época de la observación. Para la latitud del norte de España, todas las estrellas que la componen son circumpolares.

Polaris - La Polar es la última estrella de la cola de la Osa Menor, aunque de 2^a magnitud, es importante por estar prácticamente en el polo norte. Se encuentra:

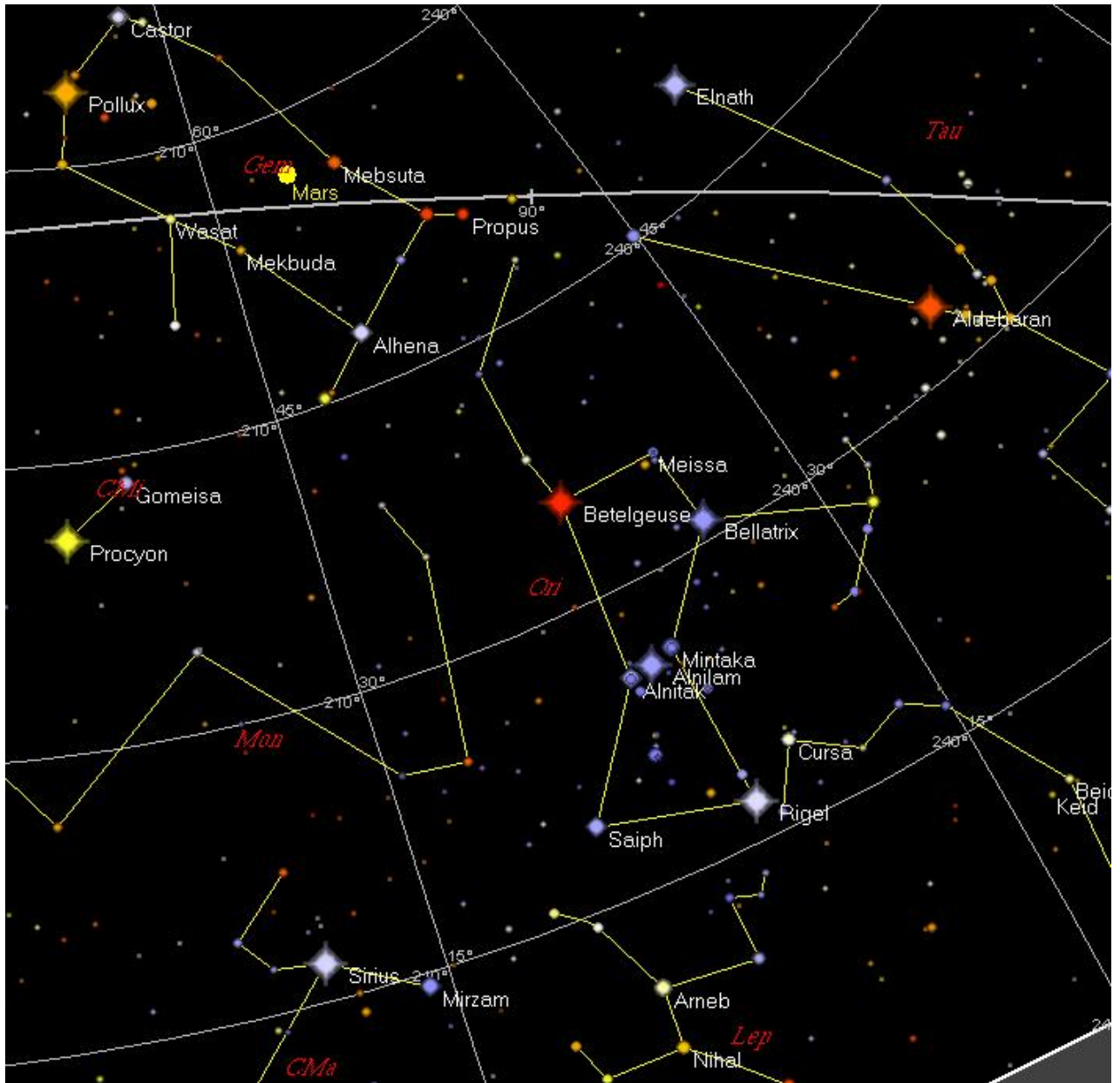
- prolongando unas 5 veces la distancia Merak-Dubhe.
- Esta aproximadamente en la intersección de las bisectrices de los dos ángulos que forman la w de la constelación de Cassiopea.



Reconocimiento de estrellas por enfilaciones de la Osa Mayor

Partiendo de la constelación de Orión

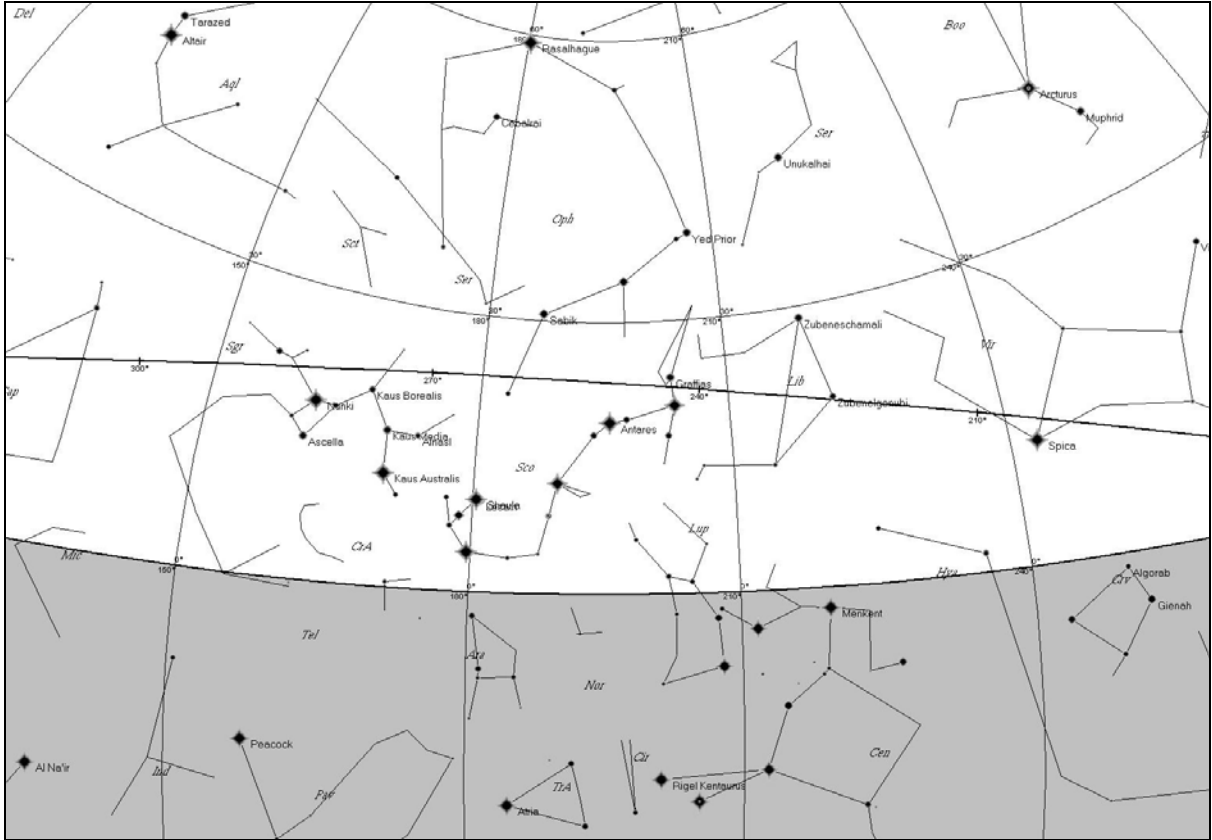
A partir de las siete estrellas principales que forman esta constelación, (cuatro del cuadrilátero y las Tres Marías o cinturón de Orión), se reconocen un número de estrellas importantes.



Reconocimiento de estrellas por enfilaciones de Orión

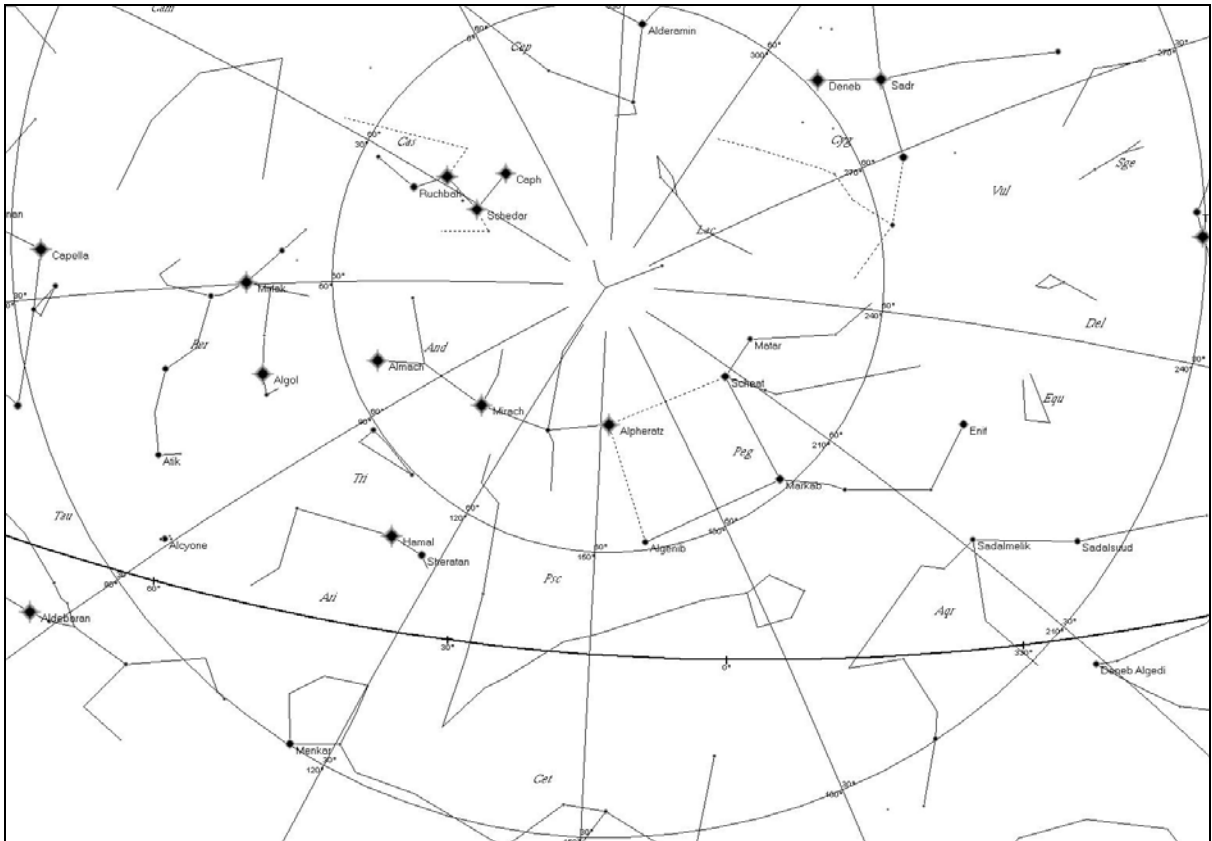
- **Triángulo de invierno:** triángulo equilátero formado por Betelgeuse, Procyon y Sirio.
- Línea formada por: Sirio, el cinturón de Orión y Aldebarán

Partiendo de la constelación de Escorpión



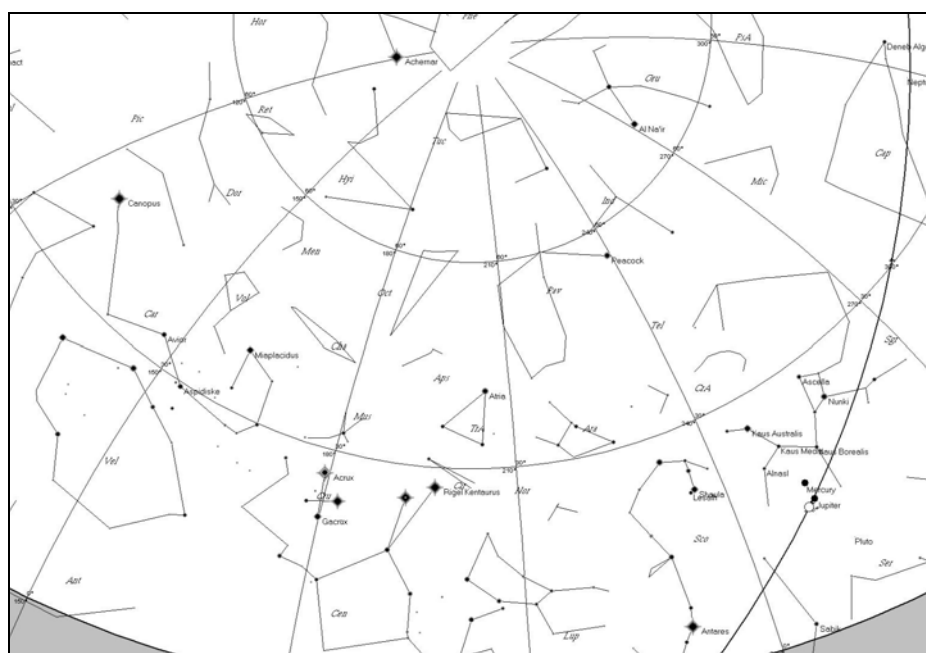
Reconocimiento de estrellas por enfilaciones constelación de Escorpio

Partiendo de la constelación del cuadrado del Pegaso.

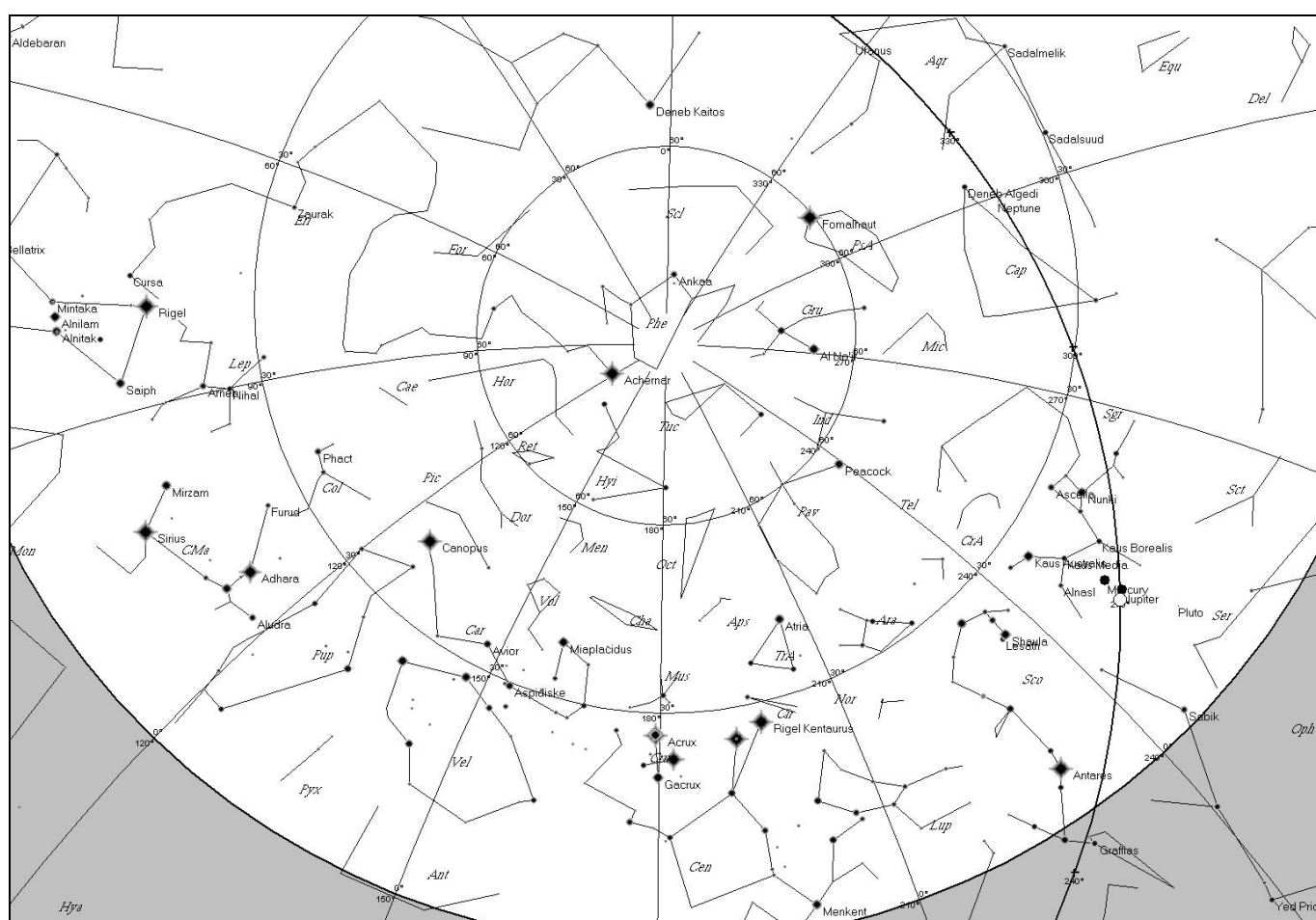


Reconocimiento de estrellas por enfilaciones de Pegaso y Andr6meda

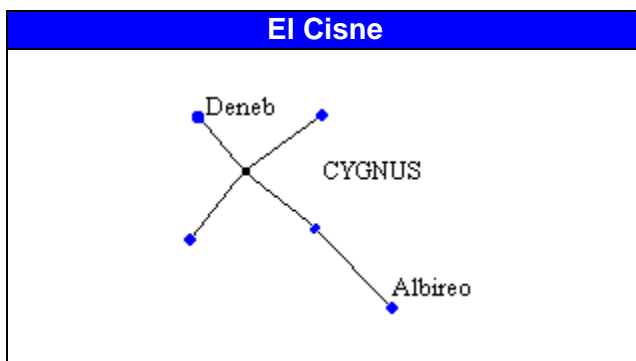
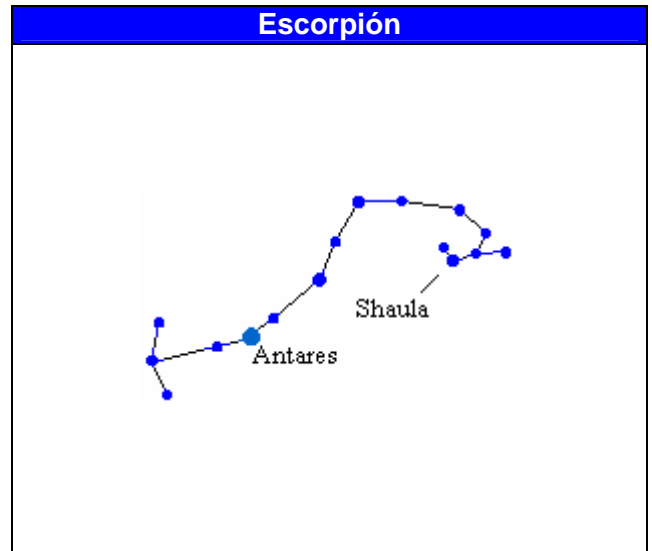
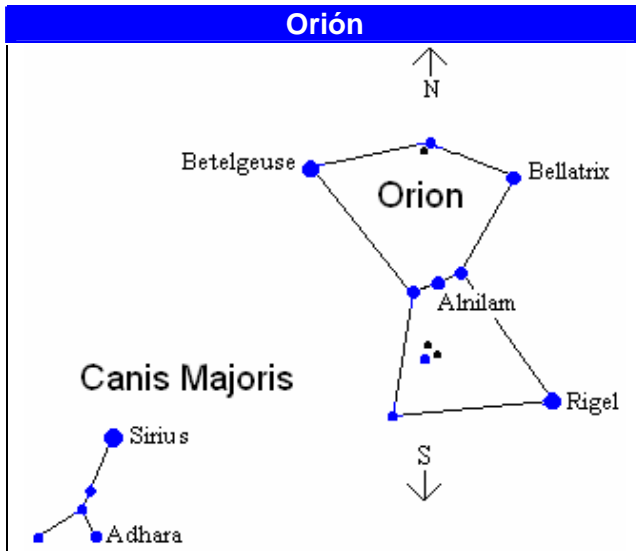
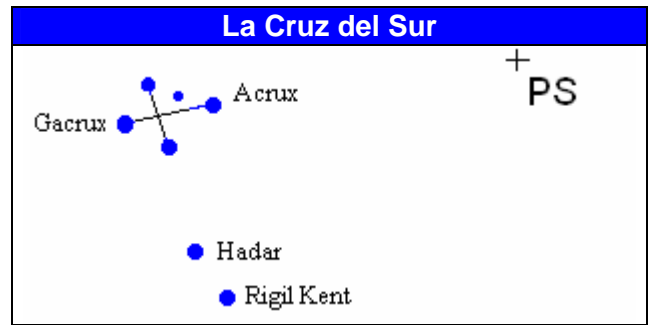
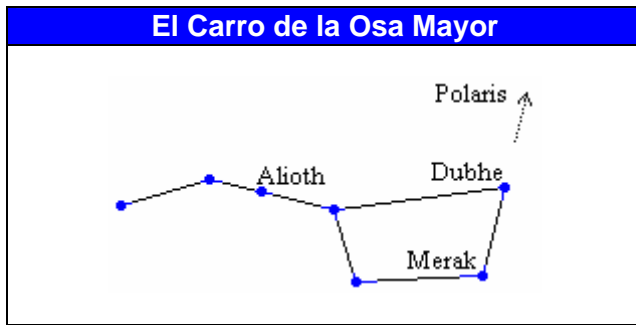
Partiendo de la constelación de la Cruz del Sur



Reconocimiento de estrellas por enfleaciones de la Cruz del Sur



Estrellas del Hemisferio Sur



La esfera terrestre

Eje de la Tierra - es un eje imaginario que va de polo a polo, sobre el cual gira en rotación de occidente a oriente. Los extremos del eje son los polos. Viendo desde arriba al **polo norte**, la Tierra gira en sentido antihorario. El extremo contrario es el **polo sur**.

Meridiano - es el semicírculo máximo de la esfera terrestre que va de polo a polo. Al que pasa por Greenwich se le denomina **primer meridiano** o meridiano principal.

Ecuador - es el círculo máximo perpendicular al eje de la Tierra que la divide en dos hemisferios, el norte y el sur.

Paralelo - es un círculo menor paralelo al ecuador.

Meridiano del lugar - es el meridiano que pasa por el observador.

La esfera celeste

Para la resolución de la mayoría de los problemas de posición en astronomía, se supone que todos los astros se encuentran en una gran superficie esférica de radio arbitrario denominada esfera celeste, concéntrica con la esfera terrestre.

Las líneas principales que en la misma se consideran son:

Meridianos y paralelos

La proyección del polo norte y del polo sur terrestres en la esfera celeste da lugar a los polos de esta. El **polo elevado** es el polo que tiene el mismo signo que la latitud del observador y **polo deprimido** el contrario.

El **eje del mundo**, **línea de los polos**, o **eje de rotación del movimiento diurno**, es la línea que une los dos polos de la esfera celeste. La rotación de la Tierra hace que la esfera celeste se mueva aparentemente en torno a dicho eje.

El **ecuador celeste** es la proyección del ecuador terrestre en la esfera celeste, es decir, el círculo perpendicular al eje del mundo.

Los **meridianos celestes** son semicírculos que van de polo a polo de la esfera celeste, también se denominan **semicírculos horarios**.

Meridiano superior del lugar, es el meridiano del lugar proyectado en la esfera celeste; es el meridiano celeste que contiene al cenit.

Meridiano inferior del lugar, es el meridiano celeste que contiene al nadir.

El meridiano cero o **primer meridiano** es el que pasa por Greenwich. Es el origen de las longitudes, y

proyectado en la esfera celeste es el origen de los horarios en Greenwich de los astros.

Los **paralelos** son círculos menores paralelos al ecuador. En la esfera terrestre son paralelos de latitud, y en la celeste son paralelos de declinación.

Cenit, Nadir y Horizontes

Cenit o zenit, es el punto originado por la proyección del observador en la esfera celeste.

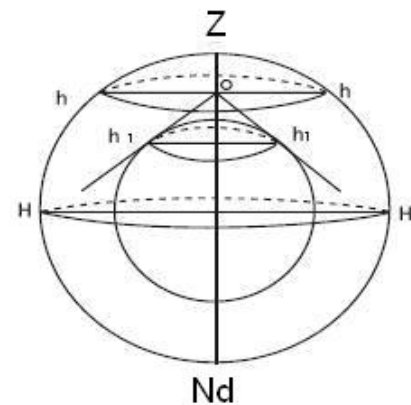
Nadir es el punto de la esfera celeste diametralmente opuesto al cenit.

La línea cenit-nadir, es la línea que une ambos puntos.

El **horizonte verdadero**, **geocéntrico** o racional, HH, es el círculo perpendicular a la vertical del observador por el centro de la esfera terrestre. Sobre él están los puntos cardinales y divide a la esfera celeste en el hemisferio visible y en el invisible.

Horizonte sensible o **aparente**. hh es el círculo menor con centro en el observador y paralelo al horizonte verdadero.

Horizonte **visible** o de la mar, h₁h₁ es el que se forma tangenteando desde el observador a la superficie terrestre.



Tipos de horizontes

Almicantarat es un círculo menor de la esfera celeste paralelo al horizonte verdadero. Tiene la propiedad de que los astros que se encuentran en él tienen la misma altura.

La proyección del polo norte celeste sobre el horizonte verdadero da lugar al punto cardinal norte, y la del polo sur, al punto cardinal sur.

La línea verdadera EW es perpendicular a la NS, y los puntos E y W son los de corte del horizonte con el ecuador celeste.

Vertical, es el círculo máximo que pasa por el cenit y el nadir. Es perpendicular al horizonte.

Vertical del lugar o **del observador**, vertical que pasa por el observador.

Vertical de un astro, o **semicírculo vertical**, es el semicírculo que va de cenit a nadir pasando por el astro.

El **primer vertical** es el círculo de la esfera celeste que pasa por los puntos cenit, nadir, este y oeste.

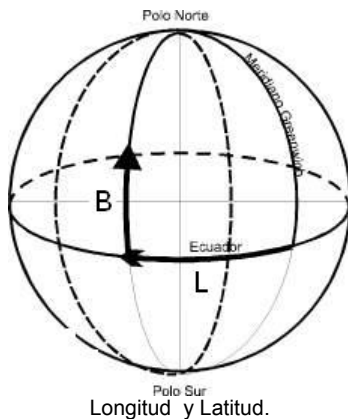
El **vertical principal** es el vertical que pasa por los polos celestes, es perpendicular al primer vertical.

Coordenadas terrestres

En navegación se emplean las coordenadas esféricas: latitud y longitud, que son las que utilizan las cartas náuticas.

B - Latitud es el arco de meridiano contado desde el ecuador hasta el observador. Toma valores de 0° a 90° , hacia el norte o sur.

L - Longitud es el arco de ecuador contado desde el meridiano de Greenwich hasta el meridiano del observador. Toma valores de 0° a 180° , hacia el este u oeste.



Longitud y Latitud.

Diferencia en latitud es el arco de meridiano entre dos paralelos. Es igual a la latitud de llegada menos la latitud de salida; puede ser norte o sur, y siempre menor de 180° .

Diferencia en longitud es el arco de ecuador comprendido entre dos meridianos. Es igual a la longitud de llegada menos la longitud de salida; puede ser este u oeste y siempre menor de 180° .

A - Apartamiento es el arco de paralelo entre dos meridianos. Los apartamientos van disminuyendo en distancia a medida que aumenta la latitud.

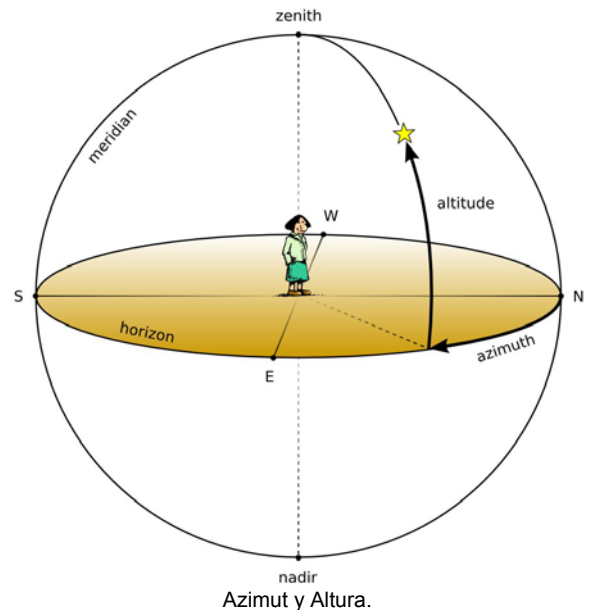
Coordenadas celestes de los astros

Para situar un astro en la esfera celeste, se emplean diversos sistemas de coordenadas celestes. En navegación se toma como origen el centro de la Tierra: coordenadas **geocéntricas**, y se utilizan coordenadas **esféricas**, en donde a efectos prácticos se toma la distancia $r = 1$.

Las coordenadas **locales** dependen de la situación del observador.

Coordenadas horizontales: Altura y azimut.

Tomando como círculo fundamental de referencia el horizonte verdadero, se definen las dos coordenadas de este sistema:



Azimut y Altura.

H - La altura es el arco de vertical del astro contado desde el horizonte verdadero hasta el astro. Toma valores de 0° a 90° con signo positivo. Cuando se mide utilizando un sextante o un teodolito se obtiene una altura topocéntrica que debe corregirse para obtener la geocéntrica correspondiente.

Si el astro estuviese debajo del horizonte, en el hemisferio invisible, la altura negativa recibe el nombre de **depresión**.

Z - El azimut es el arco de horizonte contado hasta el vertical del astro, desde el norte o el sur. (Este tipo de coordenadas también recibe el nombre de azimutales).

Formas de contar el azimut:

- Azimut **cuadrantal**. Se mide desde el norte o el sur más próximo hacia el este u oeste. Toma valores de 0° a 90° .
- Azimut **astronómico** o **ángulo cenital**, desde el polo elevado (N o S), hacia el E u W, tomando valores de 0° a 180° . Es el suplemento a 180° del azimut cuadrantal.
- Azimut **circular** o **náutico** desde el norte en el sentido de las agujas del reloj, es decir, de 0° a 360° .

Distancia cenital: es el complemento de la altura, representa el arco de vertical contado desde el cenit hasta el astro. $dz = 90^\circ - H$

Am - Amplitud: es el arco de horizonte contado desde el punto cardinal E u W hasta el vertical del astro. Es el complemento del azimut cuadrantal.

- Amplitud **ortiva**: desde el E, azimut del orto
- Amplitud **occidua**: desde el W, azimut del ocaso

Coordenadas horarias: Declinación y horario local

El *semicírculo horario del astro* es el semicírculo máximo de la esfera celeste que va de polo a polo pasando por el astro.

Dec - La **declinación** es el arco de semicírculo horario contado desde el ecuador hasta el astro. Se mide de 0° a 90° hacia el norte o sur.

LHA - El **ángulo horario local** es el arco de ecuador contado desde el meridiano superior hasta el semicírculo horario del astro. Se mide hacia el W y toma valores en el intervalo: $0^\circ \leq LHA \leq 360^\circ$

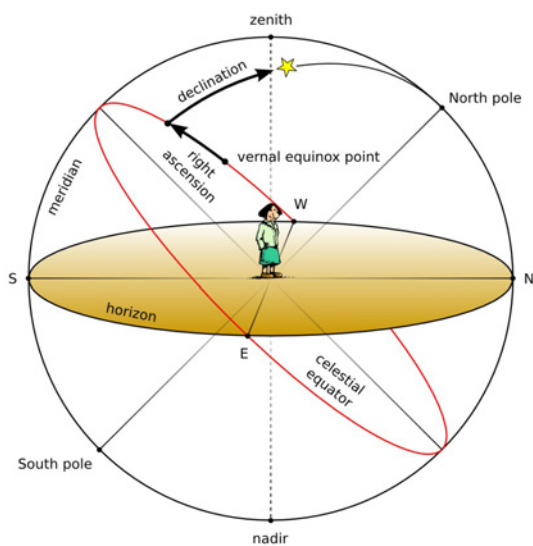
P - **Ángulo en el polo**: es el LHA del astro contado de 0° a 180° hacia el E u W.

