

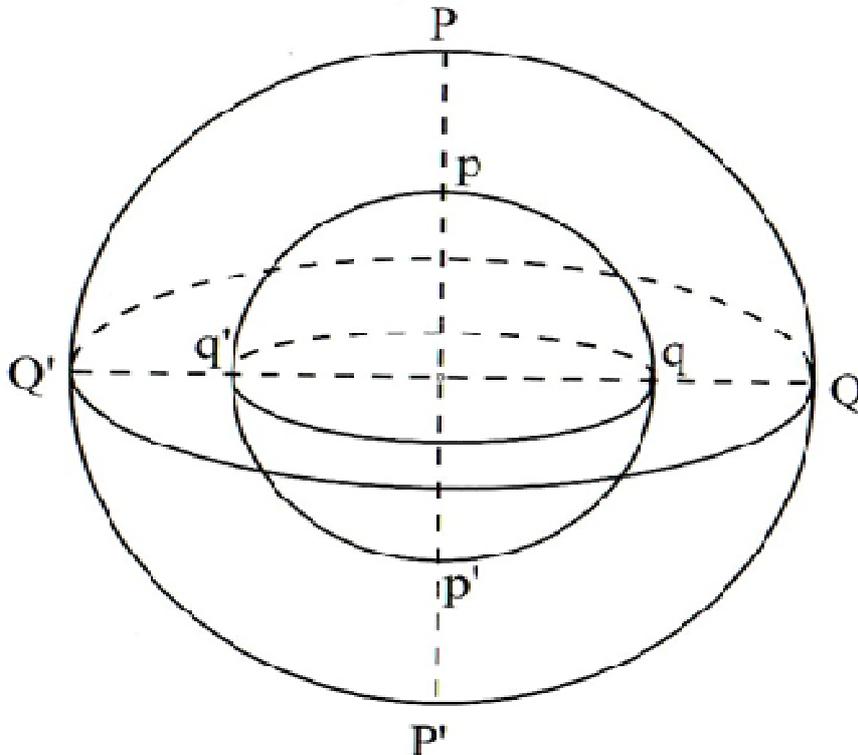
**TEMARIO OFICIAL CY 2015**

**1.1- LA ESFERA CELESTE:**

Con fines didácticos imaginaremos que el universo (esfera celeste) es una gran esfera concéntrica a la esfera terrestre. La representaremos con un radio limitado y muy desproporcionado respecto al de la tierra. A ella se encuentran adheridas las estrellas y todas a la misma distancia del centro de la tierra.

Las líneas de referencia de la esfera celeste, serán proyecciones de las terrestres:

Ecuador terrestre -----Ecuador celeste  
Eje de la esfera terrestre-----Eje de la esfera celeste  
Polo norte / Sur terrestres----- Polos Norte /Sur celestes



Al ser proyectadas desde el centro de la tierra la llamaremos **esfera celeste geocéntrica** y **esfera celeste local** si esta es proyectada desde la situación del observador.

Los sistemas de representación de coordenadas en la esfera celeste dependen de la línea de referencia que tomemos:

1º Con referencia al Ecuador celeste.

**Puntos de referencias del observador:**

2º Horizonte del observador.

**DEFINICIONES: LA ESFERA CELESTE.**

**Polos celestes** son las proyecciones del polo norte y sur terrestres.

**Eje del mundo** es la línea que une los polos celestes. Es el eje aparente del firmamento.

**Polo elevado** es en el que se encuentra el observador.

**Polo depreso** es el opuesto en el que se encuentra el observador.

**Ecuador celeste** es la proyección del ecuador terrestre sobre la esfera celeste.

**Meridiano** es la línea imaginaria que pasa por los polos. Hay infinitos meridianos y el más importante es el de Greenwich, llamado también primer meridiano ó meridiano cero.

**Meridiano superior del lugar.** Es aquel que pasa por el lugar donde se encuentra el observador.

**Meridiano inferior del lugar.** Es aquel que dista  $180^\circ$  de lugar donde se encuentra el observador.