Distancia polar o codeclinación: $dp = 90^\circ - Dec$

Diferencia ascensional es el arco de ecuador contado desde el E u W hasta el semicírculo horario del astro. Se usa cuando el astro se encuentra en el orto u ocaso. Esta relacionado con el LHA.

Coordenadas uranográficas ecuatoriales: Declinación y ascensión recta

Estas coordenadas son independientes de la posición del observador, por lo que pueden ser publicadas en las efemérides astronómicas como el almanaque náutico.



Dec - La **declinación** es el arco de máximo de ascensión, (semicírculo horario), contado desde el ecuador hasta el astro. Se mide de 0° a 90° hacia el norte o sur.

SHA - **ángulo sidéreo** es el arco de ecuador desde Aries hasta el máximo de ascensión del astro, en sentido astronómico; hacia el W.

RA - Ascensión recta: es el suplemento a 360° del ángulo sidéreo expresado en tiempo. Se mide hacia el E.

GHA - El **ángulo horario en Greenwich** es el arco de ecuador contado desde el primer meridiano hasta el semicírculo horario del astro. Se mide de W hacia E, en el intervalo: $0^\circ \leq GHA \leq 360^\circ$

Relación entre las distintas coordenadas

Cuando un observador ve un astro en el firmamento, la forma en que se relacionan las coordenadas terrestres y celestes de cada uno con la altura verdadera del astro, constituye la ecuación del círculo de altura, que es la línea de posición utilizada en navegación astronómica. De las diversas formas de obtener dicha ecuación, la más clásica resuelve el triángulo de posición.

- **Relación entre las distintas coordenadas que se miden en el ecuador.** Las coordenadas celestes que se miden sobre el ecuador son el horario y el ángulo sidéreo, y la longitud como coordenada terrestre. Su relación es importante en los cálculos náuticos de posición.

$$GHA = GHA_\gamma + SHA$$

$$LHA = LHA_\gamma + SHA$$

$$SHA = 360 - RA$$

- Relación entre el horario en Greenwich y el horario en el lugar:

$$LHA = GHA + L$$

Para $L = - [W] + [E]$

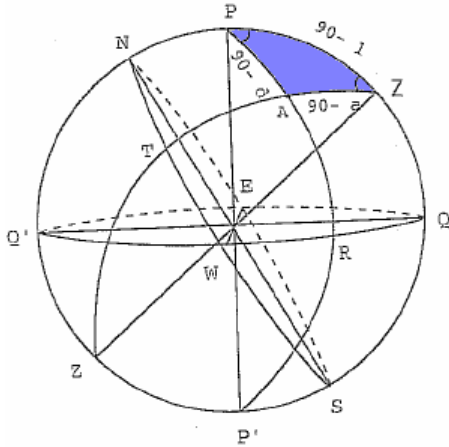
Esfera Terrestre	Esfera Celeste
Polo Norte	PN celeste
Polo Sur	PS celeste
Eje de la Tierra	Eje del mundo
Ecuador	Ecuador celeste
Paralelo de latitud	Paralelo de declinación
Meridiano	Meridiano celeste o semicírculo horario
Meridiano de Greenwich	Primer meridiano
Meridiano del lugar	Meridiano superior del lugar
	Meridiano inferior del lugar
Observador	Cenit
Polo de iluminación del astro	Astro
Latitud	Declinación
Longitud	GHA

	Coordenadas Horizontales	Coordenadas Horarias	Coordenadas Ecuatoriales
Origen	Geocéntricas	Geocéntricas	Geocéntricas
Polo fundamental	cenit	PN de la esfera celeste	PN de la esfera celeste
Eje polar	línea cenit / nadir	PN - PS celestes	PN - PS celestes
Círculo fundamental de referencia	horizonte geocéntrico	ecuador celeste	ecuador celeste
Coordenadas	H, Z	Dec, LHA	Dec, RA
	Locales	Locales	Independientes del observador
Círculos secundarios	verticales	círculos horarios	máximo de ascensión
Semicírculo secundario de referencia	vertical norte	meridiano superior del lugar	Primer máximo de ascensión (<i>pasa por Aries</i>)
Paralelos secundarios	almicantarat	paralelos de declinación	paralelos de declinación

El triángulo de posición

El triángulo de posición es un triángulo esférico de la esfera celeste formado por:

- el meridiano superior del lugar
- el vertical del astro
- el semicírculo horario del astro



Triángulo de posición en la esfera celeste.

Vértices:

- P - Polo elevado (de igual nombre que la latitud).
- A - Astro
- Z - Cenit

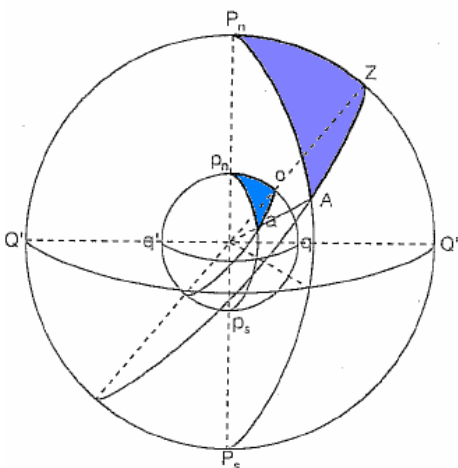
Lados:

- Colatitud = 90-B (Polo elevado-Cenit).
- Distancia polar = 90-dec (Polo elevado-Astro).
- Distancia cenital 90-H (Cenit-Astro).

Ángulos:

- Ángulo en el polo (con vértice en el polo elevado).
- Ángulo de posición o paraláctico (con vértice en el astro).
- Ángulo cenital (con vértice en el cenit).

El triángulo de posición corresponde a otro análogo en la esfera terrestre:



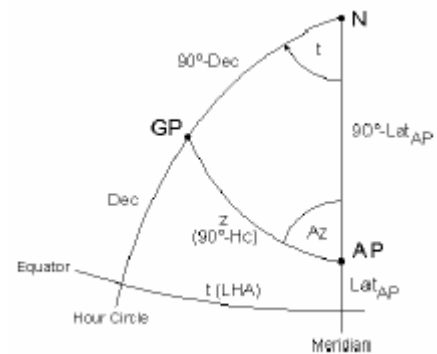
Triángulo de posición en la esfera terrestre.

Vértices:

- El polo terrestre más cercano al observador, polo elevado (igual nombre que la latitud).
- La situación del observador (o), que se corresponde con el cenit en la esfera celeste.
- El polo de iluminación del astro o punto astral (a), que es la proyección del astro en la esfera terrestre.

Resolución del triángulo de posición

Del triángulo de posición se deduce por medio de trigonometría esférica la ecuación del círculo de altura:



$$\sin H = \sin B \sin Dec + \cos B \cos Dec \cos LHA$$

También se obtiene el azimut del astro observado:

$$\cos Z = \frac{\sin Dec - \sin H \sin B}{\cos H \cos B}$$

En el instante del orto/ocaso verdadero, se cumple que:

- $H = 0^\circ$
- $\cos Z = \frac{\sin Dec}{\cos B} = \sin Am$

Otras fórmulas:

(B, LHA, Dec) \Rightarrow Z
$\cotan Z = (\tan Dec \cos B - \sin B \cos LHA) / \sin LHA$

(LHA, H, Dec) \Rightarrow Z
$\sin Z = (\cos Dec \sin LHA) / \cos H$

(B, H, Z) \Rightarrow LHA
$\cotan LHA = (\tan H \cos B - \sin B \cos Z) / \sin Z$

(B, H, Z) \Rightarrow Dec
$\sin Dec = \sin B \sin H + \cos B \cos H \cos Z$

(B, H, Dec) \Rightarrow LHA Time Sight
$\cos LHA = (\sin H - \sin Dec \sin B) / (\cos Dec \cos B)$

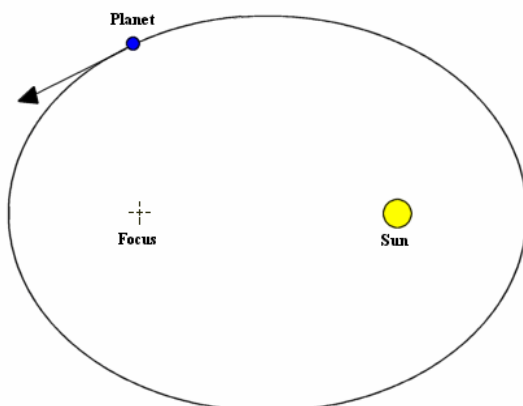
Movimiento propio de los astros

El movimiento propio de una estrella es la medida del cambio de su posición en el cielo con el tiempo después de que el movimiento impropio es considerado, (cambio de sus coordenadas que proviene de: la aberración de la luz, movimiento diurno, nutación, paralaje, precesión de los equinoccios, ...). Es una medida indirecta de la velocidad transversal de la estrella con respecto a la Tierra.

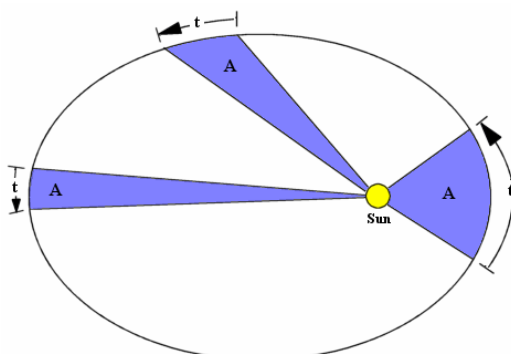
Leyes de Kepler

Enunciadas por Johannes Kepler para explicar el movimiento de traslación de los planetas en sus órbitas alrededor del Sol, son las siguientes:

1. La órbita de cada planeta es una elipse en uno de cuyos focos está el Sol.
2. Los radios vectores que unen cada planeta con el Sol barren áreas iguales en tiempos iguales.
3. Los cuadrados de los tiempos empleados por los planetas en cumplir una revolución alrededor del Sol son proporcionales a los cubos de los ejes mayores de sus órbitas.



1ª Ley de Kepler



2ª Ley de Kepler

- **Perihelio** – punto de la órbita del planeta en donde la distancia al Sol es mínima.
- **Afelio** - punto de la órbita del planeta en donde la distancia al sol es máxima.

- **Línea de los ápsides** - eje mayor de la órbita elíptica.

La 2ª ley se deduce del principio de conservación del momento angular, es decir, cuando el planeta está más alejado del Sol (afelio) su velocidad es menor que cuando está más cercano al Sol (perihelio). El momento angular L es el producto de la masa del planeta, por su velocidad y por su distancia al centro del Sol.

$$L = m \cdot r_1 \cdot v_1 = m \cdot r_2 \cdot v_2$$

De la 3ª ley, para cualquier planeta, el cuadrado de su período orbital, P , (tiempo que tarda en dar una vuelta alrededor del Sol), es directamente proporcional al cubo de la distancia media del planeta al Sol, r .

$$\frac{P^2}{r^3} = K = \text{constante}$$

La velocidad media con que un planeta recorre su órbita es tanto menor cuanto más alejado se encuentre del Sol.

Órbita de la Tierra alrededor del Sol

En su movimiento de traslación alrededor del Sol, los rayos solares inciden con diferente ángulo sobre la Tierra en el transcurso del año, dando lugar a diferentes climas y a las estaciones.

Zonas terrestres y climas

- **Trópico de Cáncer**: paralelo 23°27'N
- **Trópico de Capricornio**: paralelo 23°27'S
- **Círculo polar ártico**: paralelo 66°33'N, separado del polo norte 23°27'
- **Círculo polar antártico**: paralelo 66°33'S, separado del polo sur 23°27'.

Estos paralelos limitan cinco zonas llamadas:

- **Zona ecuatorial**, tórrida o caliente: entre los trópicos de Cáncer y Capricornio.
- **Zona templada del norte**: entre el trópico de Cáncer y el círculo polar ártico.
- **Zona templada del sur**: entre el trópico de Capricornio y el círculo polar antártico.
- **Zona glaciar ártica**: entre el círculo polar ártico y el polo norte.
- **Zona glaciar antártica**; entre el círculo polar antártico y el polo sur.

Las diferentes zonas climáticas son debidas a las variaciones de la declinación del Sol. En la zona tórrida, el Sol alcanza grandes alturas llegando a culminar en el cenit dos veces al año. Por ello, los rayos solares inciden casi perpendicularmente sobre dicha zona y es la más calurosa.

En las dos zonas templadas, los rayos solares inciden más oblicuamente, el sol nunca culmina en el cenit y al aumentar la latitud, alcanza menos altura,

por ello, la temperatura en esta zona es menos elevada que en la anterior.

En las zonas glaciares, los rayos del Sol inciden muy oblicuamente, calentando poco. En estas zonas los días y las noches tienen grandes duraciones, tanto mayor cuanto mayor es la latitud. El sol de medianoche es un fenómeno observable en latitudes próximas al círculo polar ártico y al círculo polar antártico, consistente en que el sol es visible las 24 horas del día, en las fechas próximas al solsticio de verano. El número de días al año con sol de medianoche es mayor cuanto más cerca se esté del polo, en los polos la noche y el día tienen una duración de seis meses, aunque existen los crepúsculos que duran unos dos meses. El fenómeno contrario, la noche de mediodía, se produce en fechas próximas al solsticio de invierno, cuando el sol no llega a asomar por el horizonte en todo el día

Movimiento aparente de los astros

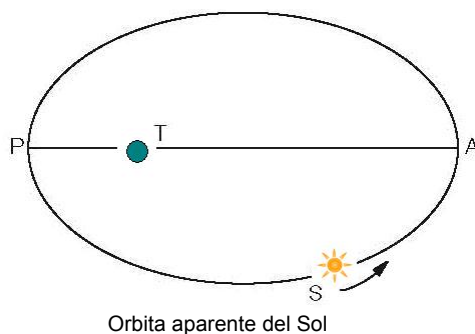
El movimiento aparente de los astros es el que se ve desde la Tierra al observar el firmamento.

Movimiento diurno - es el movimiento de rotación de la Tierra alrededor de su eje polar observado en el transcurso de un día, tiene sentido directo; de occidente a oriente, (sentido antihorario visto desde el polo Norte).

Movimiento aparente diurno - Un observador solidario a la Tierra no aprecia el movimiento diurno, sino otro aparente en el cual los astros recorren los paralelos de declinación en sentido contrario; de oriente a occidente, (el Sol, la Luna y los planetas cambian su declinación en un día, por lo que no siguen exactamente el mismo paralelo). El paralelo de declinación que recorre el astro recibe el nombre de *círculo diario del astro*.

Movimiento aparente del sol

Desde la Tierra parece que estamos quietos en el espacio, y que es el Sol el que gira alrededor de la Tierra; la órbita real de la Tierra alrededor del Sol, se aprecia como la órbita aparente del Sol alrededor de la Tierra.



Órbita aparente del Sol

En el caso de la órbita aparente del Sol, el perihelio y el afelio, reciben el nombre de **perigeo** y **apogeo**, respectivamente.

El Sol sale por el Este y se pone por el Oeste, lo que en el hemisferio Norte se aprecia como un movimiento en sentido horario, aunque ligeramente más lento que las estrellas lejanas. Éstas se mueven acordes al tiempo sidéreo, mientras que el movimiento aparente del Sol es acorde al tiempo solar.

La eclíptica

Es el plano que contiene la órbita de la Tierra en su movimiento de traslación alrededor del sol. Aparentemente, es la línea recorrida por el sol a lo largo de un año respecto del fondo inmóvil de las estrellas. Constituye un círculo máximo formado por la proyección de la órbita aparente del Sol en la esfera celeste.

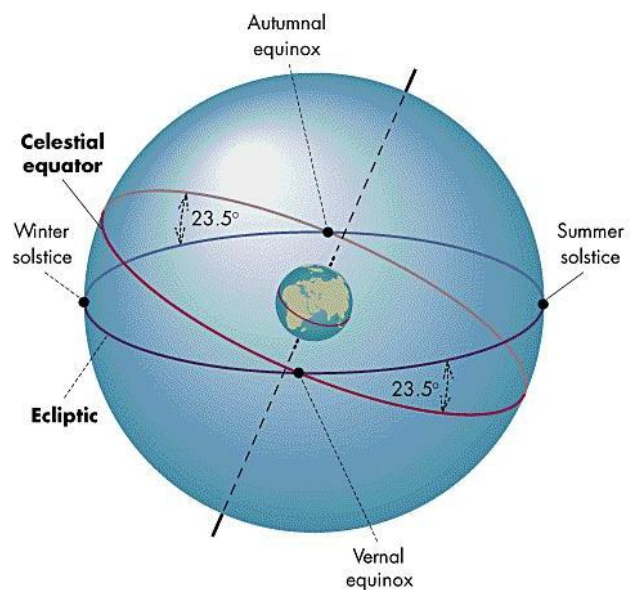
Oblicuidad de la eclíptica: ángulo de inclinación de la eclíptica respecto del ecuador, $23^{\circ} 27' 8.26''$

Puntos equinociales: Son los puntos de corte de la eclíptica con el ecuador; **primer punto de Aries** o punto vernal, y **punto de Libra**. En Aries el Sol pasa de declinación sur a norte el día 21 de Marzo, y en Libra cambia la declinación de norte a sur, el 23 de Septiembre.

Solsticios: puntos en los cuales el Sol tiene declinación máxima. La línea de los ápsides está separada de la línea de los solsticios cerca de 16° .

Los equinoccios y los solsticios marcan los cambios de estación, los valores de la declinación del Sol en el hemisferio norte son:

- Equinoccio de otoño o de primavera, Dec = 0° , (igual duración del día y de la noche)
- Solsticio de verano, (punto de Cáncer): Dec = $23^{\circ}27'N$
- Solsticio de invierno, (punto de Capricornio): Dec = $23^{\circ}27'S$



La eclíptica y las estaciones

Las Estaciones

Los equinoccios y los solsticios dividen a la Eclíptica en cuatro cuadrantes y a la duración del movimiento aparente del Sol en cuatro intervalos diferentes llamados estaciones, que en el hemisferio norte, (en el hemisferio sur las fechas están desplazadas 12 meses), son:

- **Primavera**, estación durante la cual el Sol recorre el arco de Eclíptica desde el equinoccio de primavera hasta el solsticio de verano. Del 21 de Marzo al 21 de Junio.
- **Verano**, estación en la cual el Sol recorre el arco de Eclíptica desde el solsticio de verano hasta el equinoccio de otoño. Empieza el 21 de Junio y termina el 23 de Septiembre.
- **Otoño**, estación en la cual el Sol recorre el arco de Eclíptica desde el equinoccio de otoño hasta el solsticio de invierno. Empieza el 23 de Septiembre y termina el 21 de Diciembre.
- **Invierno**, estación durante la cual el Sol recorre el arco de Eclíptica desde el solsticio de invierno hasta el equinoccio de primavera. Empieza el 21 de Diciembre y termina el 21 de Marzo.

Las estaciones no tienen la misma duración. La diferencia entre el verano y el invierno es aproximadamente de 4 días y medio.

Las causas de la desigualdad de las estaciones son debidas a:

- El Sol aparentemente no recorre la Eclíptica sino una elipse.
- La inclinación de unos 16° de la línea de los ápsides con la línea de los solsticios.
- La velocidad variable del movimiento aparente del Sol según las leyes de Kepler.

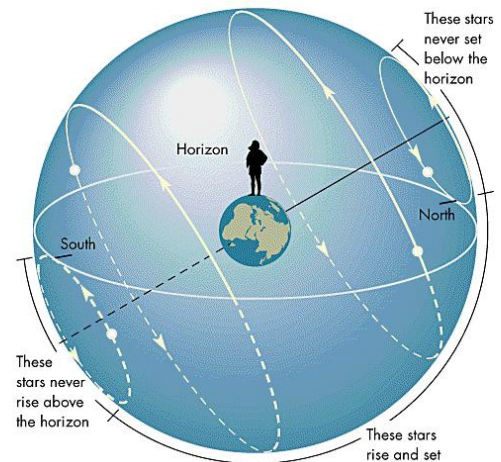
Los arcos recorridos en cada estación no son iguales ni el Sol los recorre con la misma velocidad, y así, durante la primavera el Sol recorre un arco de elipse grande y su velocidad es cada vez menor; durante el verano pasa por el Apogeo y su velocidad es la mínima (estación más larga); durante el otoño el Sol recorre su arco con velocidad cada vez mayor y en el invierno la velocidad es máxima por pasar por el Perigeo y su duración es mínima.

El zodiaco

Banda circular en la esfera celeste que se extiende 8° a cada lado de la eclíptica. Se divide en 12 sectores asociados a las constelaciones clásicas, denominados signos del zodiaco: Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, Leo, Virgo, Libra, Escorpión, Sagitario, Capricornio, Acuario y Piscis. Las órbitas del Sol y de todos los planetas están dentro del Zodiaco.

Arcos diurno y nocturno

- Arco diurno es el arco de paralelo de declinación del astro que está sobre el horizonte. (El astro es visible durante este recorrido. Cuando el Sol recorre su arco diurno es de día).
- Arco nocturno es el arco de paralelo de declinación del astro que está por debajo del horizonte. (El astro no es visible durante este recorrido. Cuando el Sol recorre su arco nocturno es de noche).



Rotación aparente de la esfera celeste

Astro con arco diurno mayor que el nocturno:

$$\text{Dec} < 90 - B$$

Latitud y declinación del mismo nombre

Astro con arco diurno menor que el nocturno:

$$\text{Dec} < 90 - B$$

Latitud y declinación de distinto nombre

Astro con arco diurno igual que el nocturno:

$$\text{Dec} = 0. \text{ El astro recorre el ecuador}$$

Astro circumpolar, (24 horas sobre el horizonte):

$$\text{Dec} \Rightarrow 90 - B$$

Dec y B de mismo nombre

Astro anticircumpolar, (24 h bajo del horizonte):

$$\text{Dec} \Rightarrow 90 - B$$

Dec y B de nombre contrario

Se distinguen tres casos según sea la posición relativa entre el horizonte y el ecuador:

Esfera celeste oblicua: el horizonte forma un determinado ángulo con los paralelos de declinación

Esfera celeste recta: el observador se encuentra en el ecuador y el horizonte forma un ángulo recto con el ecuador y por lo tanto con los paralelos de declinación, coincidiendo el punto cardinal norte con el polo norte y el punto cardinal sur con el polo sur. En todos los astros, el arco diurno es igual al arco nocturno y el observador podrá ver a todos los astros del universo. Todos los días serán iguales a las noches. La altura de los astros varía mucho y el azimut poco.

Esfera celeste paralela: el observador se encuentra en un polo y el horizonte, que coincide con el ecuador, es paralelo a los paralelos de declinación. El observador verá solo los astros que se encuentran en su hemisferio, es decir, aquéllos que tengan su declinación del mismo signo que la latitud. La altura no varía y es igual a la declinación. En cambio los astros se apartan en todas las direcciones, no pudiéndose señalar el azimut por no existir puntos cardinales.

Ortos y ocasos de un astro

Orto o salida: instante en que corta al horizonte pasando del hemisferio invisible al visible.

Ocaso o puesta: instante en que el astro corta el horizonte pasando del hemisferio visible al invisible.

En el instante del orto y del ocaso, la altura del astro es nula.

Para un astro que recorre el ecuador su orto se verifica en el punto cardinal E y su ocaso en el punto cardinal W.

Crepúsculos

El crepúsculo es el momento antes de la salida o después de la puesta del Sol en que se puede ver su luz, debido a la refracción de sus rayos luminosos en la atmósfera. Dicha difusión alarga el día, tanto por la mañana antes del amanecer, como por la tarde después del ocaso:

Crepúsculo matutino, aurora o alba: ocurre antes de la salida del Sol.

Crepúsculo vespertino: ocurre tras la puesta del Sol.

El crepúsculo se sucede en tres fases: para el crepúsculo vespertino, desde que se pone el Sol hasta que su altura es:

- H = -6° Civil
- H = -12° Náutico
- H = -18° Astronómico

El recorrido temporal es el contrario en el crepúsculo matutino: comienza cuando el Sol va alcanzando esas alturas, y termina con su salida por el horizonte.

Crepúsculo civil: su altura es -6°. Se ven las estrellas de la 1ª magnitud y algunos planetas.

Crepúsculo náutico: la altura es -12°. En este tiempo se hacen visibles las estrellas náuticas las de 1ª y 2ª magnitud, y se reconocen las principales constelaciones. Se distingue el horizonte en el mar, por lo que es posible utilizar el sextante sin horizonte artificial.

Crepúsculo astronómico: la altura es -18°. Se hacen visibles a simple vista las estrellas hasta la 6ª magnitud.

La duración del crepúsculo es inversamente proporcional al ángulo que forma el paralelo de declinación con el horizonte. El ángulo depende de B y Dec. La duración de los crepúsculos crece con la latitud, y es mayor en los solsticios que en los equinoccios.

Cálculo de la duración de los crepúsculos:

- matutinos

Duración = HcL salida ☼ – HcL comienzo crepúsculo.

- vespertinos:

Duración = HcL fin crepúsculo - HcL puesta ☼

Siendo HcL, la hora civil del lugar.

Paso de los astros por el meridiano del lugar

Este instante es importante en navegación ya que permite obtener la latitud al mediodía local.

Paso por el **meridiano superior del lugar**

- LHA = 0
- Z = N o S
- H = máxima
- Antes del paso el horario y el azimut son orientales, después el horario y el azimut son occidentales.

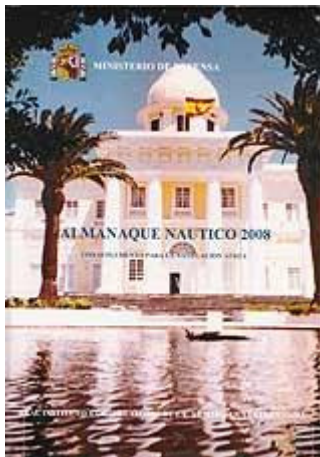
Paso por el **meridiano inferior del lugar**

- LHA = 180°
- Z = N o S.
- H = mínima.
- Para que se vea en dicho instante, se tiene que tratar de un astro circumpolar.

La altura es máxima o mínima siempre que permanezcan constantes la latitud del observador y la declinación del astro. En un buque en movimiento la altura no alcanza el valor extremo a la hora del paso por el meridiano del lugar

El Almanaque Náutico

Un almanaque náutico es una publicación que contiene información astronómica utilizada en náutica para navegación astronómica. En España publica un almanaque náutico el Real Instituto y Observatorio de la Armada de San Fernando, Cádiz. El gobierno británico ha publicado su almanaque náutico sin interrupción desde 1767, actualmente difundido conjuntamente por los gobiernos británico y estadounidense. Los mencionados almanaques son publicaciones gubernamentales que contienen solamente las predicciones astronómicas y otras tablas necesarias para la navegación astronómica. Existen otros almanaques publicados comercialmente que contienen, además de esta información astronómica, otra información útil al navegante como predicciones sobre mareas y otra información sobre puertos, faros, ayudas a la navegación etc. Entre estos tienen gran tradición Reed's Nautical Almanac (publicado desde 1932) y Brown's Nautical Almanac (publicado desde 1877).



Descripción del almanaque

- Prólogo
- Índice
- Datos Astronómicos
- Calendario, Fases de la Luna y Eclipses
- Sol
- Luna
- Aries
- Venus
- Marte
- Júpiter
- Saturno
- Estrellas: Posiciones aparentes.
- Pasos meridianos.
- Polar: Latitud por la Polar. Azimut de la Polar.
- Corrección por retardo y longitud.

- Altura de Sol, planetas y estrellas: Tablas A, B y C para correcciones
- Alturas de la Luna: Tablas para correcciones
- Intervalos de Tiempo: Tablas para conversiones de sidéreo a medio y viceversa
- Conversión de arco en tiempo
- Hora oficial en distintos lugares
- Planisferios
- Constelaciones
- Explicación
- Tabla de interpolación para Dec y GHA
- Suplemento para uso de navegación aérea

Horario en Greenwich y declinación para una hora TU

- El sol
- La Luna
- Planetas
- Estrellas

Hora de paso por el meridiano del lugar

- Primer punto de Aries
- El sol
- La Luna
- Planetas
- Estrellas

Horas de salida y puesta del sol

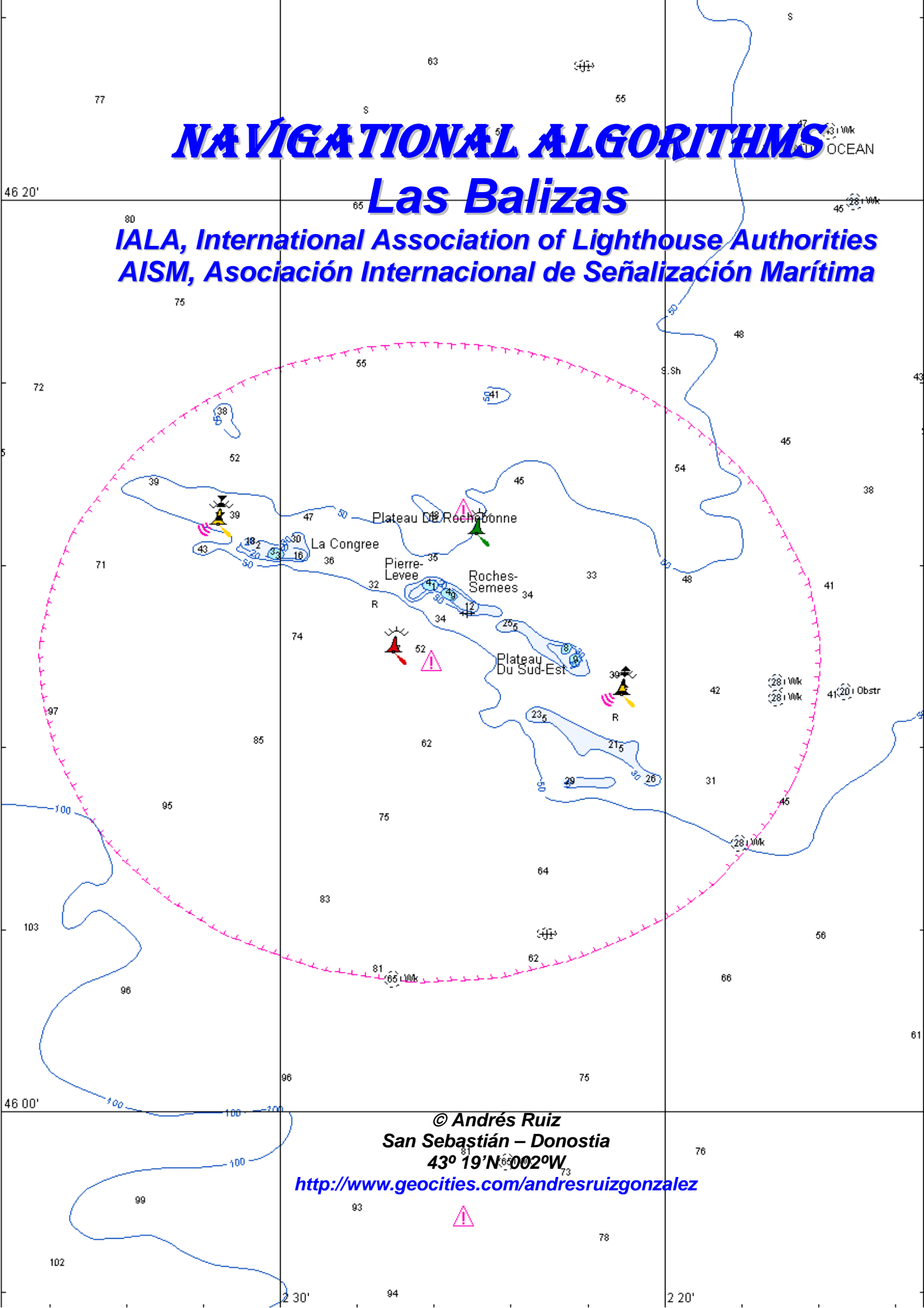
- Crepúsculos

El catálogo de estrellas del Almanaque Náutico para usos de los navegantes comprende 99 estrellas.

NAVIGATIONAL ALGORITHMS

Las Balizas

IALA, International Association of Lighthouse Authorities
AISM, Asociación Internacional de Señalización Marítima



© Andrés Ruiz

San Sebastián – Donostia

43° 19' N 10° 02' W

<http://www.geocities.com/andresruizgonzalez>



Índice

Señales laterales. IALA A	3
Señales laterales en canal único	3
Canales con bifurcaciones.....	3
Señales de peligro aislado.....	3
Señales de aguas navegables	3
Señales especiales.....	3
Señales cardinales	3
Señales luminosas	3
Sistemas IALA A y B	4
Las balizas en la carta náutica	4
Canales.....	4

Resumen

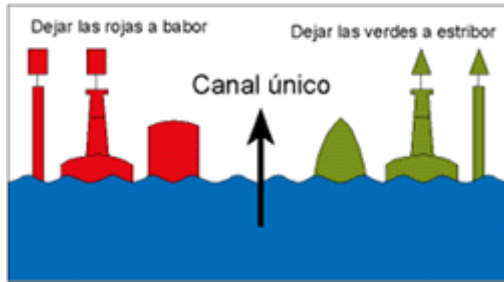
En navegación costera es fundamental para efectuar una travesía segura el preparar con antelación la derrota a seguir, estudiando con detalle los peligros que puedan aparecer en el rumbo tomado. Estos peligros pueden aparecer señalizados, o no, en las cartas náuticas. Cuando están marcados por medio de una baliza, siguen en general lo establecido por la “Asociación Internacional de Señalización Marítima”.

© Andrés Ruiz. 1999
 Versión actual: 2008
 San Sebastián – Donostia
 43° 19'N 002°W
<http://www.geocities.com/andresruizgonzalez>

Señales laterales. IALA A

Señales laterales en canal único

Situadas en canales y entradas a puerto para facilitar el acceso a los navegantes que llegan del exterior.

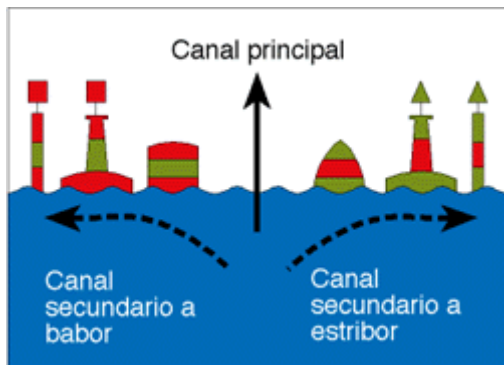


Canales con bifurcaciones

En bifurcaciones, las marcas laterales distinguen el canal principal del secundario.

Bifurcación a estribor - (el canal principal sigue recto o a babor), baliza verde con tope cónico a la que se le coloca una banda horizontal roja.

Bifurcación a babor - (el canal principal sigue recto o a estribor), baliza roja con tope cilíndrico a la que se le coloca una banda horizontal verde.



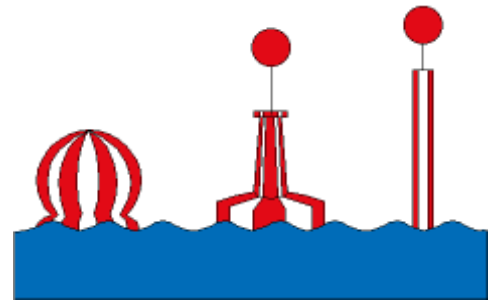
Señales de peligro aislado

Para señalar peligros de pequeño tamaño, como alguna roca aislada, un pecio semisumergido, etc. no se suelen utilizar las señales cardinales sino las de peligro aislado que se colocan justo encima. Esto indica que alrededor de ella las aguas son navegables.



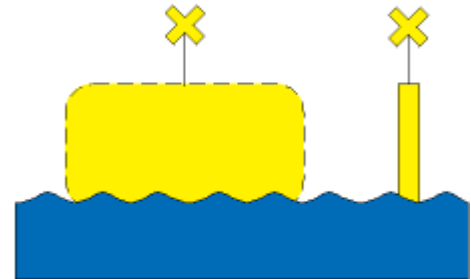
Señales de aguas navegables

Se colocan en las entradas de los canales o en los pasos difíciles para indicar la zona de menor peligro, por lo que lo más seguro es pasar cerca de ella.



Señales especiales

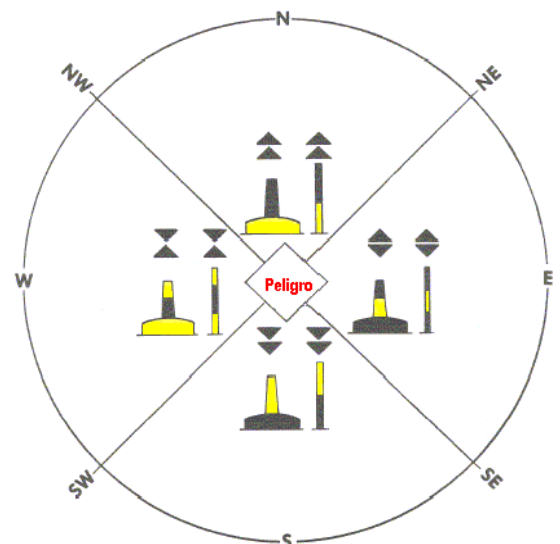
Indican zonas sujetas a una reglamentación especial y que están referenciadas en las publicaciones adecuadas: SADO, vertederos de dragados, cables, zonas militares...



Señales cardinales

Se utilizan para señalar la presencia de puntos especialmente peligrosos (rocas, barcos semihundidos, etc.) y diferenciar así las aguas navegables de las que no lo son.

Hacen referencia a los puntos cardinales - Norte, Sur, Este y Oeste - definiendo su propia posición en relación con el punto peligroso que están señalizando. Así por ejemplo, la señal cardinal Este está situada al este del peligro, por lo que se deberá pasar al este de esta señal para navegar seguro.



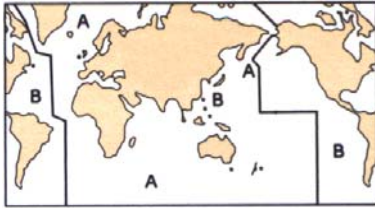
Señales luminosas

Marca	Color	Ritmo
Señales laterales en canal único	R/A	GpD(x)
Canales con bifurcaciones	R/A	GpD(2+1)
Señales cardinales	B	GpRp / GpCt (1,3,6,9) N,E,S,W
Señales de peligro aislado	B	GpD(2)
Señales de aguas navegables	B	Iso L(10")
Señales especiales	A	Cualquiera no usado para luces blancas

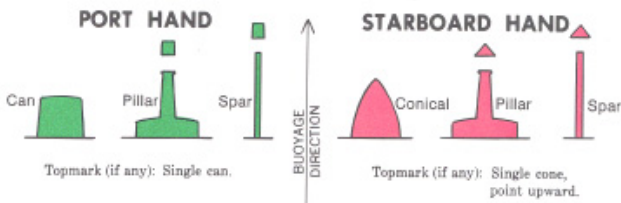
Sistemas IALA A y B

El sistema IALA A está establecido en Europa, Africa y la mayor parte de Asia y Oceanía.

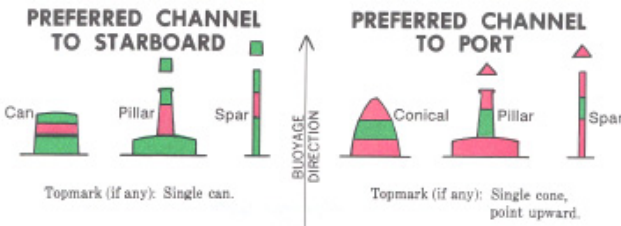
El sistema B en América del norte y sur, Japón, Corea del Sur, Filipinas y las zonas de Oceanía cercanas al continente americano.



Se distinguen en que los colores de las señales laterales están invertidos. Es decir, si en el sistema A una baliza verde significa que debe dejarse a estribor, en el sistema B debe dejarse a babor. El código de los conos y cilindros es el mismo.

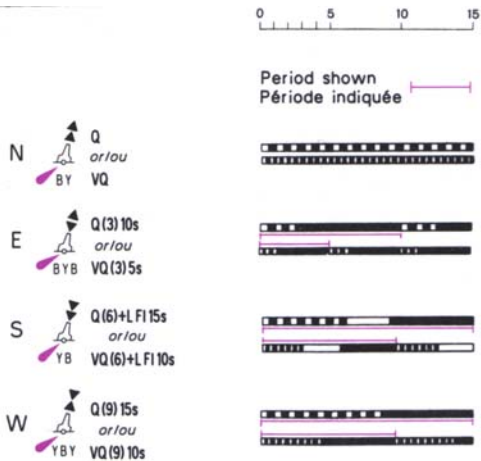


IALA B - Señales laterales en canal único

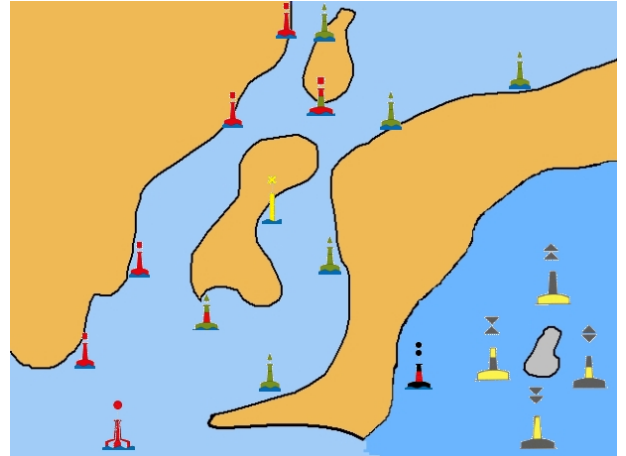


IALA B - Canales con bifurcaciones

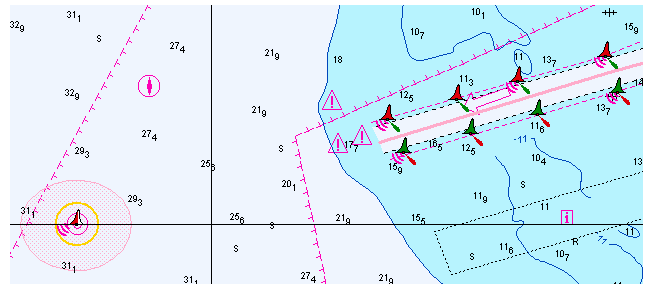
Las balizas en la carta náutica



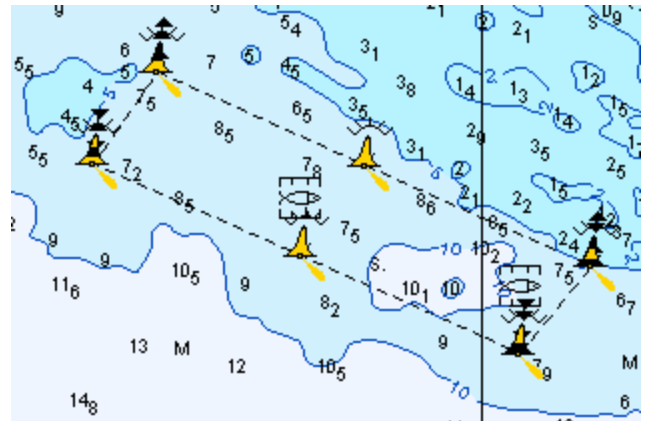
Canales



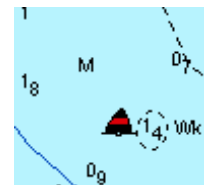
Distintas marcas



Baliza de aguas navegables y marcas laterales en el canal de acceso al Golden Gate, San Francisco.



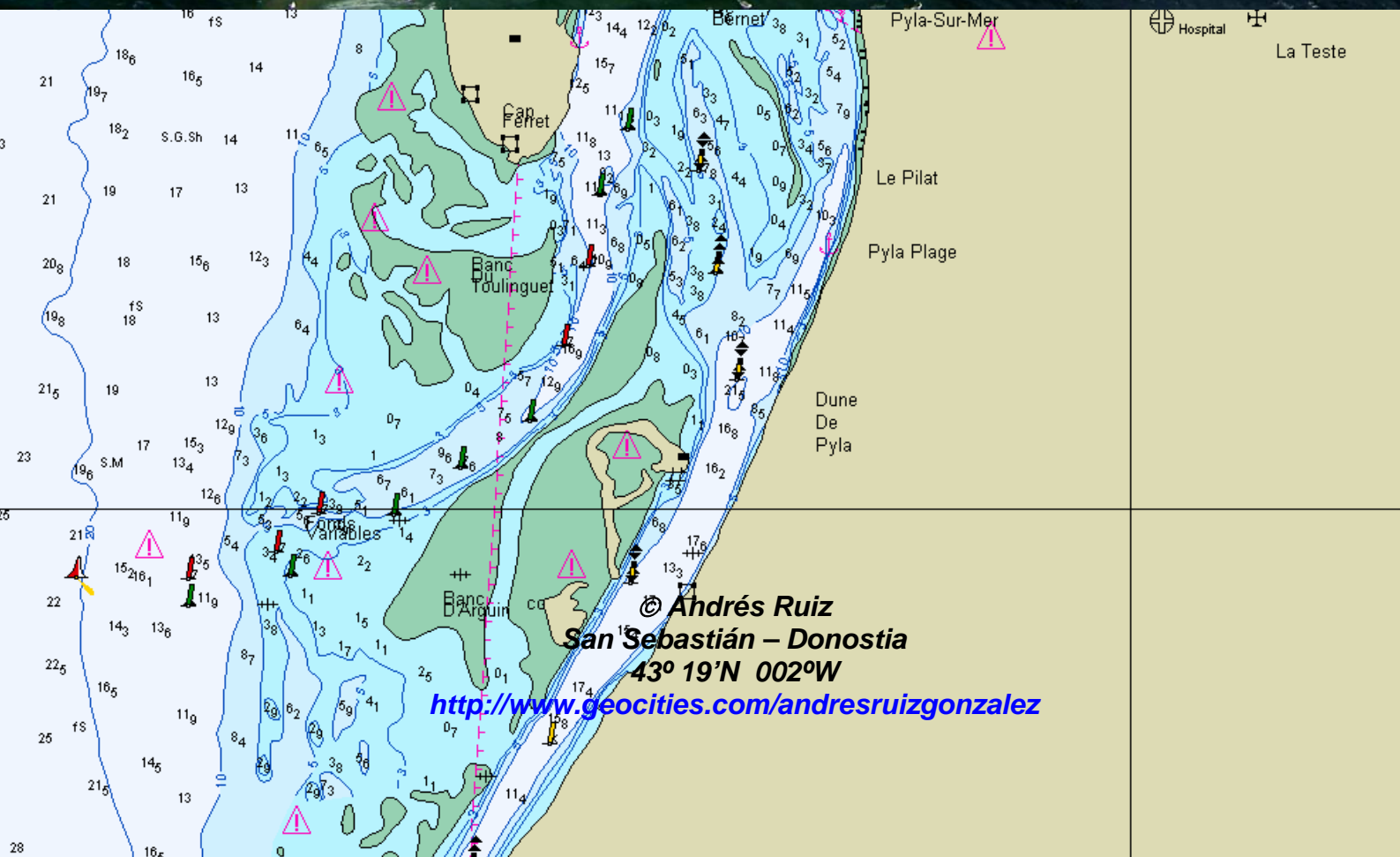
Marcas cardinales y especiales en la Isla de Re, Francia.



Peligro aislado.

NAVIGATIONAL ALGORITHMS

Las Mareas



Índice

Naturaleza de las mareas	3
Las fases de la Luna	3
Mareas de sicigias, y de cuadratura	3
Marea de perigeo, y de apogeo	3
Mareas Extraordinarias	3
Corrientes de marea.....	4
Variables.....	4
Anuario de Mareas.....	4
Corrección por presión	4
Sonda del agua en momento cualquiera	5
Pleamar.....	5
Hora en la que se produce una sonda determinada.....	5
Apéndices	
A1. Algoritmo	6
A2. Ejemplos	8
A3. Software	8
A4. Referencias.....	8

Resumen

Las mareas tienen gran importancia en navegación marítima, sobre cuando se navega cerca de la costa, en bahías o en estuarios. Sus efectos sobre la embarcación hacen que deban extremarse las precauciones para evitar una varada o daños mayores.

En este artículo se da una pequeña noción de cómo se producen las mareas, y se describen los cálculos más comunes en navegación costera.



© Andrés Ruiz

1999 - 2007

San Sebastián – Donostia

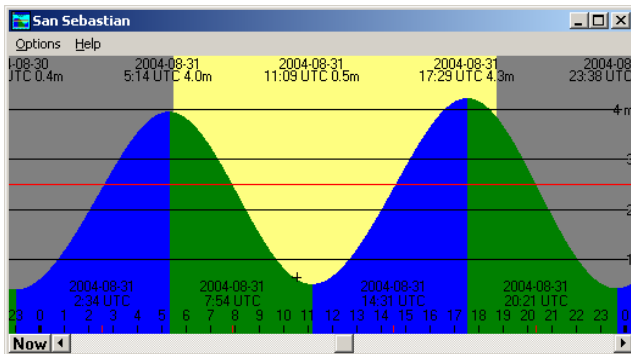
43° 19'N 002°W

<http://www.geocities.com/andresruizgonzalez>

Naturaleza de las mareas

Las fuerzas de atracción que ejercen la Luna y el Sol sobre La Tierra, provocan movimientos ascendentes y descendentes de la superficie del agua, principalmente de los océanos, llamados mareas.

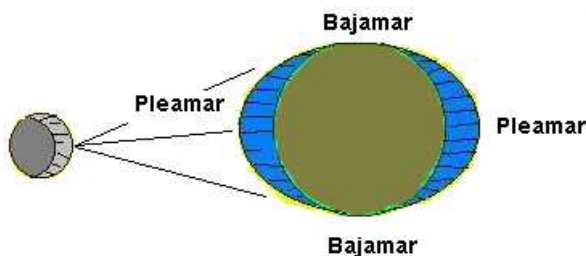
Se trata de un movimiento periódico, que se compone de dos pleamares y dos bajamares en un periodo de 24 horas, constituyendo las **mareas semidiurnas**.



Según la ley de la gravitación de Newton, la fuerza de atracción es proporcional a la masa e inversamente proporcional a cuadrado de la distancia entre los objetos. Esta fuerza es mayor para la Luna que para el Sol, y actúa sobre la superficie oceánica.

$$F = G \frac{M_1 \cdot m_2}{d^2}$$

Las mareas varían dependiendo de la posición y de la distancia de la Luna con respecto al Sol y La Tierra.

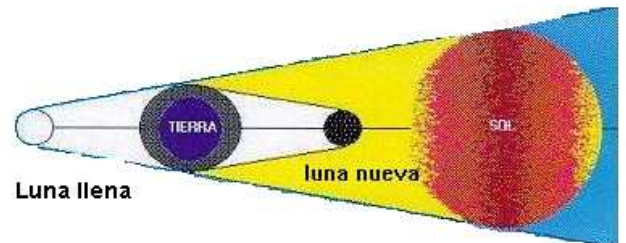


Las fases de la Luna

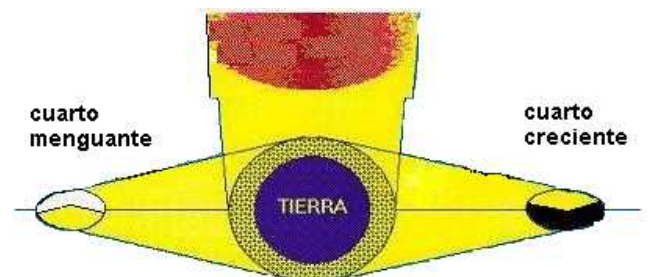
Mareas de sicigias, y de cuadratura

Se presentan según la **posición** de la Luna con respecto al Sol y a La Tierra.

Mareas de Sicigias ó mareas vivas: se producen cuando la Luna y el Sol están en conjunción (Luna nueva) o en oposición (Luna llena). En este caso los efectos de ambos astros se suman, provocando pleamares más altas y bajamares más bajas que las mareas promedio.



Mareas de Cuadratura ó mareas muertas: se producen cuando el Sol y la Luna están formando ángulo recto entre sí, esta posición corresponde a la fase lunar de cuarto creciente o cuarto menguante, con lo que los efectos de atracción de ambos astros se contrarrestan dando lugar a una amplitud de marea menor al promedio.



En un mes lunar, 29.5 días, ocurren dos mareas de sicigias, y dos de cuadraturas.

Marea de perigeo, y de apogeo

Se presentan según la **distancia** entre la Luna y La Tierra.

Marea de Perigeo: Se da cuando la distancia entre la Luna y La Tierra es mínima, la amplitud de la marea aumenta.

Marea de Apogeo: Se presenta cuando la distancia entre la Luna y La Tierra es máxima, la amplitud de la marea disminuye.

Mareas Extraordinarias

Se presentan cuando coinciden las mareas de perigeo con las mareas de

sicigias, originando las *mareas extra altas*. En caso contrario cuando coinciden las mareas de apogeo con las mareas de cuadratura se producen las *mareas extra bajas*. Este tipo de mareas se presenta una vez al año.

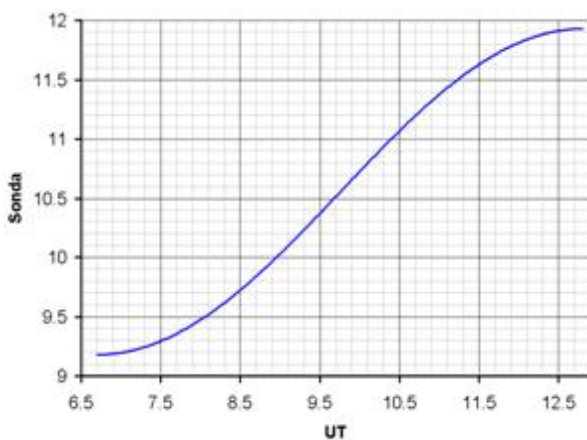
Corrientes de marea

Son los movimientos horizontales del agua que se aprecian a lo largo de las costas, rías, bahías, estuarios, fiordos,..., producidos por las mareas.

La corriente de marea entrante recibe el nombre de **flujo**, y la corriente de marea saliente el de **reflujo**.

Variables

		Unidades
Sc	Sonda de la carta	m
A	Altura	m
H	Hora	HMS
pl	Pleamar	
bj	Bajamar	
Dcr_va	Duración de la creciente/vacante	HMS
Amp	Amplitud de la marea	m
Δh	Corrección en altura	m
α	Angulo en Δh	°
Δt	Intervalo de tiempo	HMS

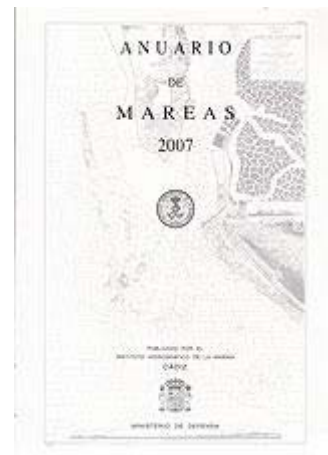


Altura de marea / tiempo.

Anuario de Mareas

El anuario de Mareas, publicado anualmente, por el Instituto Hidrográfico de cada país, proporciona la siguiente información:

- Fecha → Hpl, Apl / Hbj, Abj para el puerto patrón.
- Corrección para el puerto secundario.



Hay que tener en cuenta, que en general:

- Las alturas están referidas al Datum, (bajamar escorada o cero hidrográfico) = nivel sonda en cartas españolas
- En hora legal Hz = Hrb
- Para P = 1013 mb

Corrección por presión

La altura de las mareas se ve afectada por la presión atmosférica según la relación:

$$A_p(m) = (1013 - P(mb)) / 100$$

Sonda del agua en momento cualquiera

$$S = S_c + A_{bj} + ca$$

$$Amp = A_{pl} - A_{bj}$$

$$Dva_cr = +/- (H_{bj} - H_{pl}) \quad (hm \ 0 \rightarrow 24)$$

$$l = +/- (HRB - H_{bj})$$

$$l/\alpha = Dcr_va/180^\circ$$

$$ca = Amp/2 (1 - \cos \alpha)$$

$$\text{Altura de marea: } \mathbf{Am} = A_{bj} + ca$$

$$\text{Agua bajo quilla: } \mathbf{ABQ} = S - \text{calado}$$

Pleamar

$$\text{Para } HRB = H_{pl}$$

$$\Delta t = Dcr = H_{pl} - H_{bj}$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$\Delta h = Amp$$

$$S = S_c + A_{bj} + Amp = S_c + A_{pl}$$

Hora en la que se produce una sonda determinada

$$\Delta h = S - S_c - A_{bj}$$

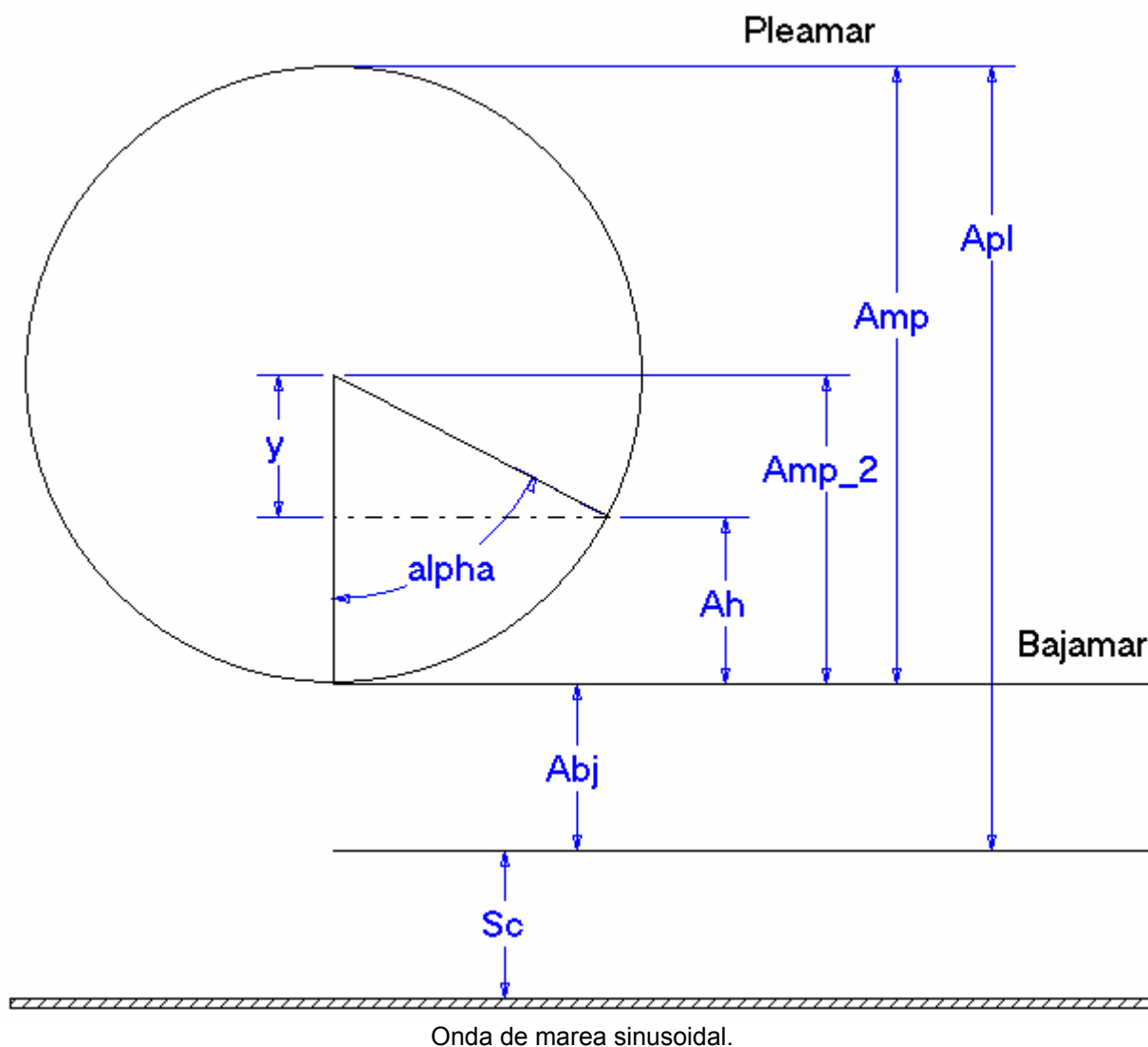
$$Amp = A_{pl} - A_{bj}$$

$$Dva_cr = +/- (H_{bj} - H_{pl}) \quad (hm \ 0 \rightarrow 24)$$

$$\alpha = \arccos(1 - 2 \cdot ca / Amp)$$

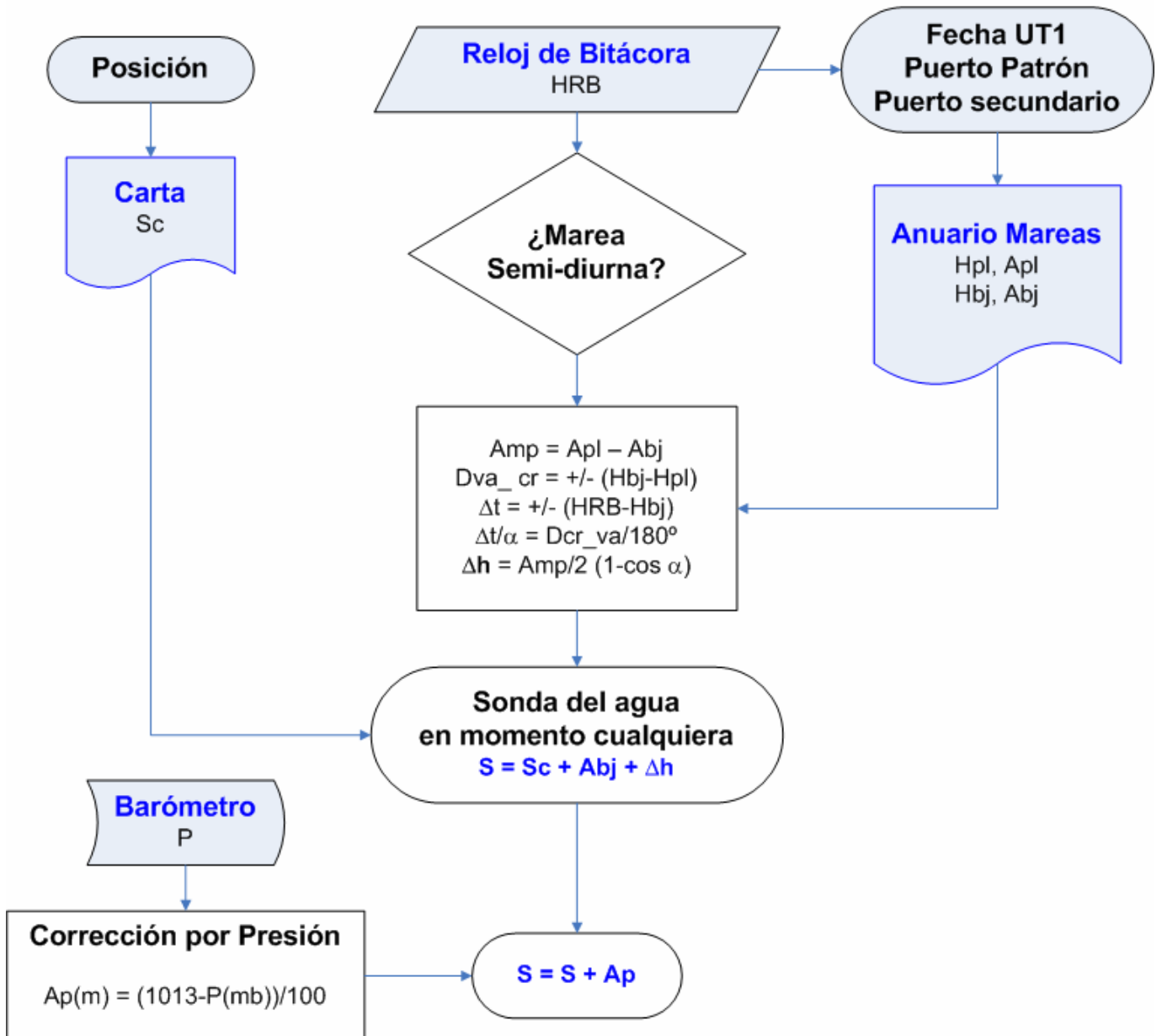
$$\Delta t = \alpha \cdot Dcr_va / 180^\circ$$

$$HRB = H_{bj} +/- \Delta t$$

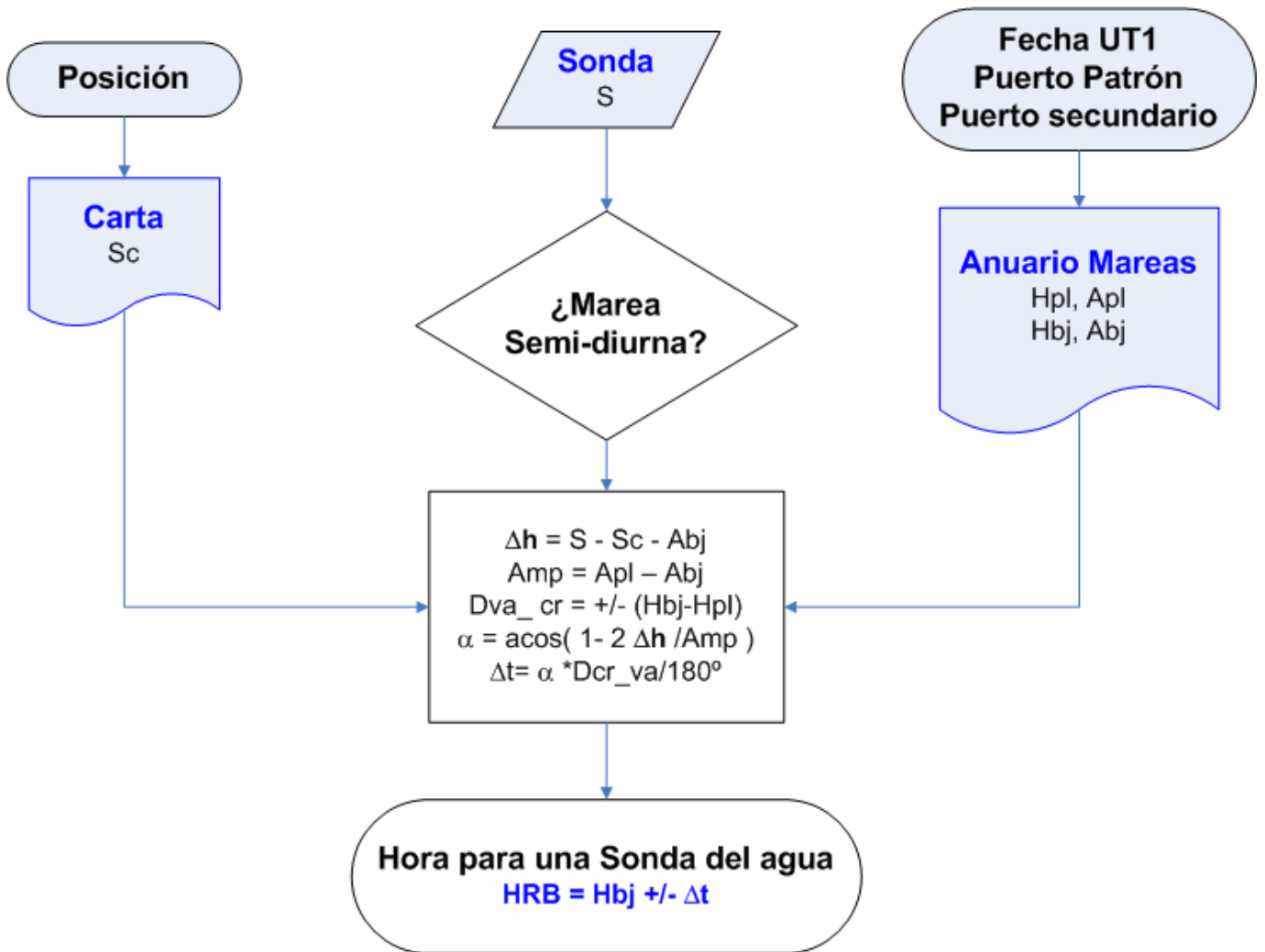


A1. Algoritmo

Sonda del agua en un instante dado

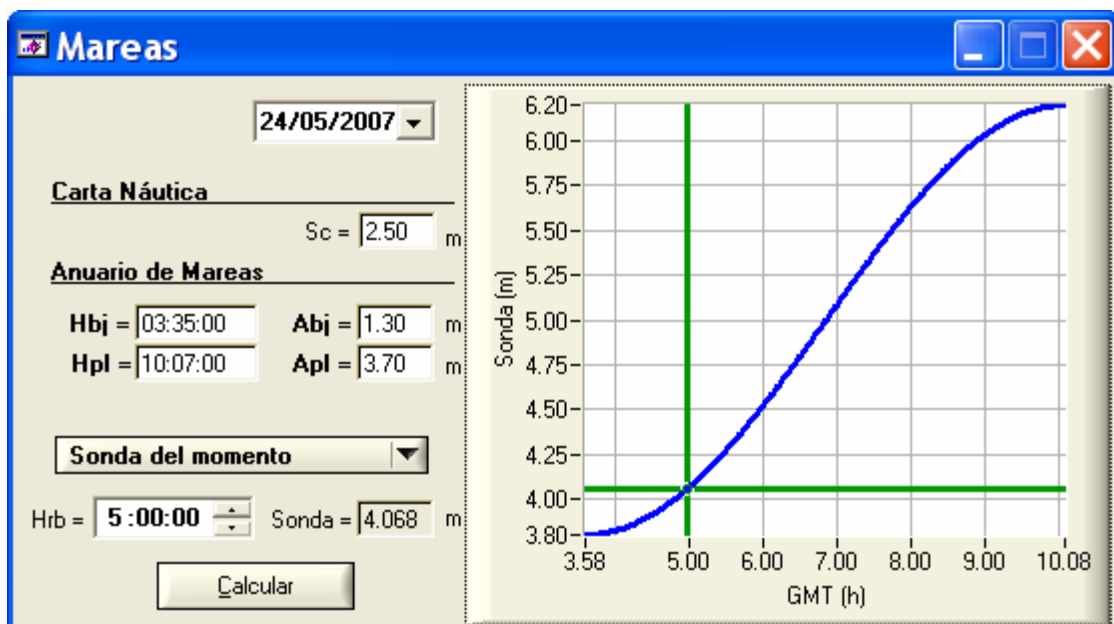


Hora en la que se produce una Sonda determinada



A2. Ejemplos

A3. Software



Se puede descargar desde el sitio web del autor.

A4. Referencias

- Manual de Navegación. Martínez Jiménez, Enrique, 1978. ISBN: 84-400-5327-4
- Navigation and Piloting. Dutton. 14th ed. ISBN: 0-87021-157-9
- The American Practical Navigator. BOWDITCH, Nathaniel. 1995. Pub. N°9, DMA.
- Navegación Costera. Pablo Bernardos de la Cruz, Francisco José Correa Ruiz. Paraninfo, 1990. ISBN: 84-283-1759-3

NAVIGATIONAL ALGORITHMS

Meteorología y Navegación

Variables Meteorológicas

Tiempo asociado al paso de un frente

Viento real y viento aparente

Clave MAFOR

Clasificación de las Nubes

Escalas Meteorológicas

- BEAUFORT- La fuerza del Viento
- DOUGLAS - El estado de la mar
- Saffir Simpson - Huracanes
- Fujita Pearson – Tornados

Ciclones Tropicales

Variables Meteorológicas

	Variable	Instrumento de medida	Unidades
T	Temperatura del aire	Termómetro	°C
P	Presión atmosférica	Barómetro	mb, hPa
H	Humedad relativa del aire	Higrometro, Psicrometro	%
D	Densidad del aire	Densímetro	kg/m ³
	Precipitaciones	Pluviometro	l/m ² (mm)
	Vientos	Anemómetro	B, m/s, Kt

Escala Barométrica			
mmHg	mb		
790	1053	Muy seco	
780	1040	Buen tiempo fijo	
770	1027	Buen tiempo	<i>Anticiclón</i>
760	1013	Variable	<i>P media a 15 °C</i>
750	1000	Lluvia y/o viento	<i>Borrasca</i>
740	987	Gran lluvia	
730	973	Tempestad o tormenta	

Escala Higrométrica	
Seco	0% - 50%
Normal	50% - 70%
Húmedo	70% - 99%
Punto de rocío	100%

Previsión

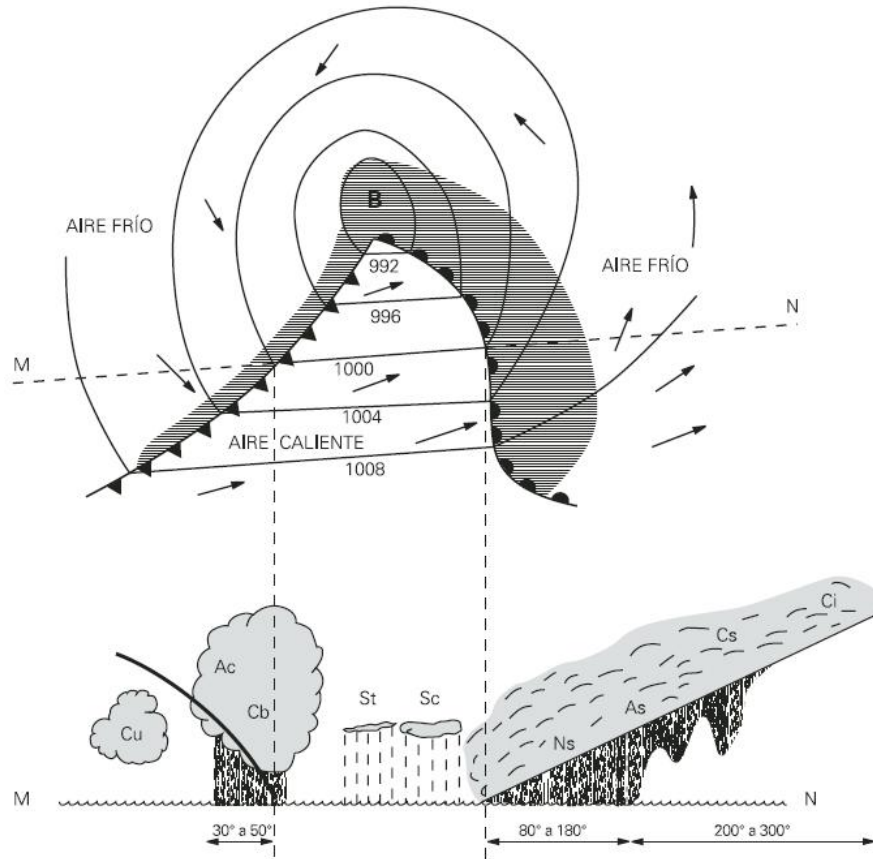
	Higrómetro	Barómetro	Termómetro
Mejoría	60% a 30%	En alza: Buen tiempo estable	En alza
Empeoramiento	60% a 100%	En baja: lluvia	En baja
Tormenta	> 80%	Descenso rápido de P	Descenso rápido de T

Reglas de Gachons

Se representan las curvas de presión y temperatura.

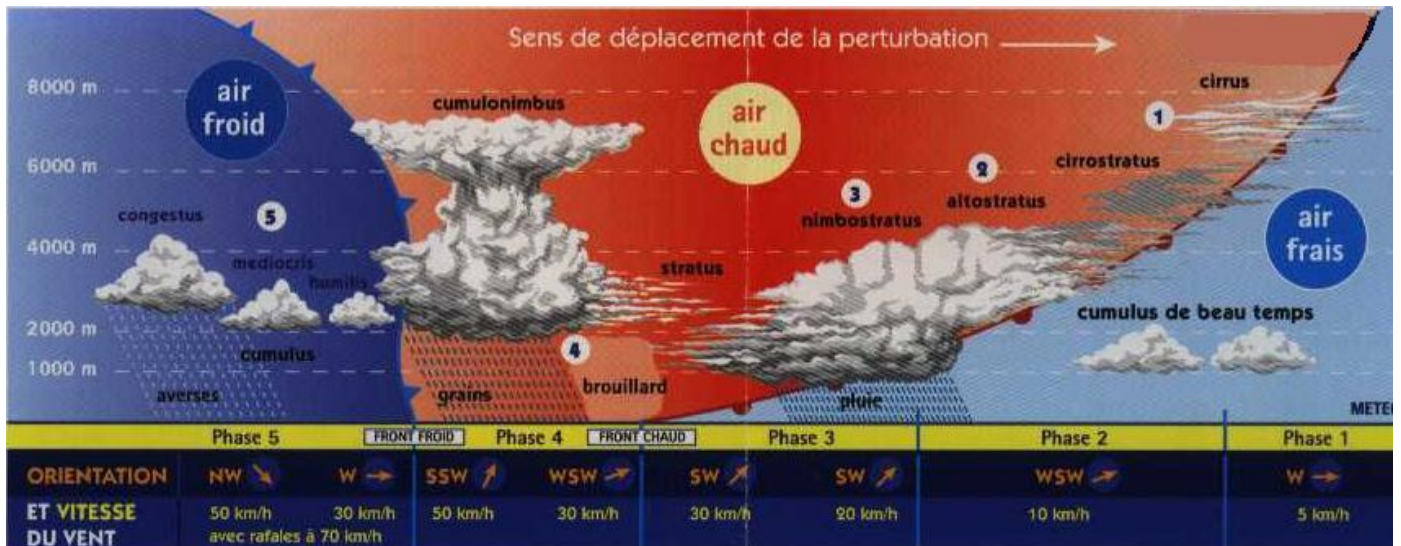
- Si se acercan indica mal tiempo.
- Si se alejan indican buen tiempo.
- Con ondulaciones duradero.

Frentes



Tiempo asociado

Variable	Frente Frío	Sector Cálido	Frente Caliente	Oclusión
Presión	↑↑	oscilaciones a la baja	↓	↑↑
Temperatura	↓↓	estable	↑	estable
Viento	rola W a NW ↻ en HN 5B a 6B	SSW - WSW 7B	rola S a SW ↻ en HN 3B a 6B	SW a W / NW
Nubes	Cb - Ac - Cu	St - Sc	Ci - Cs - As - Ns	St - Ns / Cb - Cu
Humedad Relativa	↓↓	↑↑	↑	↓
Precipitaciones	Chubascos / granizo	Llovizna / Niebla	Lluvia	Lluvia
Visibilidad	buenas	mala	disminuye	mejorando

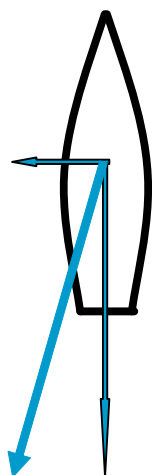


Viento real y viento aparente

Un observador estacionario aprecia y puede medir el viento que realmente esta soplando.

En cambio, si el observador esta en movimiento, el viento que percibe es el relativo a su velocidad. Recibe el nombre de *viento aparente*, y es la composición del viento real y de su propio movimiento.

Se obtiene por resta vectorial del viento real y del vector velocidad del móvil, la embarcación en el mar.



$$\vec{V}_a = \vec{V}_r - \vec{V}_b$$

$$\text{si } \vec{V}_b = 0$$

$$\vec{V}_a = \vec{V}_r$$

Hay que tener en cuenta que el viento se denomina según la dirección de donde sopla, por lo tanto el sentido de su vector asociado será el opuesto: $R = \text{dirección viento} \pm 180^\circ$

A bordo la dirección del viento aparente se mide con la veleta y su intensidad con el anemómetro.

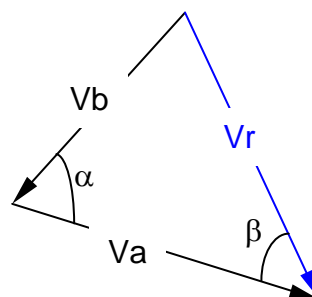
El problema se puede resolver gráficamente en la rosa de maniobra. A continuación se presentan dos métodos analíticos.

Las variables utilizadas son:

vector	velocidad	dirección
Viento real	V_r	R_r
Viento aparente	V_a	R_a
Velocidad de la embarcación	V_b	R_b

La velocidad se mide en nudos, y la dirección en grados como un rumbo en el sistema circular.

Cálculo trigonométrico

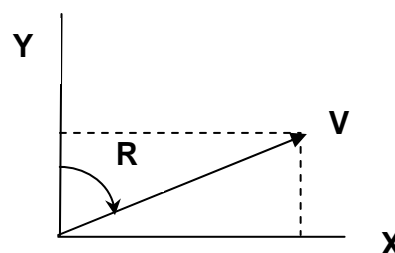


Triángulo de velocidades.

$$V_r^2 = V_a^2 + V_b^2 - 2V_a V_b \cos \alpha$$

$$\frac{V_b}{\sin \beta} = \frac{V_r}{\sin \alpha}$$

Cálculo Vectorial



Coordenadas cartesianas del vector velocidad.

$$\vec{V}_r = \vec{V}_a + \vec{V}_b$$

$$\begin{bmatrix} V_{rx} \\ V_{ry} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_a \sin R_a \\ V_a \cos R_a \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_b \sin R_b \\ V_b \cos R_b \end{bmatrix}$$

El viento real se obtiene pasado las coordenadas cartesianas a polares, con la particularidad de que el rumbo se mide desde en norte, no desde el eje de abcisas:

$$V_r = \sqrt{V_{rx}^2 + V_{ry}^2}$$

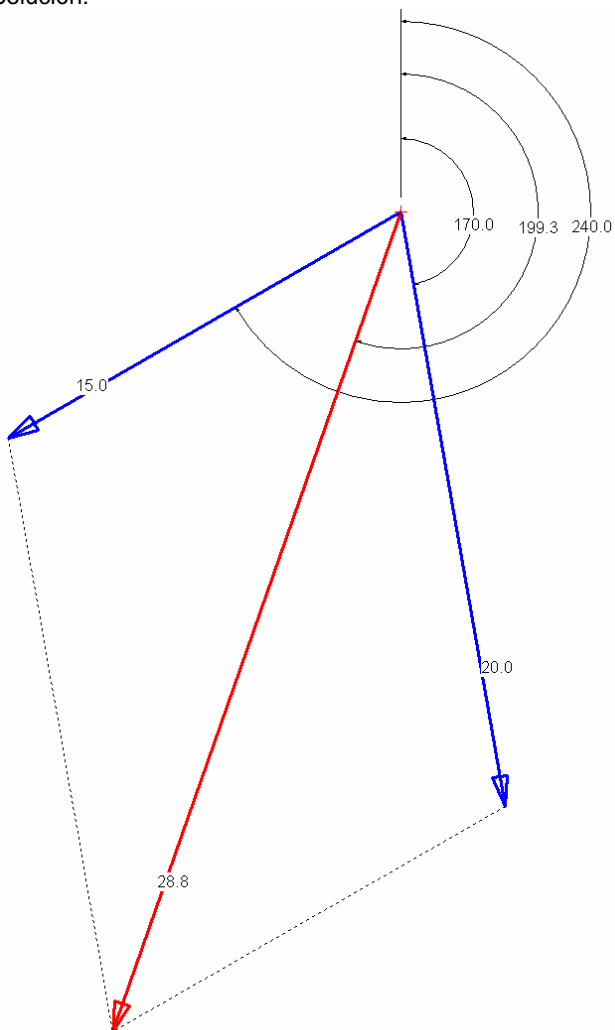
$$R_r = \text{atan} \frac{V_{rx}}{V_{ry}}$$

Análogamente se podría obtener el viento aparente conocido el real.

Ejemplos

Navegando a un rumbo verdadero de 240° y con una velocidad de 15 nudos, se aprecia un viento proveniente del N10W con una intensidad de 20 nudos.
¿Cuál es el viento real?

Solución:



$$V_{rx} = 20 \cdot \sin(170) + 15 \cdot \sin(240) = -9.517418$$

$$V_{ry} = 20 \cdot \cos(170) + 15 \cdot \cos(240) = -27.196155$$

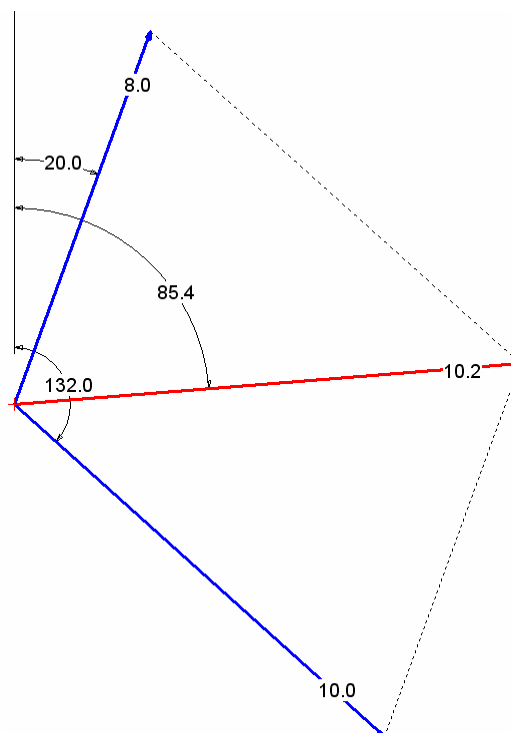
$$V_r = 28.8 \text{ nudos}$$

$$R_r = 199.287725$$

$$\text{Viento real: } 19.3^\circ$$

Calcular el viento real cuando se navega a un rumbo verdadero de 20° y la corredera marca una velocidad de 8 nudos. El anemómetro marca 10 nudos, y la dirección medida a bordo para el viento es de 312° .

Solución:



$$V_b = 8 \text{ kt}$$

$$R_b = 20^\circ$$

$$V_a = 10 \text{ kt}$$

$$R_a = 312 - 180 = 132^\circ$$

$$V_{rx} = V_a \cdot \sin(R_a) + V_b \cdot \sin(R_b) = 10.167609$$

$$V_{ry} = V_a \cdot \cos(R_a) + V_b \cdot \cos(R_b) = 0.826235$$

$$V_r = 10.2 \text{ kt}$$

$$R_r = 85.4^\circ$$

$$\text{Viento real: } 265.4^\circ$$

MAFOR 1GDFm Wm

- Cifra** Cifra de la clave
G = 5, período de predicción de 18 horas
- G** G = 6, período de predicción de 24 horas
- D** Dirección desde donde sopla el viento en superficie
- F_m** Fuerza Beaufort del viento en superficie
- W_m** Tiempo previsto

Cifra	D	F _m	W _m
0	Calma	0 - 3	Visibilidad superior a 3 millas náuticas, (5 km)
1	NE	4	Riesgos de acumulación de hielo sobre las superestructuras Temperatura del aire entre 0 y -5° C
2	E	5	Gran riesgo de acumulación de hielo sobre las superestructuras Temperatura del aire inferior a -5° C
3	SE	6	Bruma Visibilidad de 5/8 a 3 millas náuticas (de 1 a 5 km.)
4	S	7	Niebla Visibilidad inferior a 5/8 millas náuticas (1 km)
5	SW	8	Llovizna
6	W	9	Lluvia
7	NW	10	Nieve o lluvia y nieve
8	N	11	Chubascos de viento, con o sin aguacero
9	Variable	12	Tormentas

Clasificación de las Nubes

Nubes Altas

1	Cirros	Ci
2	Cirrocumulos	Cc
3	Cirroestratos	Cs

Nubes Medias

4	Alto cumulos	Ac
5	Nimboestratos	Ns
6	Altoestratos	As











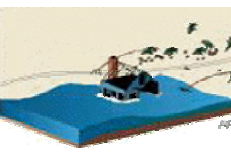
Nubes Bajas

7	Estratocumulos	Sc
8	Estratos	St
9	Cumulos	Cu
10	Cumulonimbos	Cb

LA FUERZA DEL VIENTO EN LA ESCALA BEAUFORT			
Grado [Bf]	Denominación	Velocidad [nudos]	Estado de la mar
0	Calma	<1	Mar llana como un espejo
1	Ventolina	1-3	Mar rizada. Pequeña ondulación
2	Flojito (brisa muy débil)	4-6	Pequeñas olas cortas. Mar rizada
3	Flojo (brisa débil)	7-10	Las olas empiezan a romper. Mar rizada
4	Bonacible (brisa moderada)	11-16	Olas bajas, algo largas. Marejadilla
5	Fresquito (brisa fresca)	17-21	Olas largas. Algunos rociones. Marejada
6	Fresco (brisa fuerte)	22-27	Grandes olas que rompen. Crestas blancas. Peligro para embarcaciones menores. Mar gruesa
7	Frescachón (viento fuerte)	28-33	Espuma longitudinal por el viento. Mar muy gruesa
8	Temporal (viento duro)	34-40	Olas altas que rompen. Espuma en bandas. Mar arbolada
9	Temporal fuerte (muy duro)	41-47	Olas muy gruesas. El mar ruge. Mala visibilidad por rociones y espuma
10	Temporal duro (temporal)	48-55	Olas muy gruesas. Superficie del mar blanca. El mar ruge intensamente. Espuma en el aire
11	Temporal muy duro (borrasca)	56-63	Olas muy grandes. Mar blanca. Navegación imposible
12	Temporal huracanado (huracán)	> 64	Aire lleno de espuma y de rociones. Visibilidad casi nula

ESCALA DOUGLAS DEL ESTADO DE LA MAR				
Grado	Denominación	Altura [m]	Aspecto del mar	Escala Beaufort
0	Calma	0	Mar plana	0
1	Rizada	0-0.2	Rizada	1-2
2	Marejadilla	0.2-0.5	Pequeñas olas, algunas crestas rompen	3
3	Marejada	0.5-1.25	Pequeñas olas que rompen	4
4	Fuerte marejada	1.25-2.5	Olas alargadas	5
5	Gruesa	2.5-4	Grandes olas, espuma en las crestas	6
6	Muy gruesa	4-6	El mar empieza a amontonarse y el viento arrastra la espuma blanca de las crestas	7
7	Arbolada	6-9	Olas altas; bandas de espuma paralelas al viento, las olas rompen, mala visibilidad por los rociones	8-9
8	Montañosa	9-14	Olas muy altas con largas crestas que rompen brusca y pesadamente; espuma densa en dirección al viento; superficie del mar casi blanca	10-11
9	Enorme	>14	El aire se llena de espuma y rociones; mar blanca; visibilidad casi nula	12

La Escala Saffir-Simpson para Huracanes

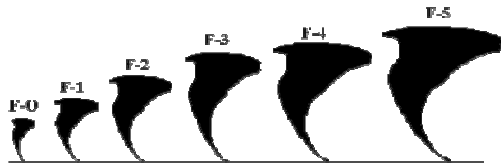
Categoría	Daños	Viento		Efectos en edificios, del oleaje e inundaciones		P _{min} mb	Oleaje m
		kt	km/h				
	mínimos	64 - 83	118 - 153	Daños principalmente a árboles, arbustos y casas móviles que no hayan sido previamente aseguradas. Daños ligeros a otras estructuras. Destrucción parcial o total de algunos letreros y anuncios pobremente instalados. Caminos y carreteras en costas bajas inundadas; daños menores a los muelles y atracaderos. Las embarcaciones menores rompen sus amarres en áreas expuestas		>= 980	1.2 - 1.7
	moderados	83 - 96	154 - 177	Daños considerables a árboles y arbustos, algunos son derribados. Grandes daños a casas móviles en áreas expuestas. Extensos daños a letreros y anuncios. Destrucción parcial de algunos techos, puertas y ventanas. Pocos daños a estructuras y edificios. Carreteras y caminos inundados cerca de las costas. Las rutas de escape en terrenos bajos se interrumpen 2 a 4 horas antes de la llegada del centro del huracán. Daños considerables en la vegetación. Las marinas se inundan. Las embarcaciones menores rompen amarras en áreas abiertas. Se requiere la evacuación de residentes en terrenos bajos en áreas costeras.		965 - 979	1.7 - 2.6
	extensos	96 - 113	178 - 209	Muchas ramas son arrancadas de los árboles. Grandes árboles derribados. Anuncios y letreros que no estén solidamente instalados son llevados por el viento. Algunos daños en techos de edificios, puertas y ventanas. Algunos daños en estructuras de edificios pequeños. Casas móviles destruidas. El fuerte oleaje inunda extensas áreas de zonas costeras con amplia destrucción de muchas edificaciones que se encuentren cerca del litoral. Las grandes estructuras cerca de las costas son seriamente dañadas por el embate de las olas y escombros flotantes. Las vías de escape en terrenos bajos se interrumpen 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del huracán debido a la subida de las aguas. Los terrenos llanos de 1.5 m o menos sobre el nivel del mar se inundan a más de 12 km tierra adentro. Posiblemente se requiera la evacuación de todos los residentes en los terrenos bajos a lo largo de las zonas costeras		945 - 964	2.6 - 3.8
	extremos	114 - 135	210 - 249	Arboles y arbustos son arrasados por el viento. Anuncios y letreros son arrancados o destruidos. Hay extensos daños en techos, puertas y ventanas. Se produce colapso total de techos y algunas paredes en muchas residencias pequeñas. La mayoría de las casas móviles son destruidas o seriamente dañadas. Los terrenos llanos de 3 m o menos sobre el nivel del mar se inundan hasta 10 km tierra adentro. Hay grandes daños en los pisos bajos de estructuras cerca de las costas debido al influjo de las inundaciones y el batir de las olas llevando escombros. Las rutas de escape se interrumpen por la subida de las aguas 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del huracán. Posiblemente se requiera una evacuación masiva de todos los residentes dentro de un área de unos 500 m de la costa y también de terrenos bajos hasta 3 km tierra adentro.		920 - 944	3.8 - 5.5
	catastróficos	> 135	> 250	Arboles y arbustos son totalmente arrasados por el viento con muchos árboles grandes arrancados de raíz. Daños de gran consideración en los techos de los edificios. Los anuncios y letreros arrancados, destruidos y llevados por el viento a considerable distancia, ocasionando a su vez más destrucción. Daños muy severos y extensos en ventanas y puertas. Hay colapso total de muchas residencias y edificios industriales. Se produce una gran destrucción de cristales en puertas y ventanas que no hayan sido previamente protegidos. Muchas casas y edificios pequeños son derribados o arrasados. Destrucción masiva de casas móviles. Ocurren daños considerables en los pisos bajos de todas las estructuras a menos de 5 m sobre el nivel del mar hasta mas de 500 m tierra adentro. Las rutas de escape en terrenos bajos son cortadas por la subida de las aguas entre 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del huracán. Posiblemente se requiera una evacuación masiva de todos los residentes en terrenos bajos dentro de un área de 10 a 20 km de las costas. Situación caótica		< 920	> 5.5

Nota:

- La presión central mínima para categoría es una estimación
- La altura de las olas es orientativa; depende de la batimetría del fondo costero, y de la orografía y tipo de construcciones en la costa.

Fuente:
Marine Navigation

<http://www.nhc.noaa.gov/index.shtml>
<http://www.geocities.com/andresruizgonzalez>



Fujita-Pearson Tornado Intensity Scale

Scale	Tornado	Wind Speed			Possible Damage
		kt	mph	km/h	
F0	Gale	35-63	40-72	64-116	Minor roof, tree and sign damage
F1					
F2	Significant	98-136	113-157	181-253	Strongly built schools, homes and businesses unroofed. Concrete block buildings, weak homes and schools destroyed. Trailers disintegrated.
F3					
F4	Devastating	180-226	207-260	333-419	Strongly built homes have all interior and exterior walls blown away. Cars thrown 300 yards or more in the air.
F5					

Source: [Weather Research Center](#) in Houston, Texas

<http://www.geocities.com/andresruizgonzalez>

NAVIGATIONAL ALGORITHMS

Meteorología y Navegación



Huracán Elena

© Andrés Ruiz

San Sebastián – Donostia

43° 19'N 002°W

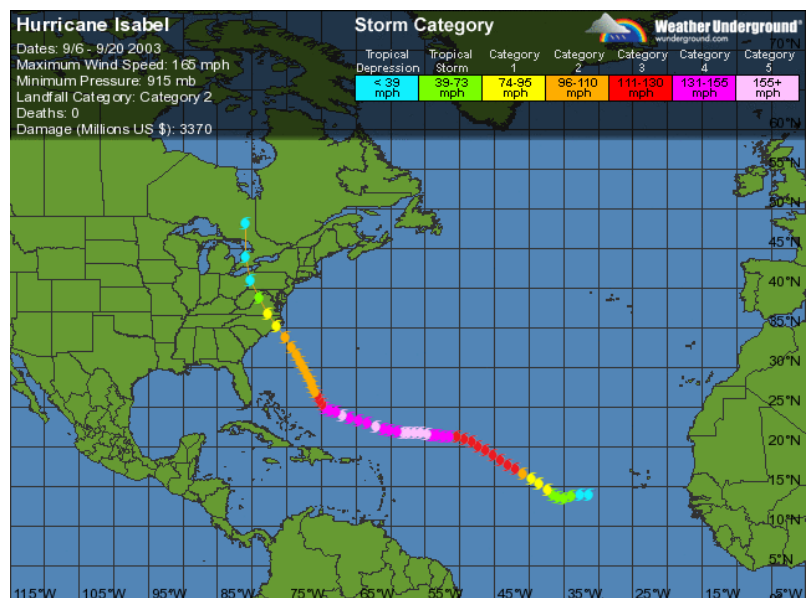
<http://www.geocities.com/andresruizgonzalez>

Indice

Ciclones Tropicales	3
Definición	3
Estructura.....	3
Diferencias entre los ciclones tropicales y las borrascas extratropicales	4
Clasificación	4
Ciclo de vida.....	4
Formación	4
Desarrollo.....	4
Madurez	4
Vejez.....	4
Trayectoria.....	4
Regiones de formación.....	5
Huracanes y Navegación	6
Posición relativa del vórtice.....	6
Semicírculos peligroso y manejable	6
Determinación del semicírculo en que se halla el barco	6
Forma de maniobrar a los ciclones.....	6
Posición, rumbo y velocidad del ojo del huracán.....	7
Bibliografía.....	7
 Anexo	
Escala Saffir-Simpson	
Guía rápida: Huracanes y Navegación	
Ejemplo aviso de huracán por e-mail	

La Meteorología es la ciencia que estudia el estado del tiempo, el medio atmosférico, los fenómenos allí producidos y las leyes que lo rigen. En náutica cobra una importancia vital, ya que el tiempo afecta a la navegación y a su seguridad.

Navegar por los mares tropicales siempre tiene una fuerte connotación aventurera fomentada por las historias de piratas y galeones con tesoros, por sus islas de palmeras, y por el turquesa de sus aguas. Pero también tiene sus peligros, arrecifes y bajíos mal señalados en las cartas náuticas, y los huracanes. Personalmente el único contacto que he tenido con un ciclón tropical fue en Septiembre de 2003 cuando navegábamos de La Martinica a los Tobago cays, y el huracán Isabel estaba al nordeste de nuestra posición, todos los días mirábamos dos veces en la web del *National Hurricane Center* su posición y su posible trayectoria, por suerte todo quedo en una bonita experiencia.



© Andrés Ruiz, Septiembre 2007
 San Sebastián – Donostia
 43° 19'N 002°W
<http://www.geocities.com/andresruizgonzalez/>

Versión: Enero 2008

Ciclones Tropicales

Definición

Un ciclón tropical es un potente sistema de tormentas alrededor de un centro de bajas presiones, formado en el mar cerca del ecuador, con vientos de velocidades superiores a los 100 km/h. Forman parte importante del sistema de circulación atmosférica, que provoca el movimiento de calor de las regiones cercanas al ecuador hacia mayores latitudes.

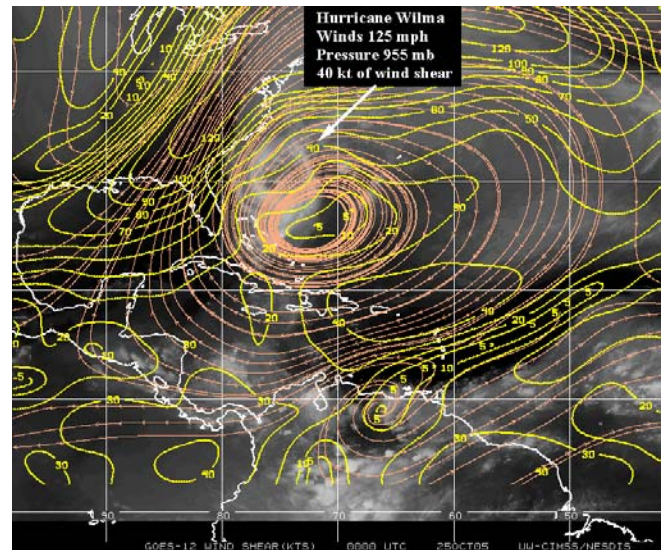


Huracán Isabel, categoría 5, 2003/09/12

Estructura

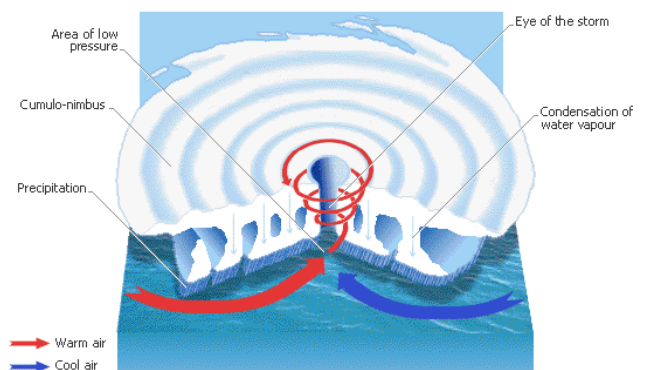
Están compuestos por una masa de aire caliente homogénea. Presentan un centro u *ojo* del huracán, en donde reina la calma y no hay nubosidad y unas *bandas de lluvia* que salen en espiral del centro. El diámetro del ojo puede variar de 2 a 230 mn, y el del ciclón 120 a 360 mn.

Presenta una configuración ciclónica casi circular de isobaras, con un mínimo de presión en el ojo. La intensidad del viento crece a medida que decrece la distancia al centro al aumentar el gradiente de presión, en las *paredes* del ojo se dan los vientos más fuertes, y el paso a la zona de calma del vórtice es casi instantáneo.

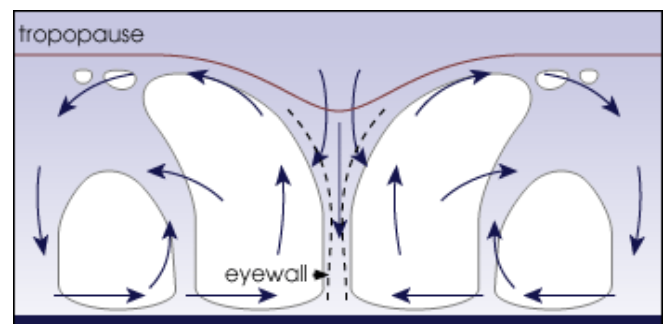


Huracán Wilma - Mapa de isobaras

Debido al aumento del gradiente horizontal de presión, el viento va girando hacia el centro, a medida que aumenta la velocidad va disminuyendo al ángulo del viento con las isobaras, llegando a soplar paralelo a ellas.



Corte de un Huracán



Estructura de un Huracán

Diferencias entre los ciclones tropicales y las borrascas extratropicales

Los ciclones tropicales y las borrascas ondulatorias responden a un mismo sistema de presión, ambos sistemas consisten en un centro de bajas presiones, con vientos circulando en el sentido contrario a las agujas del reloj en el hemisferio norte, y en el mismo sentido en el hemisferio sur, aunque presentan grandes diferencias:

- El diámetro de los ciclones tropicales es sensiblemente menor que el de las borrascas
- Los ciclones tienen una estructura mucho más simétrica, casi circular, que las borrascas, mientras que estas se aproximan más a la elíptica.
- Los ciclones carecen de frentes
- La energía de las borrascas deriva del contraste térmico entre sus dos masas de aire mientras que en los ciclones se debe fundamentalmente al calor latente de evaporación liberado por el aire húmedo al condensarse.
- Los ciclones son mucho más violentos que las borrascas.
- La mínima presión del ciclón puede alcanzar valores inferiores a los 930 mb, mientras que en las borrascas raramente alcanzan los 950 mb.

Clasificación

Según la velocidad de sus vientos y grado de desarrollo, las perturbaciones ciclónicas tropicales se clasifican en:

	kt
Onda tropical	la circulación ciclónica es débil
Depresión tropical	< 34
Tormenta tropical	< 47
Ciclón tropical, Huracán, Tifón	> 65

Un huracán típico comienza como una onda tropical que va desarrollándose y creciendo, y si las condiciones son favorables, se convierte en depresión tropical, tormenta tropical, y finalmente en ciclón tropical.

Ciclo de vida

Se distinguen 4 fases: formación, desarrollo, madurez y vejez o disolución.

Formación

Las borrascas o depresiones extratropicales se forman en latitudes medias donde aparecen ondulaciones del frente polar.

Los ciclones se forman en latitudes bajas próximas a la **ITCZ** (*Zona de convergencia intertropical*).

Las condiciones necesarias para la **ciclogénesis tropical** en el área de la ITCZ son las siguientes:

- Adecuada fuente de energía en la superficie. T Agua del mar > 26 °C hasta por lo menos de 50 m de profundidad.
- Calor y humedad. Gran evaporación.
- Baja cizalladura vertical del viento.
- Perturbaciones preexistentes
- Fuerza de Coriolis, debida a la rotación de la Tierra, (se hace nula en el ecuador).
- Corriente troposférica.

Desarrollo

La depresión se ahonda y el viento alrededor de la baja y su área de influencia aumenta progresivamente. Las condiciones necesarias para ello son:

- Moverse o permanecer sobre zonas cálidas
- Moverse o permanecer sobre el agua
- Que aire cálido se traslade hacia el vértice
- Un fuerte anticiclón en altura para expulsar el aire de su interior.

Madurez

La presión se estabiliza alrededor de 940 mb, el viento es huracanado. Su diámetro puede alcanzar los 700 km, y su altura los 15.000 m. La evaporación en la superficie del agua es máxima.

Vejez

En su avance alcanza latitudes mayores, desciende la temperatura de las aguas, o se adentra en tierra, donde empieza a escasear el combustible; le falta el vapor de agua procedente del aire cálido y húmedo, y acaba perdiendo fuerza y disipándose.

Trayectoria

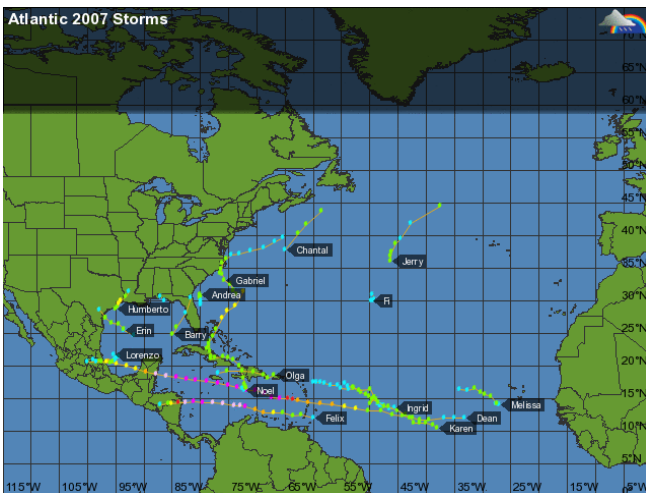
Las trayectorias tienen forma parabólica.

En el hemisferio norte:

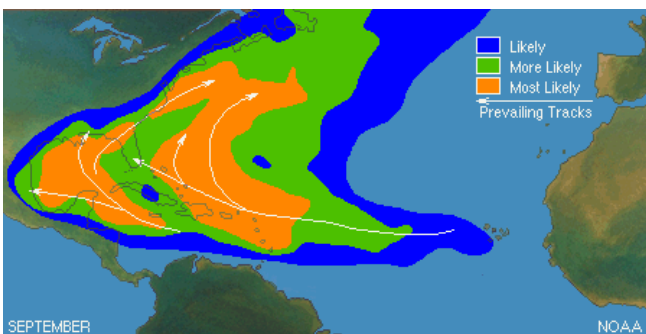
- Inicialmente se trasladan hacia el W casi paralelamente al ecuador.
- posteriormente se abren de la línea del ecuador hacia el WNW.
- Finalmente se recurvan hacia el NW, para luego hacerlo hacia el N y NE en latitudes entre 30° y 40° N.

Nombre y clasificación	Fechas	Viento Max	Presión Min
Tropical Storm Andrea	05/09-05/11	45	1003
Tropical Storm Barry	06/02-06/02	50	997
Tropical Storm Chantal	07/31-08/01	50	994
Hurricane Dean	08/13-08/23	165	906
Tropical Storm Erin	08/15-08/16	40	1003
Hurricane Felix	09/01-09/05	165	929
Tropical Storm Gabriel	09/08-09/11	50	1004
Tropical Storm Ingrid	09/12-09/17	45	1002
Hurricane Humberto	09/12-09/13	85	986
Tropical Depression Te	09/21-09/22	35	1005
Tropical Storm Jerry	09/23-09/25	45	1000
Tropical Storm Karen	09/25-09/29	70	990
Hurricane Lorenzo	09/26-09/28	80	990
Tropical Storm Melissa	09/28-09/30	45	1003
Tropical Depression Fi	10/12-10/12	35	1011
Hurricane Noel	10/28-11/02	80	980
Tropical Storm Olga	12/11-12/12	60	1003

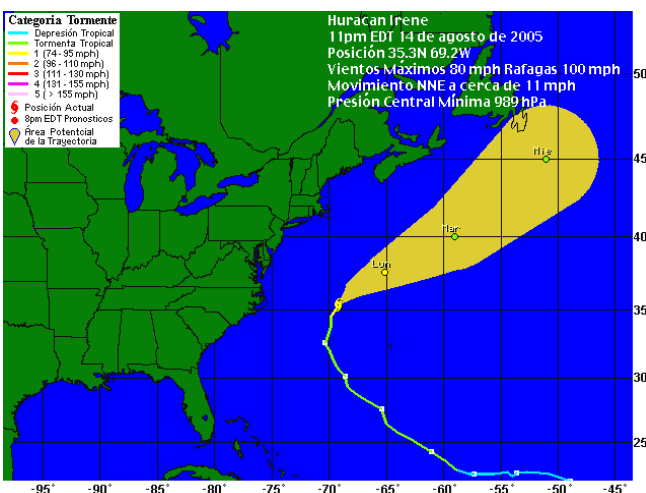
Atlántico norte, estación de huracanes 2007



Trayectorias de los huracanes, Atlántico norte en 2007

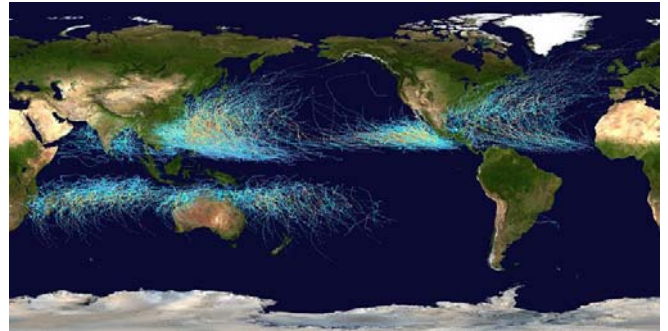


Probabilidad de una trayectoria en Septiembre



Trayectoria del huracán Irene

Regiones de formación



Ciclones tropicales entre los años 1985 y 2005.

ITCZ

La zona de convergencia intertropical, ITCZ, es un cinturón de bajas presiones existente en la región donde convergen los alisios del hemisferio norte y del sur.

Su posición varía con la declinación del Sol. En primavera y verano se mueve hacia latitudes más septentrionales, y en otoño e invierno hacia latitudes más meridionales. En el océano Atlántico norte se localiza entre los 5°N y los 10°N, durante los meses de Abril a Septiembre. En el Atlántico Sur no hay ciclones ya que la ITCZ esta siempre por encima del ecuador, *salvo raras excepciones* [9].

Geográficamente se localizan en las siguientes zonas:

- Huracanes - Entre el Caribe y la costa oriental de Africa.
- Tifones - Al SW del Pacífico Norte, entre las islas Marshall y Filipinas.
- Ciclones de Madagascar - Indico meridional y oriental.
- Pacífico Sur al nordeste de Australia
- Mar de Arabia
- Costa centroamericana del Pacífico.

Las estaciones más frecuentes son aquellas en la que la ITCZ está más apartada del ecuador. Primavera y otoño para el Indico y finales de verano y principios de otoño para las demás regiones.

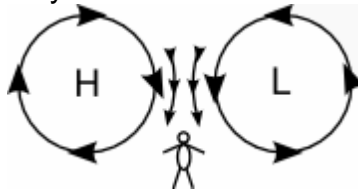
El *National Hurricane Center* da comienzo a la estación de ciclones tropicales el 15 de Mayo para el Pacífico Este, y el 1 de Junio para el Atlántico, finalizando el 30 de Noviembre.

Huracanes y Navegación

Aparte de los sistemas más convencionales para recibir automáticamente informes meteorológicos, como INMARSAT C y NAVTEX, si se dispone de una conexión a Internet a bordo, es posible consultar el estado del tiempo severo y tropical en varias Webs oficiales, y recibir avisos de temporal o huracanes vía e-mail. En el caso de que ninguna información de este tipo este disponible, se pueden tomar decisiones acerca de la derrota a seguir en las proximidades de un huracán basadas en la observación del viento, la mar y la variación de la presión, y en una serie de reglas que a continuación se enuncian.

Posición relativa del vórtice

Reglas de Buys Ballot



En el hemisferio norte, de cara al viento, el centro de altas presiones (H), quedan a la izquierda y el de bajas (L), a la derecha.

Proa al viento real, el ojo del huracán:

- En el hemisferio Norte se sitúa de 8/4 a 12/4 a la derecha
- En el hemisferio Sur se sitúa de 8/4 a 12/4 a la izquierda

P (mb)		Demora vórtice
1013	1003	12/4 = 135°
1003	993	10/4 = 112.5°
993	...	8/4 = 90°

Semicírculos peligroso y manejable

La trayectoria del ciclón divide a este en dos semicírculos:

- Derecho
- Izquierdo

La línea perpendicular a su trayectoria por el centro del ciclón lo divide en dos cuadrantes:

- Anterior o delantero
- Posterior o trasero

El semicírculo peligroso es aquel en el cual la velocidad de traslación del ciclón se suma a la velocidad de los vientos. El manejable es aquel en el cual se resta.

En el hemisferio norte,:

- Derecho: peligroso
- Izquierdo: manejable

Siendo el más peligroso el cuadrante derecho anterior.

En el hemisferio sur es al revés, ya que el ciclón gira en sentido horario:

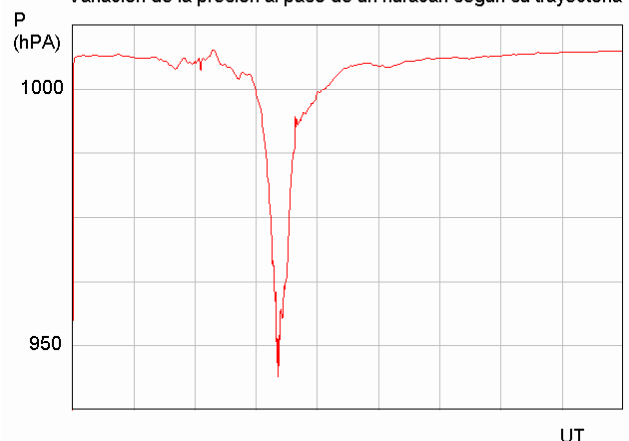
- Derecho: manejable
- Izquierdo: peligroso

Determinación del semicírculo en que se halla el barco

Reglas válidas para ambos hemisferios.

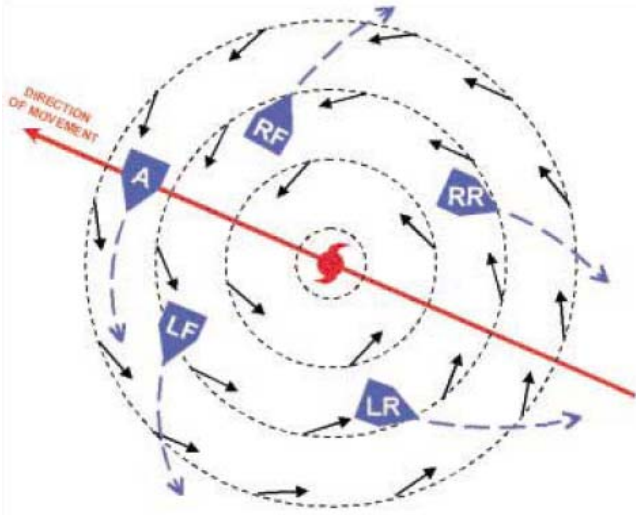
- Si el viento rola en el sentido de las agujas del reloj, estaremos en el semicírculo derecho.
- Si el viento rola en el sentido contrario de las agujas del reloj, estaremos en el semicírculo izquierdo.
- Si el viento mantiene su dirección estaremos en la trayectoria del ojo del huracán.
- Si la presión disminuye y aumenta el viento estaremos en el cuadrante anterior.
- Si la presión aumenta y disminuye el viento, estaremos en el cuadrante posterior.

Variación de la presión al paso de un huracán según su trayectoria



Forma de maniobrar a los ciclones

Cuando un buque es sorprendido por un ciclón, las maniobras a realizar según su localización relativa respecto a la dirección del movimiento del ciclón tropical, son las que se señalan a continuación:



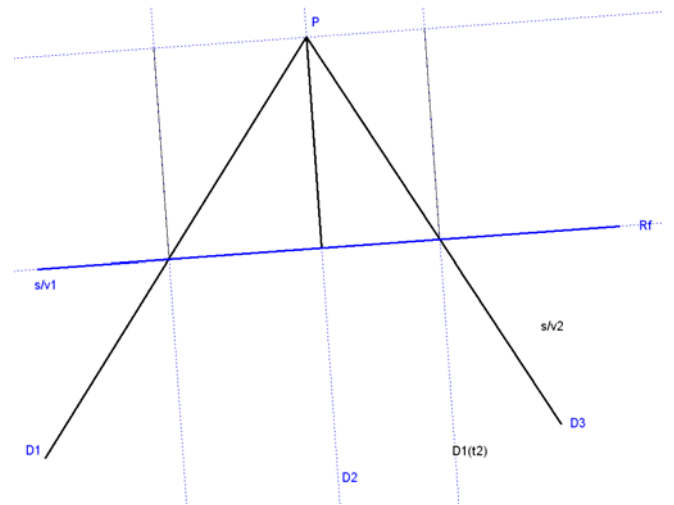
Maniobra de evasión. Hemisferio norte

Posición, rumbo y velocidad del ojo del huracán

Empleando métodos utilizados en navegación costera y las reglas de Buys Ballot, es posible calcular con bastante exactitud la posición y movimiento del huracán.

Método ciclónico

Permite determinar el rumbo del huracán por medio de tres demoras no simultáneas al vórtice desde un mismo punto

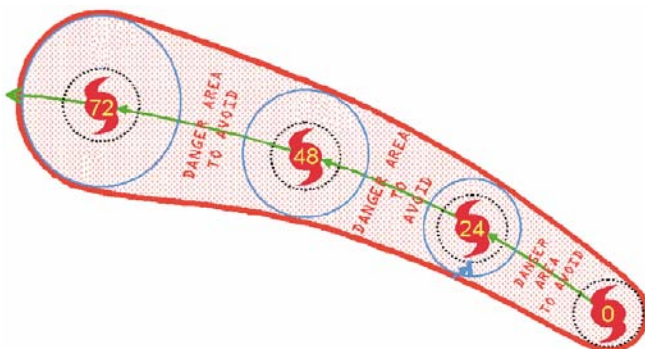


Método ciclónico.

Posición Buque	Maniobra
Delante	Poner el viento a 160° de la proa por estribor, haciendo el mejor rumbo y velocidad para entrar en el semicírculo izquierdo.
Semicírculo derecho	Poner el viento a 45° de la proa por estribor, intentando hacer el mejor rumbo y velocidad para alejarse del ciclón. El viento y la mar pueden reducir drásticamente la marcha del buque.
Semicírculo izquierdo	Poner el viento a 135° de la proa por estribor, haciendo el mejor rumbo y velocidad para incrementar la separación entre el buque y el ciclón.
Detrás	Mantener el mejor rumbo y velocidad para incrementar la separación entre el buque y el ciclón.

Para un buque en las proximidades de un ciclón tropical en el Atlántico norte, basándose en las estadísticas de los diez últimos años, la **regla 1-2-3** propone que el área peligrosa a evitar sea la inscrita por las tangentes a las circunferencias de 0h, 24h, 48h, y 72h, cuyos radios son:

h	Radio
0	34 kt
24	34 kt + 100 mn
48	34 kt + 200 mn
72	34 kt + 300 mn



Regla 1-2-3, área peligrosa a evitar.











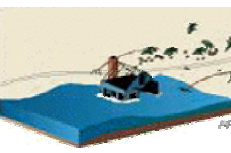
Dos demoras simultáneas al vórtice desde dos puntos distintos

Si además otra embarcación transmite su demora es posible calcular también la posición del ojo en un instante determinado y su velocidad.

Bibliografía

1. Meteorología Náutica, Martínez Jiménez, Enrique. 1980, Librería San Jose. ISBN 84-85645-05-7
2. Météorologie Maritime. 2003, 95-RNA, SHOM, Meteo France. ISBN 2-11-088332-4
3. The American Practical Navigator. BOWDITCH, Nathaniel. 1995. Pub. Nº9, DMA.
4. National Hurricane Center - Tropical Prediction Center <http://www.nhc.noaa.gov/>
5. [Mariner's guide to hurricane safety](#) (1.2mb) - a comprehensive guide for mariners (NHC)
6. <http://www.aoml.noaa.gov/general/lib/hurricane.html>
7. <http://es.wikipedia.org/wiki/Huracanes>
8. <http://www.wunderground.com/tropical/>
9. http://en.wikipedia.org/wiki/South_Atlantic_tropical_cyclone

La Escala Saffir-Simpson para Huracanes

Categoría	Daños	Viento		Efectos en edificios, del oleaje e inundaciones		P _{min} mb	Oleaje m
		kt	km/h				
	mínimos	64 - 83	118 - 153	Daños principalmente a árboles, arbustos y casas móviles que no hayan sido previamente aseguradas. Daños ligeros a otras estructuras. Destrucción parcial o total de algunos letreros y anuncios pobremente instalados. Caminos y carreteras en costas bajas inundadas; daños menores a los muelles y atracaderos. Las embarcaciones menores rompen sus amarres en áreas expuestas		>= 980	1.2 - 1.7
	moderados	83 - 96	154 - 177	Daños considerables a árboles y arbustos, algunos son derribados. Grandes daños a casas móviles en áreas expuestas. Extensos daños a letreros y anuncios. Destrucción parcial de algunos techos, puertas y ventanas. Pocos daños a estructuras y edificios. Carreteras y caminos inundados cerca de las costas. Las rutas de escape en terrenos bajos se interrumpen 2 a 4 horas antes de la llegada del centro del huracán. Daños considerables en la vegetación. Las marinas se inundan. Las embarcaciones menores rompen amarras en áreas abiertas. Se requiere la evacuación de residentes en terrenos bajos en áreas costeras.		965 - 979	1.7 - 2.6
	extensos	96 - 113	178 - 209	Muchas ramas son arrancadas de los árboles. Grandes árboles derribados. Anuncios y letreros que no estén solidamente instalados son llevados por el viento. Algunos daños en techos de edificios, puertas y ventanas. Algunos daños en estructuras de edificios pequeños. Casas móviles destruidas. El fuerte oleaje inunda extensas áreas de zonas costeras con amplia destrucción de muchas edificaciones que se encuentren cerca del litoral. Las grandes estructuras cerca de las costas son seriamente dañadas por el embate de las olas y escombros flotantes. Las vías de escape en terrenos bajos se interrumpen 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del huracán debido a la subida de las aguas. Los terrenos llanos de 1.5 m o menos sobre el nivel del mar se inundan a más de 12 km tierra adentro. Posiblemente se requiera la evacuación de todos los residentes en los terrenos bajos a lo largo de las zonas costeras		945 - 964	2.6 - 3.8
	extremos	114 - 135	210 - 249	Arboles y arbustos son arrasados por el viento. Anuncios y letreros son arrancados o destruidos. Hay extensos daños en techos, puertas y ventanas. Se produce colapso total de techos y algunas paredes en muchas residencias pequeñas. La mayoría de las casas móviles son destruidas o seriamente dañadas. Los terrenos llanos de 3 m o menos sobre el nivel del mar se inundan hasta 10 km tierra adentro. Hay grandes daños en los pisos bajos de estructuras cerca de las costas debido al influjo de las inundaciones y el batir de las olas llevando escombros. Las rutas de escape se interrumpen por la subida de las aguas 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del huracán. Posiblemente se requiera una evacuación masiva de todos los residentes dentro de un área de unos 500 m de la costa y también de terrenos bajos hasta 3 km tierra adentro.		920 - 944	3.8 - 5.5
	catastróficos	> 135	> 250	Arboles y arbustos son totalmente arrasados por el viento con muchos árboles grandes arrancados de raíz. Daños de gran consideración en los techos de los edificios. Los anuncios y letreros arrancados, destruidos y llevados por el viento a considerable distancia, ocasionando a su vez más destrucción. Daños muy severos y extensos en ventanas y puertas. Hay colapso total de muchas residencias y edificios industriales. Se produce una gran destrucción de cristales en puertas y ventanas que no hayan sido previamente protegidos. Muchas casas y edificios pequeños son derribados o arrasados. Destrucción masiva de casas móviles. Ocurren daños considerables en los pisos bajos de todas las estructuras a menos de 5 m sobre el nivel del mar hasta mas de 500 m tierra adentro. Las rutas de escape en terrenos bajos son cortadas por la subida de las aguas entre 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del huracán. Posiblemente se requiera una evacuación masiva de todos los residentes en terrenos bajos dentro de un área de 10 a 20 km de las costas. Situación caótica		< 920	> 5.5

Nota:

- La presión central mínima para categoría es una estimación

- La altura de las olas es orientativa; depende de la batimetría del fondo costero, y de la orografía y tipo de construcciones en la costa.

Fuente:

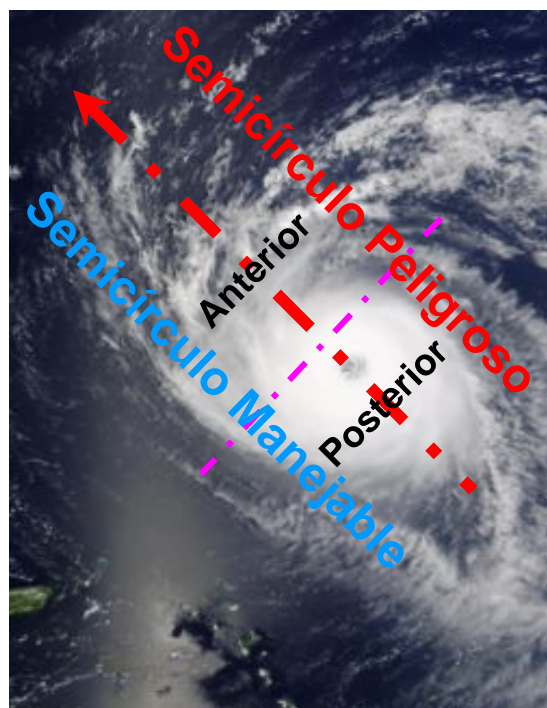
Marine Navigation

<http://www.nhc.noaa.gov/index.shtml>

<http://www.geocities.com/andresruizgonzalez>

Ciclones Tropicales

Cuadrantes - Hemisferio N



Hemisferio sur: el S.C. peligroso es el izquierdo

Semicírculo en que se halla el buque - HN y HS

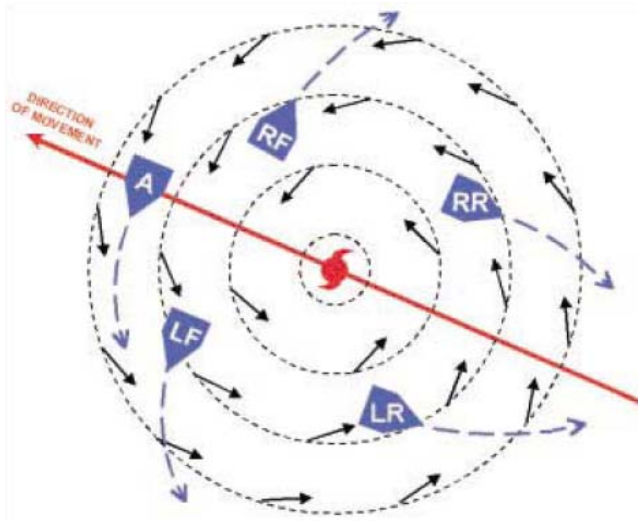
Semicírculo	Viento		Presión
	Rola	Fuerza	
Derecho	↻		
izquierdo	↺		
Trayectoria del vórtice	cte		
Anterior		↑	↓
Posterior		↓	↑

Posición relativa del vórtice

- Proa al viento real, el ojo se sitúa:
- Hemisferio Norte a la derecha
 - Hemisferio Sur a la izquierda

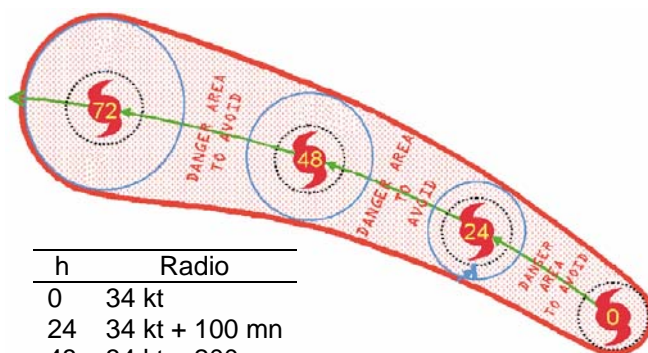
P (mb)		Demora vórtice
1013	1003	12/4 = 135°
1003	993	10/4 = 112.5°
993	...	8/4 = 90°

Maniobra de evasión - HN



Posición Buque	Maniobra
Delante	Poner el viento a 160° de la proa por estribor, haciendo el mejor rumbo y velocidad para entrar en el semicírculo izquierdo.
Semicírculo derecho	Poner el viento a 45° de la proa por estribor, intentando hacer el mejor rumbo y velocidad para alejarse del ciclón. El viento y la mar pueden reducir drásticamente la marcha del buque.
Semicírculo izquierdo	Poner el viento a 135° de la proa por estribor, haciendo el mejor rumbo y velocidad para incrementar la separación entre el buque y el ciclón.
Detrás	Mantener el mejor rumbo y velocidad para incrementar la separación entre el buque y el ciclón.

Area peligrosa a evitar



h	Radio
0	34 kt
24	34 kt + 100 mn
48	34 kt + 200 mn
72	34 kt + 300 mn

Posición, rumbo y velocidad del ojo del huracán

- **Método ciclónico** - rumbo del huracán por tres demoras no simultáneas al vórtice desde un mismo punto.
- **Dos demoras simultáneas al vórtice desde dos puntos distintos** - posición del ojo y velocidad.

Aviso de Huracán por e-mail

HURR DEAN Forecast/Advisory 14

000

WTNT24 KNHC 162031

TCMAT4

HURRICANE DEAN FORECAST/ADVISORY NUMBER 14

NWS TPC/NATIONAL HURRICANE CENTER MIAMI FL AL042007

2100 UTC THU AUG 16 2007

AT 500 PM AST...2100 UTC...THE GOVERNMENT OF FRANCE HAS ISSUED A HURRICANE WARNING FOR MARTINIQUE...GUADELOUPE AND ITS DEPENDENCIES A HURRICANE WARNING REMAINS IN EFFECT FOR THE ISLANDS OF DOMINICA AND ST. LUCIA. A HURRICANE WARNING MEANS THAT HURRICANE CONDITIONS ARE EXPECTED WITHIN THE WARNING AREA WITHIN THE NEXT 24 HOURS. PREPARATIONS TO PROTECT LIFE AND PROPERTY SHOULD BE RUSHED TO COMPLETION.

A TROPICAL STORM WARNING REMAINS IN EFFECT FOR THE FOLLOWING ISLANDS OF THE LESSER ANTILLES... GRENADA AND ITS DEPENDENCIES...ST.

VINCENT AND THE GRENADINES...BARBADOS...SABA...ST. EUSTATIUS...

MONSERRAT...ANTIGUA...NEVIS...ST KITTS...BARBUDA AND ST. MAARTEN.

A TROPICAL STORM WARNING MEANS THAT TROPICAL STORM CONDITIONS ARE EXPECTED WITHIN THE WARNING AREA WITHIN THE NEXT 24 HOURS.

AT 500 PM AST...2100 UTC...A TROPICAL STORM WATCH HAS BEEN ISSUED FOR THE U.S. VIRGIN ISLANDS AND PUERTO RICO. A TROPICAL STORM WATCH MEANS THAT TROPICAL STORM CONDITIONS ARE POSSIBLE WITHIN THE WATCH AREA...GENERALLY WITHIN 36 HOURS.

INTERESTS ELSEWHERE IN THE LESSER ANTILLES...HISPANIOLA...JAMAICA AND EASTERN CUBA SHOULD MONITOR THE PROGRESS OF DEAN.

FOR STORM INFORMATION SPECIFIC TO YOUR AREA...PLEASE MONITOR PRODUCTS ISSUED BY YOUR LOCAL WEATHER OFFICE.

HURRICANE CENTER LOCATED NEAR 14.0N 56.5W AT 16/2100Z POSITION ACCURATE WITHIN 20 NM

PRESENT MOVEMENT TOWARD THE WEST OR 280 DEGREES AT 20 KT

ESTIMATED MINIMUM CENTRAL PRESSURE 979 MB EYE DIAMETER 10 NM MAX SUSTAINED WINDS 85 KT WITH GUSTS TO 100 KT.

64 KT..... 15NE 10SE 10SW 15NW.

50 KT..... 50NE 15SE 20SW 50NW.

34 KT.....120NE 75SE 60SW 130NW.

12 FT SEAS..300NE 90SE 60SW 150NW.

WINDS AND SEAS VARY GREATLY IN EACH QUADRANT. RADII IN NAUTICAL MILES ARE THE LARGEST RADII EXPECTED ANYWHERE IN THAT QUADRANT.

REPEAT...CENTER LOCATED NEAR 14.0N 56.5W AT 16/2100Z AT 16/1800Z CENTER WAS LOCATED NEAR 13.8N 55.5W

FORECAST VALID 17/0600Z 14.4N 59.7W

MAX WIND 90 KT...GUSTS 110 KT.

64 KT... 15NE 10SE 10SW 15NW.

50 KT... 50NE 15SE 15SW 50NW.

34 KT...120NE 75SE 60SW 130NW.

FORECAST VALID 17/1800Z 15.0N 63.5W

MAX WIND 95 KT...GUSTS 115 KT.

64 KT... 20NE 15SE 15SW 20NW.

50 KT... 50NE 20SE 20SW 50NW.

34 KT...120NE 90SE 75SW 125NW.

FORECAST VALID 18/0600Z 15.5N 67.0W

MAX WIND 100 KT...GUSTS 120 KT.

64 KT... 20NE 15SE 15SW 25NW.

50 KT... 50NE 30SE 30SW 50NW.

34 KT...125NE 90SE 75SW 125NW.

FORECAST VALID 18/1800Z 16.0N 70.5W

MAX WIND 110 KT...GUSTS 135 KT.

50 KT... 60NE 40SE 40SW 60NW.

34 KT...130NE 90SE 75SW 125NW.

FORECAST VALID 19/1800Z 17.5N 78.0W

MAX WIND 115 KT...GUSTS 140 KT.

50 KT... 60NE 40SE 40SW 60NW.

34 KT...140NE 90SE 90SW 140NW.

EXTENDED OUTLOOK. NOTE...ERRORS FOR TRACK HAVE AVERAGED NEAR 225 NM ON DAY 4 AND 300 NM ON DAY 5...AND FOR INTENSITY NEAR 20 KT EACH DAY

OUTLOOK VALID 20/1800Z 19.5N 84.5W

MAX WIND 120 KT...GUSTS 145 KT.

OUTLOOK VALID 21/1800Z 22.0N 90.5W

MAX WIND 90 KT...GUSTS 110 KT.

REQUEST FOR 3 HOURLY SHIP REPORTS WITHIN 300 MILES OF 14.0N 56.5W

NEXT ADVISORY AT 17/0300Z

\$\$

FORECASTER AVILA

This information is provided as a public service from the
National Hurricane Center

<http://www.nhc.noaa.gov> or <http://hurricanes.gov>

PLEASE NOTE: Timely delivery of this email is NOT GUARANTEED.

DISCLAIMER: <http://www.weather.gov/disclaimer.php>

PRIVACY: <http://www.weather.gov/privacy.php>

FEEDBACK: mail-storm@seahorse.nhc.noaa.gov

NAVIGATIONAL ALGORITHMS

Oceanografía y Navegación



© Andrés Ruiz
San Sebastián – Donostia
43° 19'N 002°W

<http://www.geocities.com/andresruizgonzalez>

Indice

Corrientes marinas	3
Causas y Formación	3
Clasificación	3
Corrientes generales en las costas españolas	4
Principales corrientes del mundo	4
Las Olas	6
Formación de olas	6
Rompimiento de las olas	6
Causas	6
Efectos	6
Características de las olas	7
Altura de las olas	7
Zona generadora	7
Mar de Viento	7
Mar de Fondo	8
Escala Douglas del estado de la mar	8
Hielos flotantes	9
Origen	9
Tipos de hielo marino y proceso de formación	9
La banquisa	9
Icebergs	10
Clasificación por su forma	10
Clasificación por su tamaño	10
Oceanografía y Navegación.....	11
Las corrientes y la navegación	11
Navegación con mala mar.....	11
Navegación en zona de hielos.....	11
Epocas y lugares donde son más frecuentes	11
Límites	12
Signos de proximidad de un iceberg	12
Medidas de seguridad.....	12
Bibliografía.....	13
Anexo	
Mar de viento: Tablas y algoritmo de cálculo	
Hielo Marino	

La *oceanografía* es la rama de las *Ciencias de la Tierra* que estudia los mares y los océanos, y los fenómenos que se dan en ellos, desde el punto de vista biológico, físico, geológico y químico. En náutica interesan los fenómenos que afectan a la navegación y a su seguridad, como son los hielos flotantes, las olas y las corrientes marinas.

© Andrés Ruiz, Agosto 2007

San Sebastián – Donostia

43° 19'N 002°W

<http://www.geocities.com/andresruizgonzalez/>

Versión: Enero 2008

Corrientes marinas

Las corrientes son desplazamientos horizontales de grandes masas de agua a través de los océanos y mares. Por su magnitud influyen en el clima de las regiones que bañan debido a su aporte calorífico.

Causas y Formación

En navegación, para efectuar una navegación segura interesa:

- Efectos sobre una embarcación: deriva
- Descripción: I_h , R_c , zona de acción

La causa principal de la formación de las corrientes es la radiación solar sobre la superficie del agua, que produce una diferencia de temperatura en la masa de agua.

- Diferencia de densidad por ΔT y salinidad. (Corriente del Golfo de México, corriente del Labrador)
- Diferencia de nivel por evaporación. (Corrientes del Mediterráneo)
- Viento. (Corrientes del Océano Índico)
- Mareas. (Corrientes de marea del Mar del Norte)

Todas las corrientes están afectadas por la fuerza de Coriolis, por lo que sufren una desviación hacia la derecha en el hemisferio Norte. También influyen en su trayectoria el perfil de las costas y la configuración de los fondos.

Para medir la dirección e intensidad de las corrientes se usa un dispositivo llamado *correntómetro*.

Clasificación

Por su origen:

Corrientes de densidad, Termohalinas, debidas a variaciones de temperatura y salinidad de las masas de agua. Si se evapora el agua de la superficie se vuelve más salada, más densa. Si recibe agua de precipitaciones o de ríos, el agua de la superficie se vuelve menos densa.

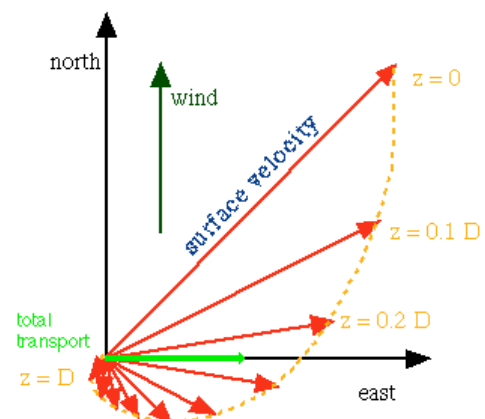


Circulación termohalina.

Corrientes de arrastre, de viento o de deriva, originadas por la acción del viento sobre el agua superficial del mar. La fuerza del viento que sopla sobre la superficie de la mar produce un movimiento en el agua que se transmite a las capas inferiores, pero la dirección del viento y de la corriente no coinciden. La dirección de la corriente es desviada hasta 45° por la acción combinada de dos fuerzas:

- de *rozamiento*. Disminuye su velocidad con la profundidad.
- de *Coriolis*. La desvía a la derecha en el HN y a la izquierda en el HS. Crece al aumentar la latitud, y se hace nula en el ecuador.

El espiral de Ekman es un modelo teórico que explica el movimiento de las capas de un fluido por la acción de la fuerza de Coriolis.



Espiral de Ekman – desvío de la corriente respecto del viento generador.

Corrientes de gradiente, causadas por la diferencia de presión entre dos zonas, que produce una inclinación en el nivel del agua al encontrarse dos masas de agua de distinta densidad

Corrientes de marea, debidas al fenómeno de las mareas, causadas por la atracción del Sol y la Luna sobre las masas de agua. La variación vertical del nivel de las aguas genera corrientes horizontales importantes, sobre todo en lugares estrechos y de poco fondo, donde suelen adquirir grandes velocidades al coincidir con estrechamientos en los cauces debido a la orografía submarina. A las corrientes de marea se las suele llamar de flujo y refluo, según la marea sea entrante o vaciantes. Son periódicas y alternativas, y en general no guardan sincronismo con la bajamar y la pleamar.

Otras clasificaciones son:

Por su localización:

- Oceánicas
- Costeras
- Locales
- Superficiales

Por su profundidad:

- Intermedias
- Profundas

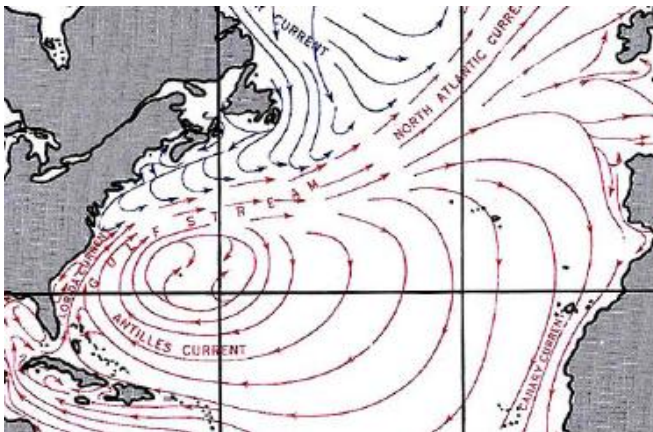
Por su temperatura:

- Calientes
- Frías

Por su duración:

- Permanentes
- Estacionales
- Accidentales

Contracorrientes. Asociadas a las corrientes principales, se generan unas contracorrientes secundarias que circulan contiguas a estas con dirección opuesta. Si son casi circulares, reciben el nombre de *Corrientes Eddy*.



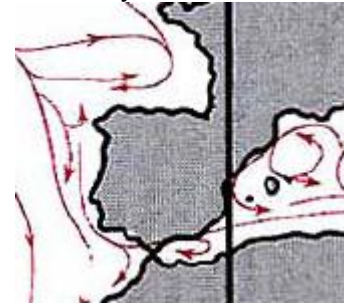
Corrientes Eddy

En un canal se pueden formar corrientes importantes, la velocidad del agua es máxima

en el centro y mínima en las orillas, donde en muchos casos, se crea una contracorriente. También es mayor en las partes cóncavas que en las convexas.

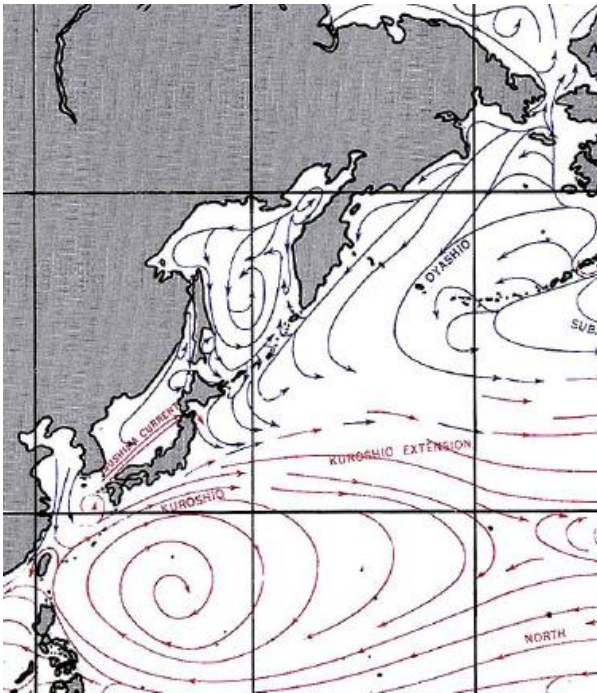
Corrientes generales en las costas españolas

- Del Bidasoa a Estaca de Bares (E)
- De Estaca de Bares al río Miño (una hacia el E y otra hacia el S)
- Costa de Portugal (S)
- Estrecho de Gibraltar (E)
- Mar de Alborán (E)
- Costa Valenciana (SW que luego se une al E)
- Costa Catalana (SW)
- Baleares (SE)
- Entre estrecho y Las Canarias (SW)

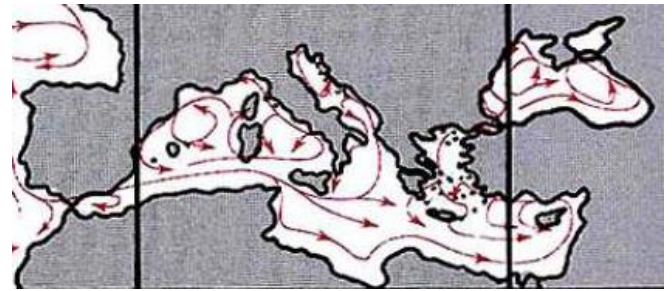


Principales corrientes del mundo

- **Atlántico Norte** Corriente ecuatorial del norte, ecuatorial del sur, del Caribe, de Florida, de las Antillas y de las Bahamas, de Guinea, del Golfo, del Atlántico norte, de las Azores, subtropical del norte, de Portugal, de Canarias, del Alisio, Atlántica de Noruega, de Spitzbergen, de Nueva Zemble, de Litke, de Irminger, occidental de Groenlandia, del Labrador.
- **Atlántico Sur** Corriente ecuatorial del sur, de Brasil, subtropical del sur, general del Antártico, del Cabo de Hornos, de Benguela, contracorriente de Brasil.
- **Pacífico norte** Corriente ecuatorial del norte, de KuroShio, OyaShio, Kuriles, septentrional del pacífico, de las Aleutianas, de Kanchatka, de Alaska, de California, contracorriente ecuatorial.

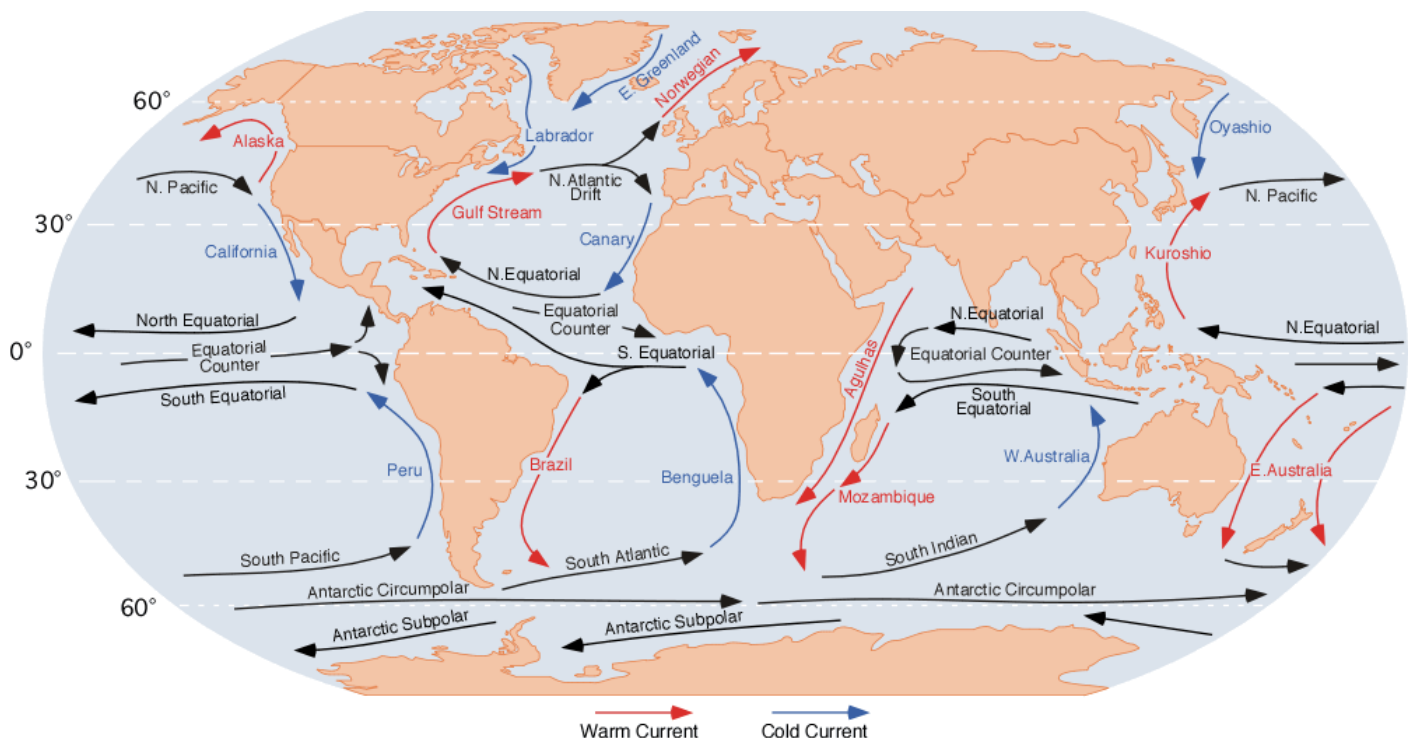


- Corriente de la agujas, del Antártico, occidental de Australia, del Alisio.
- **Mediterráneo**



La corriente de Portugal penetra por el estrecho, originando una corriente que rodea la costa africana para luego girar en el sentido antihorario hacia el N bordeando las costas de Europa. En los mares, Adriático, Egeo,..., aparecen pequeñas circulaciones en sentido horario. La corriente de vuelta hacia el W se produce en profundidad a través del estrecho de Gibraltar, ya que debido a la gran evaporación que sufre: el agua superficial se vuelve más densa y se hunde. Esta evaporación también afecta al nivel del mar que disminuye, compensándose con agua entrante por el estrecho de Gibraltar.

- **Pacífico sur** Corriente ecuatorial del sur, occidental de Australia, del Antártico, del Perú o de Humboldt.
- **Indico** Altamente influenciadas por los monzones. Indico N: Monzón del NE, de Noviembre a Abril - corrientes del W. Monzón del SW, de Mayo a Septiembre - corrientes del E. Indico S: circulación en sentido antihorario. Corriente ecuatorial del norte, de la costa oriental de África, Mozambique, contracorriente ecuatorial del indico.



Principales Corrientes oceánicas.

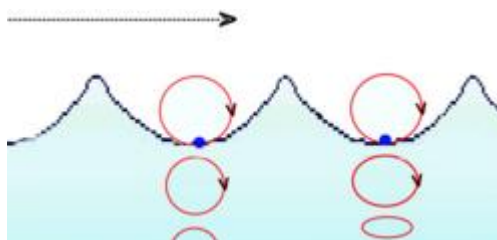
En general en el HN siguen el sentido horario y en el HS el antihorario.

Las Olas

Las olas son las ondulaciones de la superficie del agua.



Olas en el Peine del Viento, San Sebastián.



La traslación solo afecta al movimiento ondulatorio y no a las partículas de agua, a cierta profundidad las aguas están quietas.

Recibe el nombre de *tren de olas* cuando hay varias consecutivas en la misma dirección y de las mismas características.

Formación de olas

La causa principal de la formación de las olas es el viento, que transmite parte de su energía cinética a la superficie del agua por rozamiento. También pueden producir olas los maremotos, las corrientes, las erupciones volcánicas y las mareas.

Causas:

- Viento
- Corrientes, mareas
- Tsunamis, maremoto

La velocidad umbral del viento para que su energía cinética origine la formación de olas, es aquella que logra vencer la viscosidad del agua, (ronda los 5 kt). Una vez alcanzado este estadio, la ola se desarrolla en altura y en longitud hasta que el viento alcanza una velocidad de 10 kt, a partir de este momento la ola crece más en altura que en longitud.

Rompimiento de las olas

Causas

En alta mar las olas rompen su cresta al incrementar su altura en relación a su base, haciéndose inestables. También rompen al encontrarse ondulaciones de distinta dirección. Estas rompientes indican vientos duros.

En aguas poca profundas la parte baja de la ola pierde inercia por rozamiento con el fondo, y la parte alta sigue su avance, haciendo inestable a la ola que rompe.

Efectos

Rompientes. Las rompientes se presentan con gran cantidad de espuma en lugares de poco fondo. Cuando se producen rompientes en arrecifes, bajos o barras, se presentan en líneas irregulares y puede haber remolinos fuertes en las proximidades.



Rompiente en "El Rey del Mar", Walt Disney

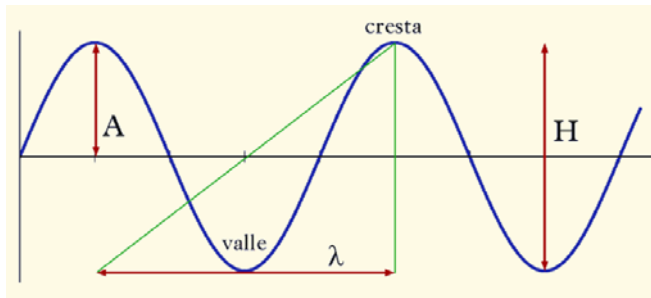
El oleaje al acercarse al fondo se va frenando, las olas que se acercan a la costa van girando y poniéndose paralelas a los veriles del fondo para finalmente hacerlo al perfil de la costa. El proceso es el siguiente:

- Para profundidad del fondo = $1/2$ longitud de la ola, esta comienza a sentir el fondo.
- Al acercarse a fondos de menor profundidad la ola va aumentando su altura y disminuyendo su longitud.
- Finalmente cuando se cumple que profundidad = 1.3 altura ola, esta rompe, y aparecen las rompientes.

Resaca. Cuando el agua inicia el movimiento de retorno en forma de ola reflejada, establece un movimiento inverso hacia la mar, lo que causa el arrastre hacia el interior de materiales y objetos.

Características de las olas

- L - Longitud
- H - Altura
- T - Periodo



Parámetros de las olas

$$\begin{aligned} \lambda &= VT = L & V &= 3T \\ L &= 1.56T^2 & H &= L/13 \\ L &[\text{m}] & & \\ T &[\text{s}] & & \end{aligned}$$

La parte alta de la ola se llama cresta y la parte baja seno.

- **Longitud de onda** es la distancia entre dos crestas o dos senos consecutivos.
- La **altura** de la ola es la distancia vertical entre una cresta y un seno consecutivos.
 $A = H/2$
- **Periodo** es el tiempo medio, [s], que tarda un punto de la ola en recorrer su trayectoria circular.
- **Frecuencia** es el número de crestas o senos que pasan por un punto en un tiempo determinado.
- **Pendiente** $P = H/L$
- **Velocidad** de propagación es la distancia recorrida por una cresta o seno en la unidad de tiempo.
- La **dirección** es el punto cardinal de donde viene la mar, (igual que viento).

Altura de las olas

Se distinguen dos tipos de olas; las del mar de viento y las del mar de fondo.

Zona generadora

Es el área sobre la cual un viento de dirección e intensidad constante crea oleaje.

- **Intensidad** del viento: su velocidad en nudos o grado en la escala Beaufort
- **Persistencia:** tiempo en el que el viento sopla en la misma dirección sobre la zona generadora.
- **Fetch:** extensión longitudinal de la zona generadora donde el viento sopla en la misma dirección y con intensidad constante.

Mar de Viento

(Sea wind – Mer)

Mar de viento es la ola producida por el viento que sopla en un determinado instante de tiempo sobre la zona generadora.

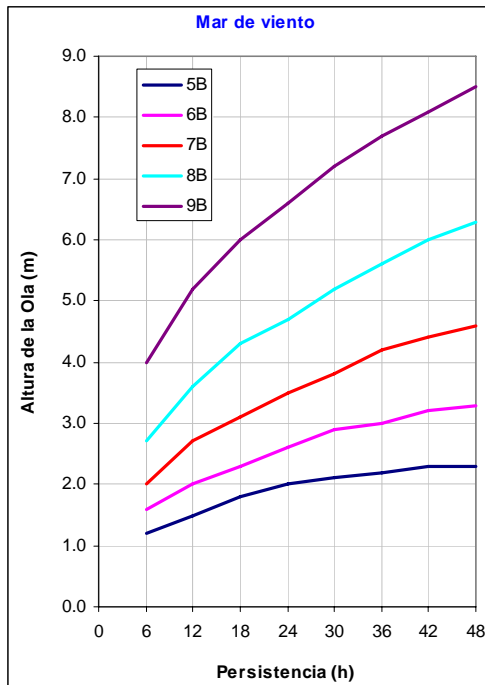
- Olas puntiagudas
- De pequeña longitud de onda
- Oleaje irregular

La ola para formarse necesita un tiempo determinado, persistencia mínima, que depende de la intensidad del viento generador. Alcanzado ese instante la ola esta completamente desarrollada y la altura de la ola es independiente del tiempo que sopla el viento, esta no aumenta su altura en función del tiempo que ha estado soplando el viento; lo hace al crecer el fetch. El factor limitativo de la altura de la ola completamente desarrollada es el fetch.

Régimen Transitorio:

La ola puede seguir creciendo.

- $F = \infty$
- $H_P = f(P, B)$

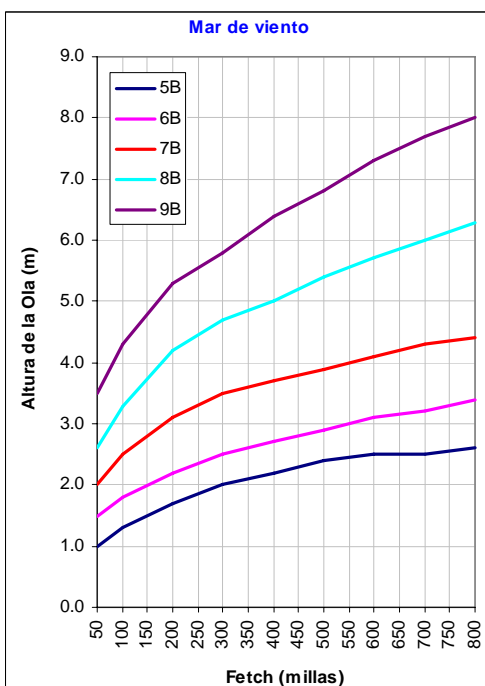


Altura de la ola / Persistencia

Régimen Estacionario:

La ola esta completamente desarrollada.

- $P = \infty$
- $H_F = f(F, B)$



Altura de la ola / Fetch

La longitud del fetch para un punto determinado es la distancia entre el origen de la zona generadora y dicho punto.

La altura de la ola de viento es:

$$H = \min(H_P, H_F)$$

Si $H = H_P$, el factor limitativo es la persistencia.
Mar en régimen transitorio

Si $H = H_F$, el factor limitativo es el fetch.
Mar en régimen estacionario

Mar de Fondo

Mar tendida o mar de leva - Swell - Houle

Es el oleaje que aparece en ausencia de vientos, generalmente por haber abandonado la ola la zona generadora o porque el viento ha calmado dentro de la zona generadora.

- Oleaje de perfil sinusoidal; altura muy regular y crestas redondeadas que no rompen.
- Longitud de onda mucho mayor que su altura.

$$H_F = H_0 \left(\frac{2}{3} \right)^{\frac{D}{6L}}$$

Altura de la ola de viento al final de la zona generadora **H0** m

Longitud de la ola **L** m

Distancia de amortiguamiento. (distancia que tiene que recorrer la ola desde el final de la zona generadora) **D** km

Altura de la ola de mar de fondo. (Altura de la ola resultante al cabo de un recorrido en calma) **H_F** m

Escala Douglas del estado de la mar

En general en la mar se dan simultáneamente los dos tipos de olas, aunque uno predomine sobre el otro.

La escala Douglas clasifica el estado de la mar originada por el viento.

Grado	Altura olas (m)	Nombre	Beaufort
0	0	Llana	0
1	0 - 0.2	Rizada	1-2
2	0.2 - 0.5	Marejadilla	3
3	0.5 - 1.25	Marejada	4
4	1.25 - 2.5	Fuerte marejada	5
5	2.5 - 4	Mar Gruesa	6
6	4 - 6	Mar Muy Gruesa	7
7	6 - 9	Mar Arbolada	8-9
8	9 - 14	Mar Montañosa	10-11
9	14 +	Mar Enorme	12

Hielos flotantes

Origen

Según sea su procedencia, los hielos flotantes se clasifican en terrestres, marinos o fluviales.



- **Hielo terrestre:** de origen continental, procede de los glaciares cercanos al mar que desprenden masas de hielo que quedan a la deriva; son los icebergs.
- **Hielos marinos:** se forman en aguas de mar cercanas a la costa y de poca profundidad.
- **Hielos fluviales:** son los procedentes de lagos y ríos.

Cuanta menos salinidad tengan las aguas, más fácilmente será su formación. Los originados a partir de agua dulce no tienen salinidad por lo que se desintegran con facilidad.

Tipos de hielo marino y proceso de formación

- **Frazil Ice.** El hielo se empieza a generar en suspensión en el agua formando espiguillas o cristalitos de 1 cm de longitud.
- **Grease Ice.** Los cristalitos de hielo se van uniendo.
- **Ice Rind.** Capa o corteza de hielo que se forma en superficies tranquilas 5 cm de grosor.
- **Nilas.** Corteza de hielo de 10 cm de espesor.

- **Slush** (papilla). Una capa de nieve que queda sobre el agua que se está congelando.
- **Pancake Ice** (torta de hielo). Trozos circulares de hielo de 30 cm de grosor y 3 metros de diámetro.
- **Ice cake.** Trozo de hielo de menos de 10 m de longitud.
- **Pack Ice.** Cualquier tipo de hielo flotante no unido a tierra.
- **Ice Island.** Isla de hielo flotante.
- **Floe.** Trozo de hielo marino, nuevo y plano, de extensión variable de 10 m a 10 km.

Según estén fijados a tierra o no, se clasifican como sigue:

- **Fast Ice.** Hielo que está fijo a lo largo de la costa. Forma la banquisa costera.
- **Drift Ice.** Hielo a la deriva que flota libremente.

La banquisa

La banquisa es una capa de hielo flotante que se forma en las regiones oceánicas polares por congelación del mar y por precipitaciones de nieve.

Su espesor típico se sitúa entre un metro, cuando se renueva cada año, y 4 ó 5 m, cuando persiste en el tiempo, como ocurre en la región ártica más próxima al polo. Excepcionalmente se forman engrosamientos locales de hasta 20 m de espesor. En muchas ocasiones está constituida por bloques de hielo fracturados que han sido nuevamente soldados.

Existen dos banquisas que ocupan una parte variable del océano: una en el centro del Océano Ártico y otra alrededor del Continente Antártico:

- La **banquisa ártica** por ahora es permanente, fundiéndose cada año las partes más próximas a los continentes circundantes, época aprovechada para la circunnavegación del océano Ártico. En marzo alcanza los 15 millones de km² y en septiembre alcanza los 6.5 millones de km².

- La **banquisa antártica** desaparece en su mayor parte durante el verano austral y se vuelve a formar en el invierno astral, alcanzando una extensión equivalente a la del continente. En septiembre alcanza los 18.8 millones de km² mientras en marzo es de sólo 2.6 millones de km².

Icebergs

También llamados témpanos de hielo, se clasifican según su forma y según su tamaño.

Clasificación por su forma

- **Tabular:** Son icebergs planos con los lados escarpados. El ratio dimensional cumple: longitud/altura > 5:1. Muchos muestran bandas horizontales.



- **No-tabular:** Se incluyen todos los icebergs que no sean tabulares. Esta categoría se subdivide para incluir las formas específicas que se describen a continuación.

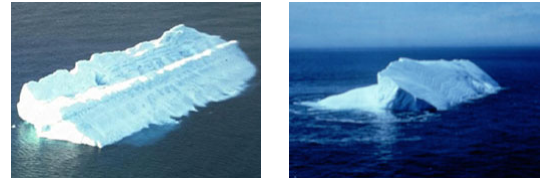


Clasificación del Iceberg de forma No-Tabular

- **Dome:** Iceberg de punta redondeada.
- **Pinnacle:** Iceberg con una o más agujas o puntas.



- **Wedge:** Iceberg que tiene un lado vertical escarpado y que se inclina en el otro.



- **Dry-dock:** Iceberg en donde al ir fundiéndose se ha formado una ranura o un canal.



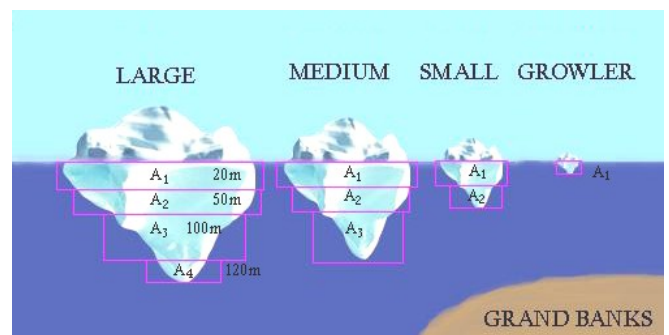
- **Blocky:** Iceberg de punta plana con lados verticales y escarpados.



Clasificación por su tamaño

Tamaño	Altura (m)	Longitud (m)
Growler	< 1	< 5
Bergy Bit	1-4	5-14
Pequeño	5-15	15-60
Mediano	16-45	61-122
Grande	46-75	123-213
Muy grande	> 75	> 213

La parte de hielo sumergida son 9/10 de su volumen.



Clasificación por tamaño de los Icebergs No-Tabulares. [6]

Oceanografía y Navegación

Los Pilot Charts dan para cada mes del año información estadística sobre hielos corrientes climatología adversa, etc., útil para planificar una navegación segura.

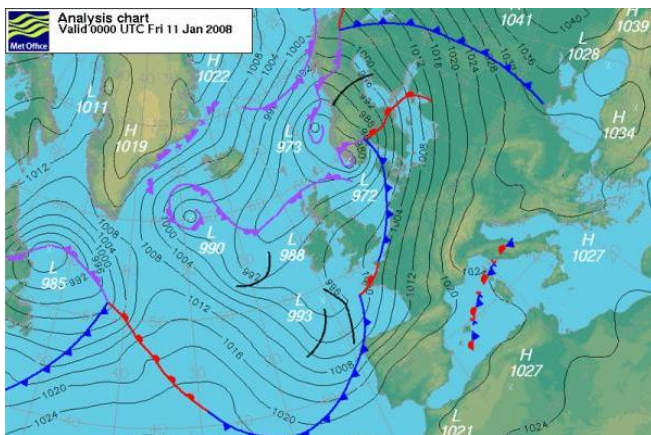
Los riesgos para la navegación asociados a cada elemento son los indicados en el cuadro:

	Riesgo
Corrientes	Deriva
Olas	Hundimiento
Hielos	Abordaje

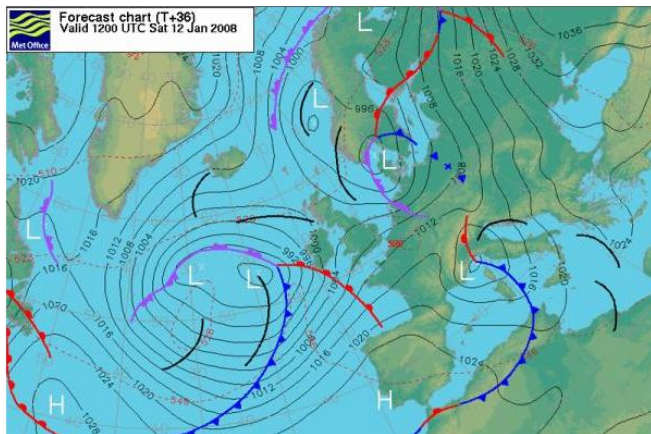
Las corrientes y la navegación

Los institutos hidrográficos de diversos países publican atlas de corrientes de sus costas, y del mundo.

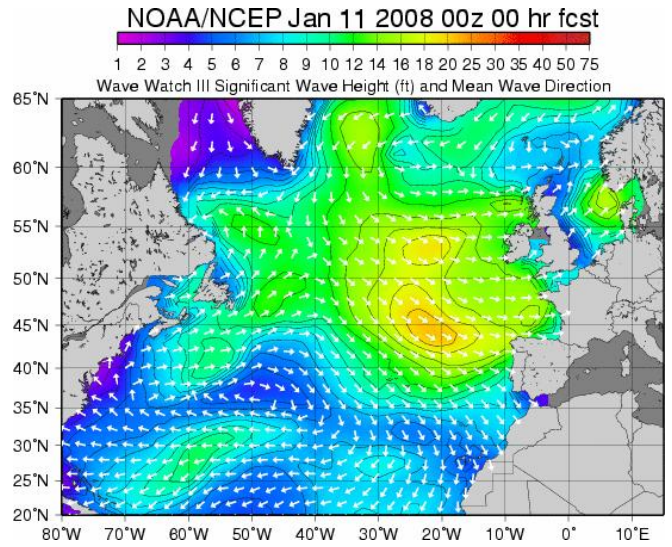
Navegación con mala mar



Análisis en superficie. 0h



Análisis en superficie. + 36h



Mapa de olas

La previsión del mal tiempo que conlleva el paso de los frentes asociados a una borrasca es vital para la seguridad en la navegación.

Navegación en zona de hielos

Se deben respetar las disposiciones del SOLAS, (Safety of Life at Sea), sobre hielos.

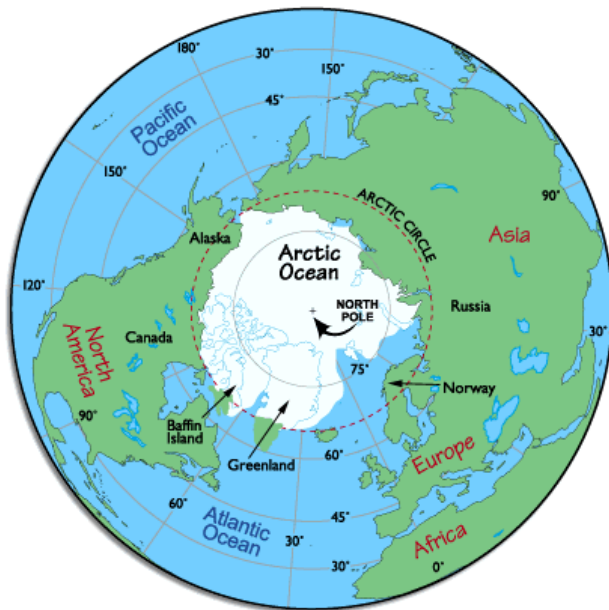
Los mapas de hielos e icebergs son de gran utilidad a la hora de planificar la ruta más segura.

Epocas y lugares donde son más frecuentes



Rompehielos navegando

Límites



Hemisferio Norte



Hemisferio Sur

tiempo que tarda en regresar el eco por la velocidad del sonido, 340 m/s, se obtiene la distancia al témpano) .

Medidas de seguridad

- Cuando se de un avistamiento, se llevará una marcha moderada y se alterará el rumbo de forma que se aleje claramente el peligro.
- Se reforzará la vigilancia.
- Navegando con niebla o poca visibilidad, se parará o moderará la maquina y se emitirán las señales fónicas reglamentarias.
- Verificar visualmente la información del radar.
- Dejar a los icebergs por barlovento.
- En caso de colisión se recomienda que sea por la proa; los daños suelen ser menores que por el costado.

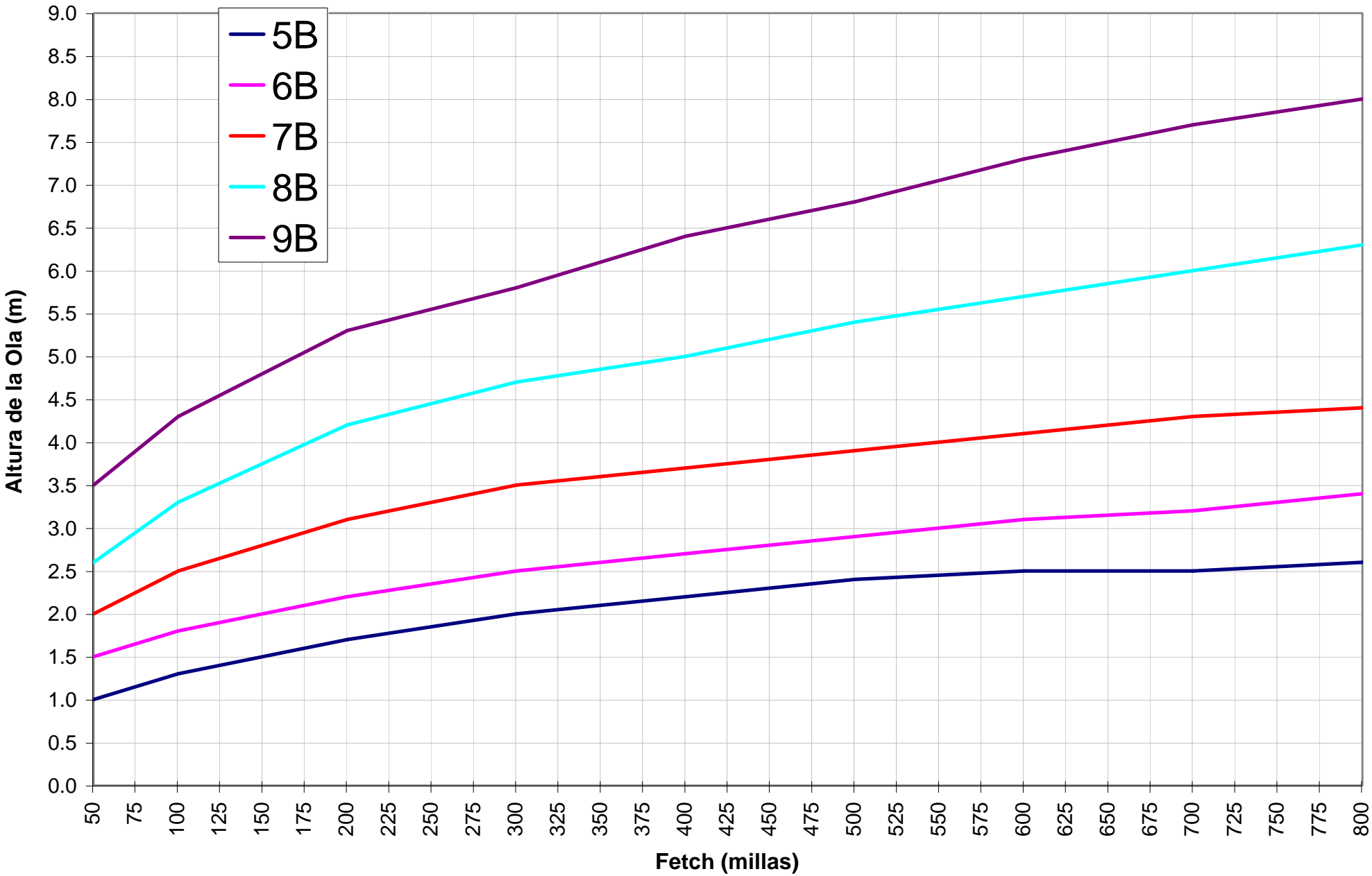
Signos de proximidad de un iceberg

- De noche, con buena visibilidad, un iceberg aparece como una mancha blanquecina.
- Rompientes blanquecinas de olas que chocan contra ellos, pueden delatar su presencia.
- La presencia de pájaros puede indicar icebergs próximos.
- Atender al RADAR, a la información por satélite, y a los ecos de los sonidos de los pitos o bocinas, (multiplicando la mitad del

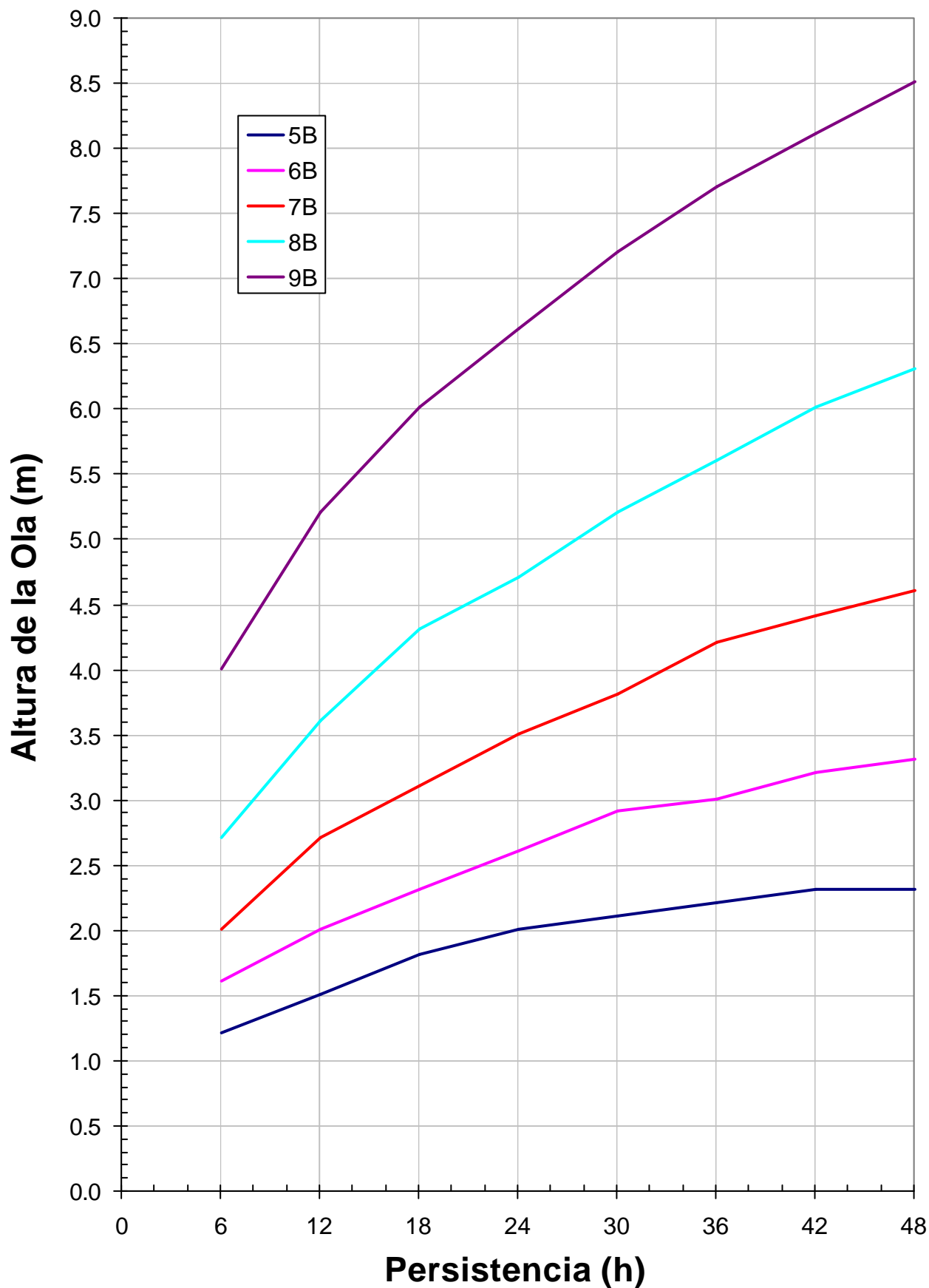
Bibliografía

1. The American Practical Navigator. Bowditch. 1995. Pub. N°9, DMA
2. The American Practical Navigator. Bowditch. 2000. <http://pollux.nss.nima.mil/pubs>
3. Elementos de Oceanografía. Martínez Jiménez, Enrique. 1981. Librería San Jose. 84-300-5172-4
4. Introduction To Physical Oceanography. Robert H. Stewart. 2004.
http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng_textbook/PDF_files/book_pdf_files.html
5. Instituto Español de Oceanografía <http://www.ieo.es/inicial.htm>
6. International Ice Patrol <http://www.uscg.mil/lantarea/iip/home.html>
7. National Ice Center – USA <http://www.natice.noaa.gov/>
8. Canadian Ice Service <http://ice-glaces.ec.gc.ca/>
9. Manual of Standard Procedures for Observing and Reporting Ice Conditions – MANICE
<http://ice-glaces.ec.gc.ca/App/WsvPageDsp.cfm?Lang=eng&Inid=23&ScndLvl=no&ID=172>
10. Nomenclatura de la OMM del hielo marino
<http://www.aari.nw.ru/gdsidb/XML/nomenclature.asp?self=1&lang1=3&lang2=0&arrange=1&style=0>
<http://www.aari.nw.ru/gdsidb/XML/nomenclature.asp?self=1&lang1=3&lang2=0&arrange=4&style=0>
11. http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_marina
12. <http://es.wikipedia.org/wiki/Olas>
13. <http://es.wikipedia.org/wiki/Hielo>
14. <http://es.wikipedia.org/wiki/Banquisa>
15. <http://es.wikipedia.org/wiki/Iceberg>

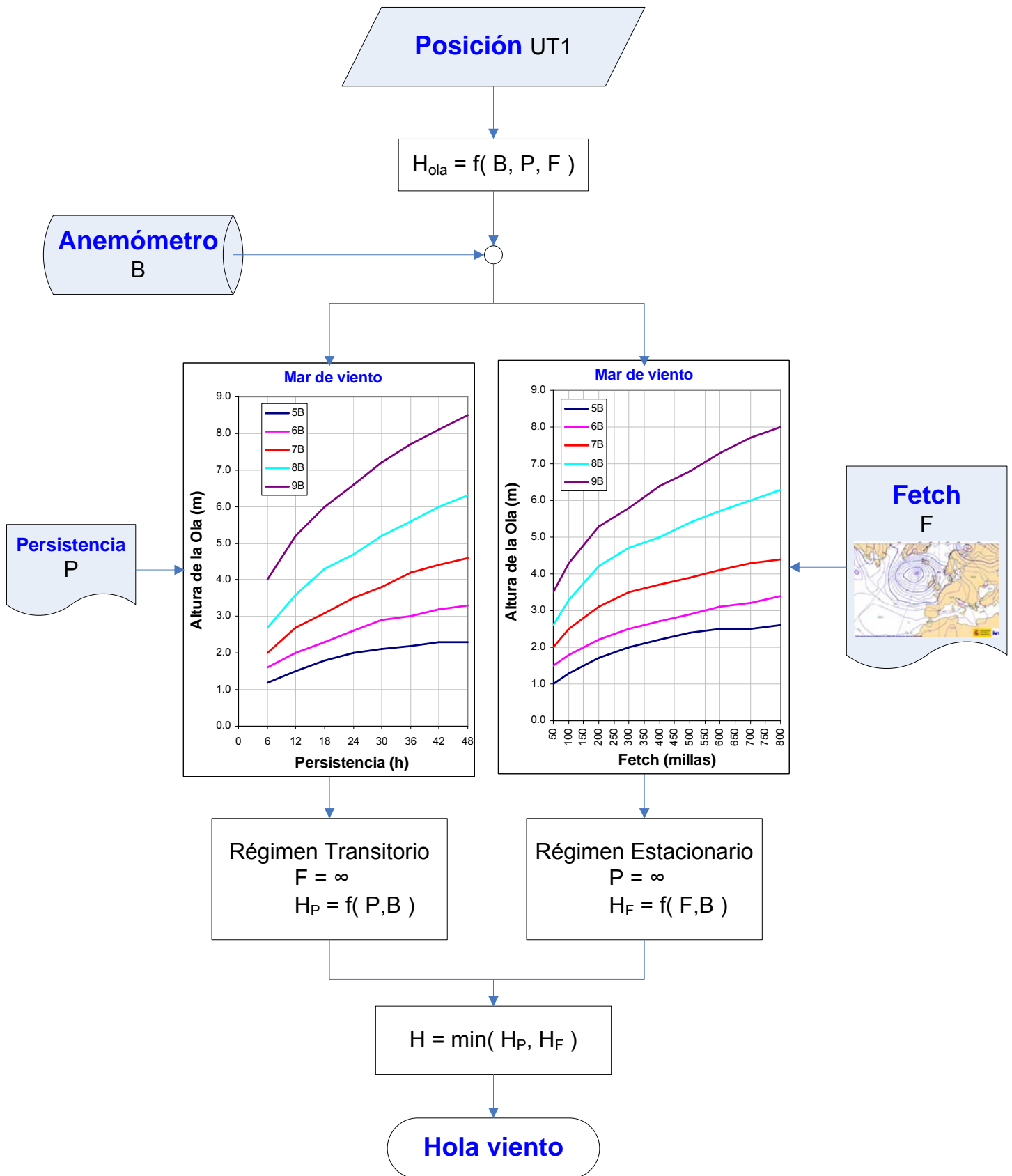
Mar de viento



Mar de viento



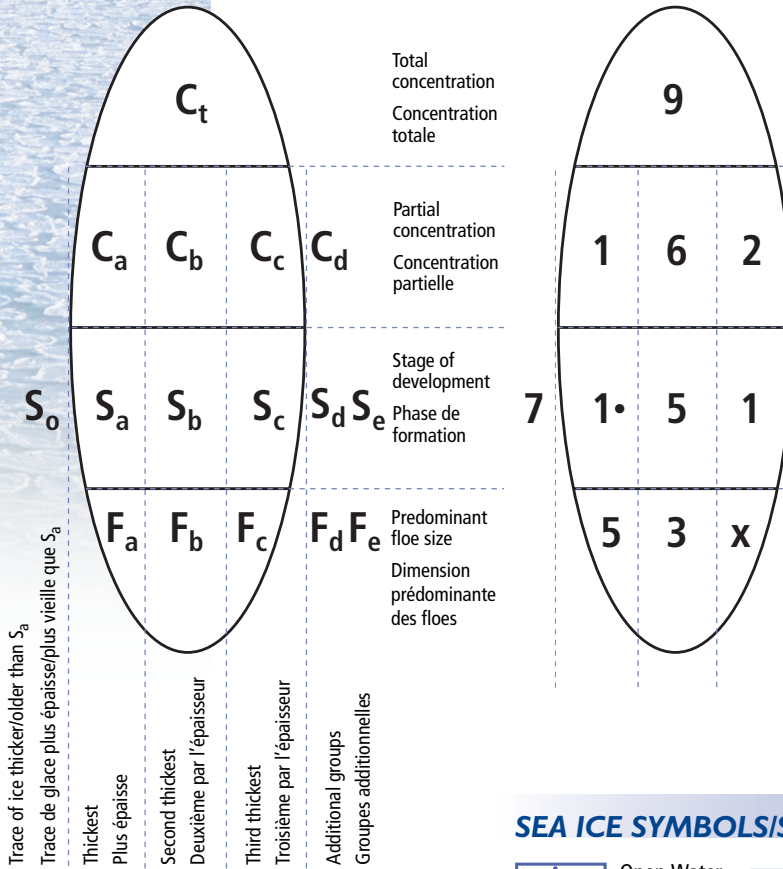
Ola – Mar de Viento





SEA ICE SYMBOLS SYMBOLES DE LA GLACE DE MER

2004



Total concentration: the ice coverage of an area determined by its concentration and expressed in tenths (in this example, 9/10).

Concentration totale : l'étendue de la couverture de glace, exprimée en dixièmes de la superficie du secteur (dans cet exemple, 9/10).

Partial concentration: the break-down of the total ice coverage expressed in tenths and graded by thickness. The thickest starting from the left and in this example, 1/10 is the thickest.

Concentration partielle : les concentrations respectives, exprimées en dixièmes, des glaces de différente épaisseur, par ordre décroissant. La plus épaisse commence à la gauche du diagramme, c'est-à-dire, 1/10 est le plus épais.

Stage of development: the type of ice in each of the grades, determined by its age, that is 1/10 is medium first-year ice (1•), 6/10 is grey-white ice (5) and 2/10 is new ice (1). Trace of old ice is represented on the lefthand side (outside the egg) by the number 7.

Stade de développement : le type de glace de chacune des catégories déterminé par son âge, c'est-à-dire, 1/10 est de la glace moyenne de première année (1•), 6/10 est de la glace blanchâtre (5), et 2/10 est de la nouvelle glace (1). Une trace de vieille glace est représentée à gauche (à l'extérieur de l'oeuf) par le chiffre 7.

Floe size: the form of the ice determined by its floe size for each section. In this example, big floes (5) for medium first-year ice (1•); small floes (3) for grey-white ice (5); and undetermined, unknown or no form floes (x) for new ice (1).

Taille des floes : la forme de la glace, déterminée par la taille des floes dominants de chaque section. Dans cette exemple, grands floes (5) pour la glace moyenne de première année (1•); petits floes (3) pour glace blanchâtre (5) et floes indéterminée, inconnue ou sans forme (x) pour la nouvelle glace (1).

Note: When an ice type has a dot (•) every other value to the left of it is also considered to have a dot.

Remarque: Lorsqu'un nombre est suivi d'un point (•), toute autre valeur apparaissant à sa gauche est également pointée.

SEA ICE SYMBOLS/SYMOLES DE LA GLACE DE MER



Open Water
Eau libre



Ice Free
Libre de glace



Bergy Water



Fast Ice
Banquise côtière

Stage of Development/Stade de développement ($S_o, S_a, S_b, S_c, S_d, S_e$)

Description/Élément	Thickness/Épaisseur	Code
New ice/Nouvelle glace	<10 cm	1
Nilas; ice rind/Nilas glace, vitrée	<10 cm	2
Young ice/Jeune glace	10-30 cm	3
Grey ice/Glace grise	10-15 cm	4
Grey-white ice/Glace blanchâtre	15-30 cm	5
First-year ice/Glace de première année	30 cm	6
Thin first-year ice/Glace mince de première année	30-70 cm	7
Medium first-year/ Glace moyenne de première année	70-120 cm	1•
Thick first-year ice/Glace épaisse de première année	>120 cm	4•
Old ice/Vieille glace		7•
Second-year/Glace de deuxième année		8•
Multi-year/Glace de plusieurs années		9•
Ice of land origin/Glace d'origine terrestre		▲•
Undetermined, unknown or no form/ Indéterminée, inconnue ou sans forme		X

Floe Size/Grandeur des floes (F_a, F_b, F_c)

Description/Élément	Width/Extension	Code
Pancake ice/Glace en crêpes		0
Small ice cake, brash ice/Petit glaçons, sarrasins	<2 m	1
Ice cake/Glaçons	2-20 m	2
Small floe/Petits floes	20-100 m	3
Medium floe/Floes moyens	100-500 m	4
Big floe/Grands floes	500-2000 m	5
Vast floe/Floes immenses	2-10 km	6
Giant floe/Floes géants	>10 km	7
Fast ice/Banquise côtière		8
Icebergs		9
Undetermined, unknown or no form/ Indéterminée, inconnue ou sans forme		X
Strips (concentration = C)/ Glace en cordons (concentration = C)		∞ C



Canadian Ice Service/Service canadien des glaces (CIS/SCG)

Client Services/Service à la clientèle
373 promenade Sussex Drive, E-3
Ottawa, Ontario
K1A 0H3










Tel./Tél.: 1 800 767 2885 (Canada) and/et (613) 996-1550
Fax: (613) 947-9160
Email/Courriel: cis-scg.client@ec.gc.ca
Web site/Site web: <http://ice-glaces.ec.gc.ca>





SEA ICE SYMBOLS SYMBOLES DE LA GLACE DE MER

WMO Concentration Colour Code – Sea Ice Code de couleurs de l’OMM – Concentration – Glace de mer

 Ice Free Libre de glace	 7-8/10	
 < 1/10	 9-10/10	
 1-3/10	 Fast Ice Banquise côtière	Optional/Facultatif
 4-6/10	Undefined Non-définie	 7/10 New Ice Nouvelle glace
		 9+ -10/10 Nilas, Grey Ice Glace grise**





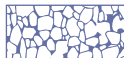
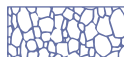

Colour is based on total ice concentration.

La couleur utilisée est établie en fonction de la concentration totale de la glace.







** The optional colour indicating 9/10+10/10 of nilas or grey ice indicates level ice, mainly on leads; it is not used for ice broken into brash or ice cakes or for concentrations less than 9/10+.

La couleur optionnelle désignant 9/10+10/10 de nilas ou de glace grise indique de la glace uniforme se retrouvant surtout dans les chenaux; elle n'est pas utilisée pour désigner des sarrasins, des glaçons ou des concentrations de glace inférieures à 9/10+.

Concentration of Ice Concentrations de glace

	<1/10	Open water/ Eau libre
	1-3/10	Very open drift/ Banquise très lâche
	4-6/10	Open drift/ Banquise lâche
	7-8/10	Close pack/Drift Banquise serrée
	9/10	Very close pack/ Banquise très serrée
	9+ /10	Very close pack/ Banquise très serrée
	10/10	Compact/Consolidated ice Banquise compact/consolidée

WMO Stage of Development Colour Code – Sea Ice Code de couleurs de l’OMM – Stade de développement – Glace de mer

 Ice Free Libre de glace	 Grey-White Ice Glace blanchâtre 15-30 cm	 Thick First-Year Ice Glace épaisse de première année 120 cm >	
 Open Water Eau libre	 First-Year Ice Glace de première année >= 30 cm	 Old Ice Vieille glace	 Fast Ice Banquise côtière
 New Ice Nouvelle glace < 10 cm	 Thin First-Year Ice Glace mince de première année 30-70 cm	 Second-Year Ice Glace de deuxième année	Undefined Ice Glace non-définie
 Grey Ice Glace grise 10-15 cm	 Medium First-Year Ice Glace moyenne de première année 70-120 cm	 Multi-Year Ice Glace de plusieurs années	 Icebergs

Colour is based on stage of development of predominant ice.

La couleur utilisée est établie en fonction du stade de développement de la glace prédominante.



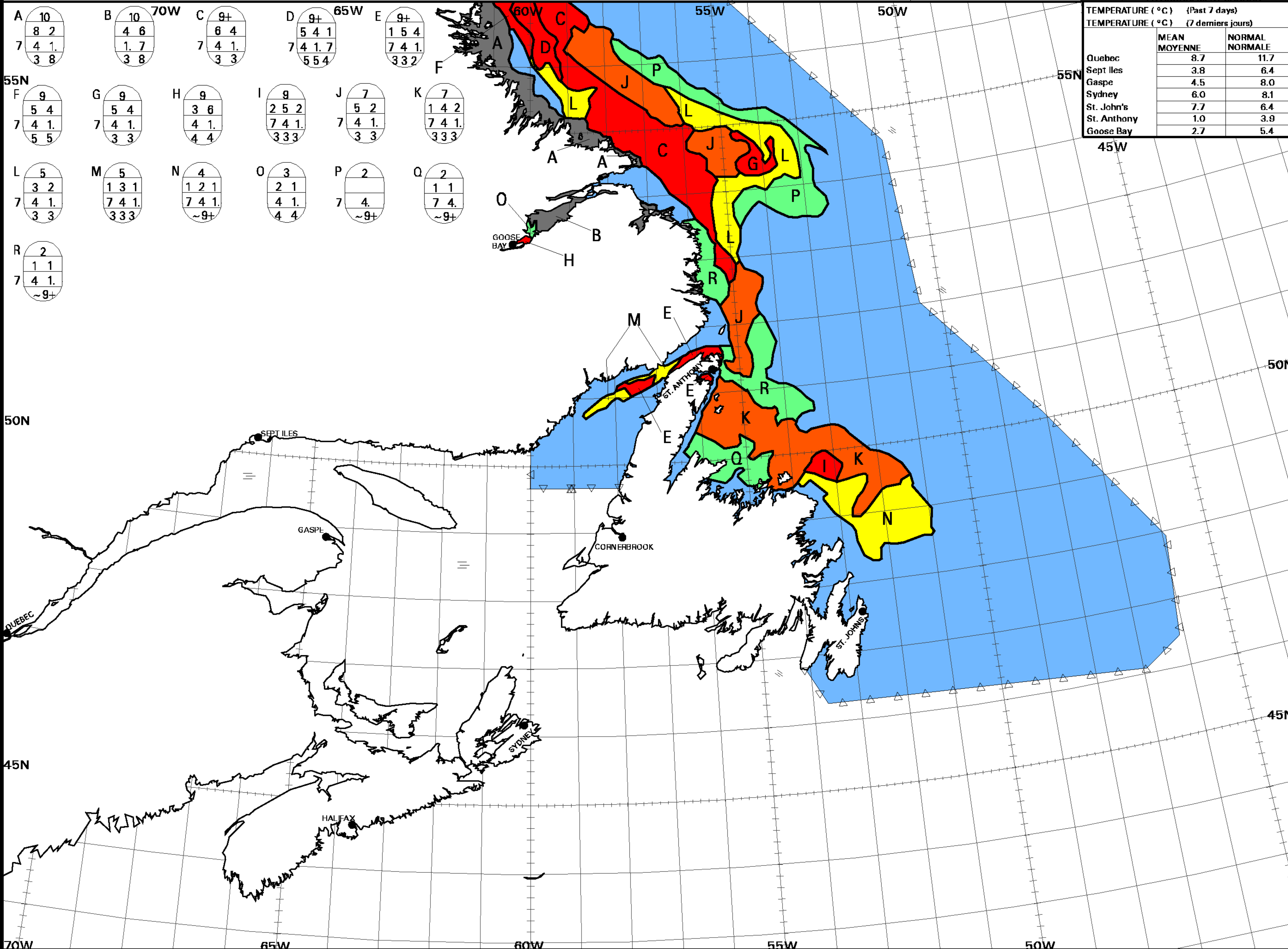
Canadian Ice Service/Service canadien des glaces (CIS/SCG)

Client Services/Service à la clientèle
373 promenade Sussex Drive, E-3
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Tel./Tél.: 1 800 767 2885 (Canada) and/et (613) 996-1550
Fax: (613) 947-9160
Email/Courriel: cis-scg.client@ec.gc.ca
Web site/Site web: <http://ice-glaces.ec.gc.ca>

A 10 8 2 7 4 1. 3 8	B 10 70W 4 6 1. 7 3 8	C 9+ 6 4 7 4 1. 3 3	D 9+ 65W 5 4 1 7 4 1. 7 5 5 4	E 9+ 1 5 4 7 4 1. 3 3 2
F 9 5 4 7 4 1. 5 5	G 9 5 4 7 4 1. 3 3	H 9 3 6 4 1. 4 4	I 9 2 5 2 7 4 1. 3 3 3	J 7 5 2 7 4 1. 3 3
L 5 3 2 7 4 1. 3 3	M 5 1 3 1 7 4 1. 3 3 3	N 4 1 2 1 7 4 1. ~9+	O 3 2 1 4 1. 4 4	P 2 7 4. ~9+
R 2 1 1 7 4 1. ~9+				Q 2 1 1 7 4. ~9+

TEMPERATURE (°C) (Past 7 days)		
TEMPERATURE (°C) (7 derniers jours)		
	MEAN MOYENNE	NORMAL NORMALE
Quebec	8.7	11.7
Sept Iles	3.8	6.4
Gaspe	4.5	8.0
Sydney	6.0	8.1
St. John's	7.7	6.4
St. Anthony	1.0	3.9
Goose Bay	2.7	5.4



WMO Colour Code - Concentration

Code de couleurs de l'OMM - Concentration

Ice Free
Libre de glace

< 1/10

1-3/10

4-6/10

7-8/10

9-10/10

Fast Ice
Banquise côtière

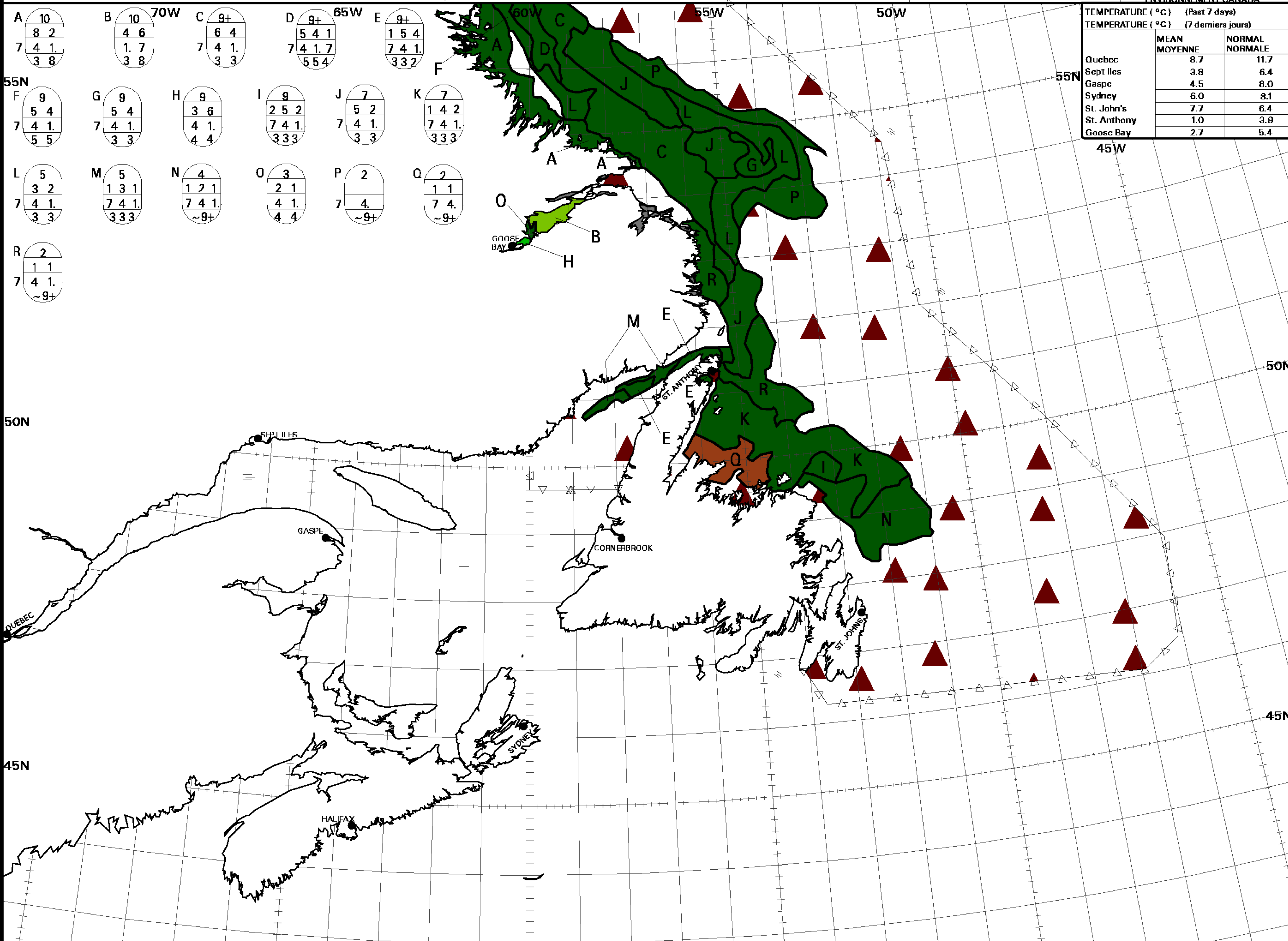
Undefined
Indéterminée

New Ice
Nouvelle glace

Nilas/Grey Ice
Nilas/glace grise

A 10 8 2 7 4 1. 3 8	B 10 4 6 7 1. 7 3 8	C 9+ 6 4 7 4 1. 3 3	D 9+ 5 4 1 7 4 1. 7 5 5 4	E 9+ 1 5 4 7 4 1. 3 3 2
F 9 5 4 7 4 1. 5 5	G 9 5 4 7 4 1. 3 3	H 9 3 6 4 1. 4 4	I 9 2 5 2 7 4 1. 3 3 3	J 7 5 2 7 4 1. 3 3
K 7 1 4 2 7 4 1. 3 3 3	L 5 3 2 7 4 1. 3 3	M 5 1 3 1 7 4 1. 3 3 3	N 4 1 2 1 7 4 1. ~9+	O 3 2 1 4 1. 4 4
P 2 7 4. ~9+	Q 2 1 1 7 4. ~9+	R 2 1 1 7 4 1. ~9+		

TEMPERATURE (°C) (Past 7 days)		
TEMPERATURE (°C) (7 derniers jours)		
	MEAN MOYENNE	NORMAL NORMALE
Quebec	8.7	11.7
Sept Iles	3.8	6.4
Gaspe	4.5	8.0
Sydney	6.0	8.1
St. John's	7.7	6.4
St. Anthony	1.0	3.9
Goose Bay	2.7	5.4



WMO Colour Code - Stage of Development

Code de couleurs de l'OMM - Stade de formation

	Ice Free Libre de glace		New Nouvelle		Grey-white Blanchâtre		Thin First-year Mince de première année		Old ice Vieille glace		Undefined Fast Ice Indéfini Banquise c ôtière
	Open Water Eau Libre		Grey Grise		First-year Première année		Medium First-year Moyenne de première année		Second-year Deuxième année		Undefined Indéterminée
	Icebergs						Thick First-year Épaisse de première année		Multi-year Plusieurs années		



ICEBERGS



An **iceberg** is a massive piece of ice of greatly varying shape, protruding 5 metres (m) or more above sea-level, which has broken away from a glacier and which may be afloat or aground.

About 90% of all icebergs encountered in Canadian waters are calved from the glaciers of Western Greenland. That adds up to between **10,000 to 40,000 icebergs annually**.



Un **iceberg** est une masse très importante de glace détachée d'un glacier et de forme très variable, laquelle émerge de 5 mètres (m) ou plus au-dessus du niveau de la mer, et qui peut être flottante ou échouée.

Environ 90 % de tous les icebergs dans les eaux canadiennes proviennent des glaciers de la côte ouest du Groenland. C'est ainsi que l'on compte **annuellement entre 10 000 et 40 000 icebergs**.

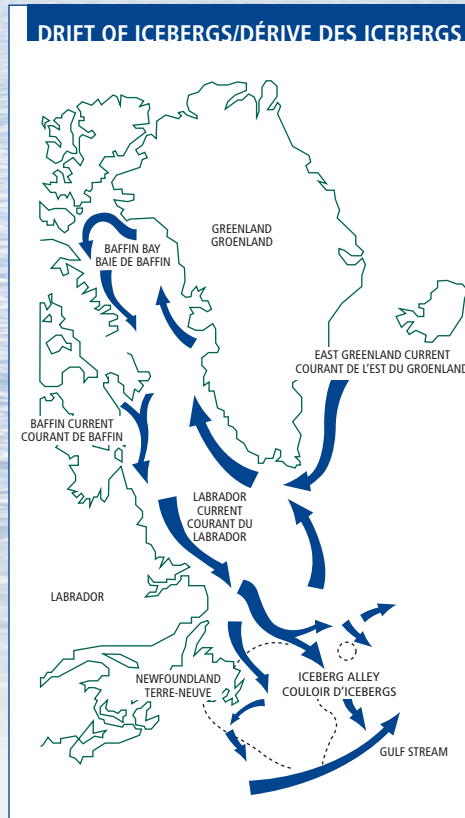
DID YOU KNOW THAT?

- The term "iceberg" probably originates from the Dutch term "ijsberg", which means ice hill. *
- The largest iceberg on record in the Northern Hemisphere was observed near Baffin Island in 1882. It was 13 kilometres (km) long, 6 km wide, 20 m above water, and had a mass of 9 billion tonnes. *
- Icebergs may be reported off Newfoundland during November, December, and January when their numbers are at a minimum, but the maximum normally occurs during **April, May and June**. *

The drift of icebergs from their origin on the west coast of Greenland to the coast of Newfoundland is about 1800 nautical miles and takes an average of 2 to 3 years. Icebergs travel in the Baffin Current and then the Labrador Current. Finally, they reach the Grand Banks of Newfoundland where they drift either eastward north of the Flemish Cap or southward between the Flemish Cap and the Grand Banks which is often referred to as "Iceberg Alley".



La dérive des icebergs depuis leur lieu d'origine, sur la côte ouest du Groenland, jusqu'aux côtes de Terre-Neuve est d'environ 1 800 milles marins et dure, en moyenne, de deux à trois ans. Les icebergs se déplacent à l'aide du courant de Baffin, puis du courant du Labrador. Enfin, ils aboutissent dans les Grands Bancs de Terre-Neuve, d'où ils dérivent ensuite, soit vers l'est, au nord du Bonnet Flamand, soit vers le sud, entre le Bonnet Flamand et les Grands Bancs, secteur communément appelé le « couloir d'icebergs ».



LE SAVIEZ-VOUS?

- Le terme « iceberg » provient probablement du mot Hollandais « ijsberg », qui signifie colline de glace. *
- Le plus grand iceberg dans l'hémisphère Nord a été observé près de l'île Baffin en 1882. Il était 13 kilomètres (km) de longueur, 6 km de largeur, 20 m d' hauteur au-dessus de l'eau et avait une masse de 9 milliards de tonnes. *
- Près de la côte de Terre-Neuve, on peut apercevoir des icebergs pendant les mois de novembre, décembre et janvier pendant lesquels leur nombre est au minimum mais pendant les mois d'**avril, mai et juin** le nombre d'icebergs est au maximum. *

* Dr. S.E. Bruneau



Canadian Ice Service/Service canadien des glaces (CIS/SCG)

Client Services/Service à la clientèle
373 promenade Sussex Drive, E-3
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Tel./Tél.: 1 800 767-2885 (Canada) and/et (613) 996-1550
Fax: (613) 947-9160
Email/Courriel: cis-scg.client@ec.gc.ca
Web site/Site web: <http://ice-glaces.ec.gc.ca>





ICEBERGS

ICEBERG SHAPES / FORMES D'ICEBERG



TABULAR / TABULAIRE

A flat-topped iceberg. Most show horizontal banding. Iceberg à sommet plat. La plupart présentent des bandes horizontales.



NON-TABULAR / NON-TABULAIRE

A flat-topped iceberg that has been eroded so that it no longer has a flat top. Iceberg à sommet plat ne comportant plus de sommet plat, à la suite des effets de l'érosion.



DRYDOCK / ÉRODÉ

An iceberg which is eroded such that a U-shaped slot is formed near or at water level, with twin columns or pinnacles. Iceberg érodé de façon à former une fente en U au niveau de l'eau (ou près de ce dernier) et comportant deux colonnes/pointes.



BLOCKY / BLOC

A flat topped iceberg with steep vertical sides. Iceberg à sommet plat et doté de parois verticales abruptes.



WEDGED / BISEAUTÉ

An iceberg that is rather flat on top and with steep vertical sides on one end, sloping to lesser sides on the other end. Iceberg doté d'un sommet plutôt plat et de parois verticales très prononcées à une extrémité, dessinant une pente vers l'autre extrémité moins prononcée.



PINNACLE / POINTU

An iceberg with a central spire or pyramid, with one or more spires. Iceberg doté au centre d'une pointe ou d'une pyramide formée d'une ou de plus d'une pointes.



DOMED / EN DÔME

An iceberg that is smooth and rounded on top. Iceberg à sommet lisse et arrondi.

CAN YOU SEE THE BERGY BITS? / POUVEZ-VOUS IDENTIFIER LES FRAGMENTS D'ICEBERG?

BERGY BIT

A piece of glacier ice, generally showing 1 to less than 5 m above sea level, with a length of 5 to 15 m. They normally have an area of 100 to 300 square metres.

FRAGMENT D'ICEBERG

Masse de glace flottante qui émerge généralement de 1 à 5 m dont la longueur est entre 5 et 15 m et couvrant une superficie de 100 à 300 mètres carrés.



Canadian Ice Service/Service canadien des glaces (CIS/SCG)

Client Services/Service à la clientèle
373 promenade Sussex Drive, E-3
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Tel./Tél.: 1 800 767-2885 (Canada) and/et (613) 996-1550
Fax: (613) 947-9160
Email/Courriel: cis-scg.client@ec.gc.ca
Web site/Site web: <http://ice-glaces.ec.gc.ca>



SUBJ: INTERNATIONAL ICE PATROL (IIP) BULLETIN

SECURITE

1. 25 JUL 07 1200 UTC ESTIMATED LIMIT OF ALL KNOWN ICE:
FROM 4731N 5236W TO 4700N 4800W TO 4800N 4600W TO 5000N 4700W
TO 5530N 5230W TO 5700N 5715W.

2. SIGNIFICANT REDUCTION OF LIMIT TO ALL KNOWN ICE SINCE

24 JUL 07 UTC BULLETIN DUE PREDICTED DETERIORATION.

3. SCATTERED ICEBERGS ARE NORTH OF 4900N AND WEST OF 5100W.

4. USE EXTREME CAUTION WHEN NEAR THE GRAND BANKS AS ICE MAY
BE PRESENT. REPORT POSITION AND TIME OF ANY ICE ENCOUNTERED
TO COMINTICEPAT VIA CG COMMUNICATIONS STATION NMF, NMN,
INMARSAT CODE 42, OR ANY CANADIAN COAST GUARD RADIO STATION.

MAKE UNCLASSIFIED SEA SURFACE TEMPERATURE AND WEATHER
REPORTS TO COMINTICEPAT EVERY SIX HOURS WITHIN LATITUDES 40N
AND 50N AND LONGITUDES 39W AND 57W.

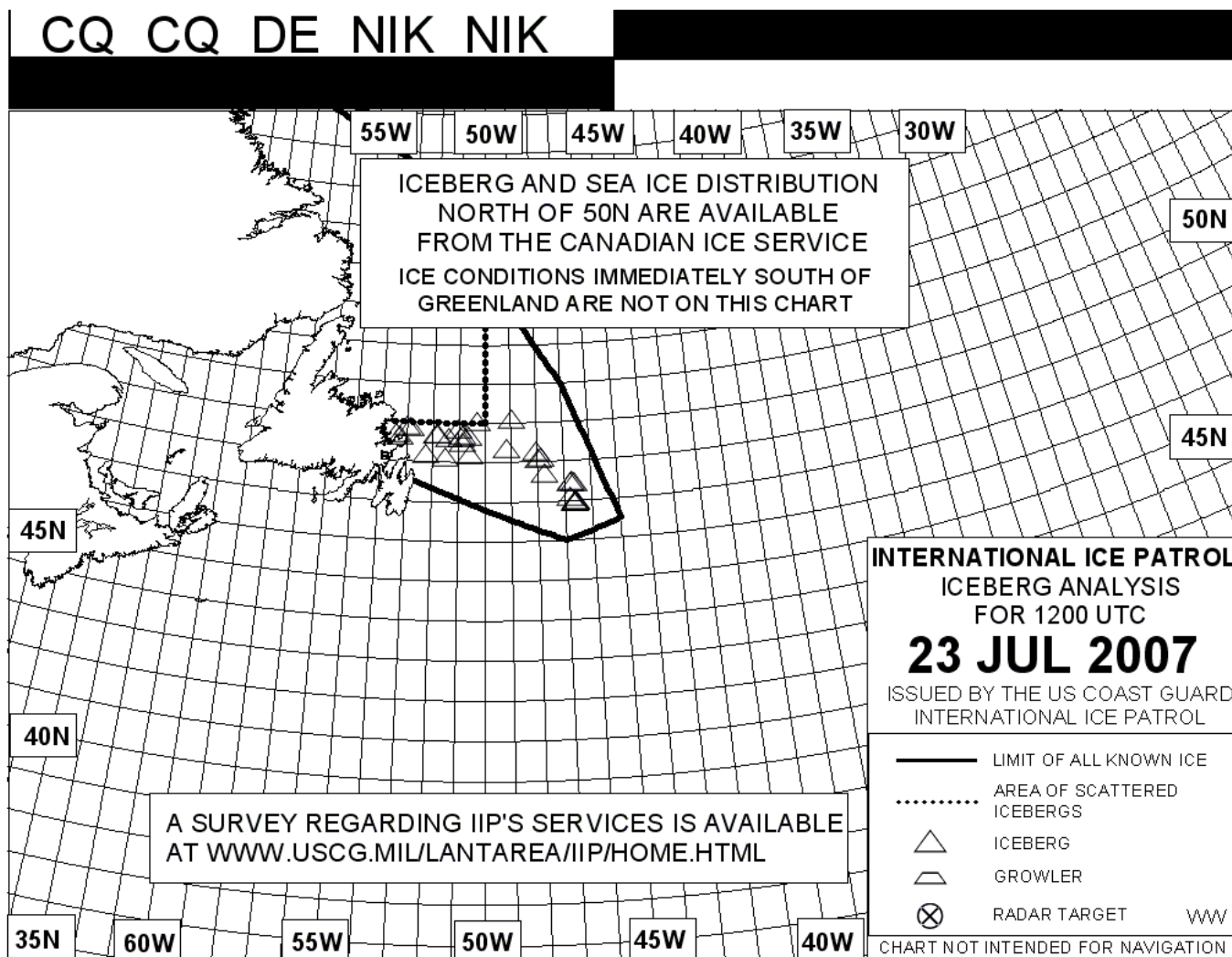
5. ICEBERG CHART FACSIMILE BROADCASTS ARE AT 0438Z, 1600Z
AND 1810Z ON FREQUENCIES 6340.5, 9110.0 AND 12750.0 KHZ.

6. ADDITIONAL ICE PRODUCTS AND A SURVEY REGARDING IIP'S
SERVICES ARE AVAILABLE AT WWW.USCG.MIL/LANTAREA/IIP/HOME.HTML.

BT

<http://www.uscg.mil/lantarea/iip/data/B12out.TXT>

26/07/2007



Know Your Ice

Land Ice

Water Vapor



Snow

A precipitation of ice crystals, most of which are branched



Firn

Old snow which has been transformed into a dense material. It is not snow; it's particles are joined. It is not ice; it has communicating air interstices.



Ice Sheet

A mass of ice and snow of considerable thickness and large area on rock or floating on water. An ice sheet of greater than 50,000 square Km is called an ice cap.



Glacier

A mass of snow and ice continuously moving from higher to lower ground, or if afloat, constantly spreading.



Ice Berg

A large mass of floating ice, more than 5 meters above sea level that has broken away from a glacier.

Ice Shelf

A floating ice sheet of considerable thickness attached to a coast. The seaward side is the ice front.



Tabular Berg

A flat topped ice berg formed by breaking off from an ice shelf.



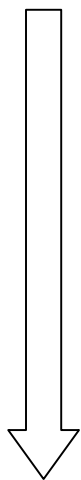
Bergy Bits

A piece of floating ice less than 5 meters above sea level and not more than about 10 meters across.



Growler

A piece of floating ice, smaller than a bergy bit, almost awash.

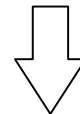


Brash
Accumulation of floating ice made up of fragments not more than 2 meters across. The wreckage of other forms of ice.

Sea Water

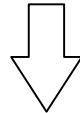
Sea Ice

Sea Water



Frazil Ice

Fine spicules or plates of ice in suspension in water.



Grease Ice

A later stage of freezing than frazil ice; coagulated spicules and plates.



Shuga

An accumulation of spongy white lumps, a few centimeters across formed from slush or grease ice.



Ice Rind

A brittle, shiny crust formed on a quiet surface by direct freezing or from grease ice less than 5 centimeters thick.

Slush

Snow, saturated with water floating after a heavy snowfall



Nilas

A thin elastic crust of floating ice bending on waves up to 10 centimeters thick.



Pancake Ice

A piece of new ice approximately circular, 30 centimeters to 3 meters across, with raised rims. Formed from freezing together of grease ice, slush or shuga or the break up of ice rind or nilas.



Fast Ice

Sea ice which remains fast along the coast where it is attached to the shore; an ice front, ice wall or over shoals or between grounded ice bergs.



Pack Ice

Any area of sea ice other than fast ice no matter the form or disposition.



Floe

A piece of floating ice other than fast ice or glacier ice. There are five sizes:

- Ice Cake - less than 10 meters across
- Small - 10 to 100 meters across
- Medium - 100 to 1000 meters across
- Big - 1 to 10 kilometers across
- Vast - Over 10 kilometers across



Brash

Accumulation of floating ice made up of fragments not more than 2 meters across. The wreckage of other forms of ice.

Sea Water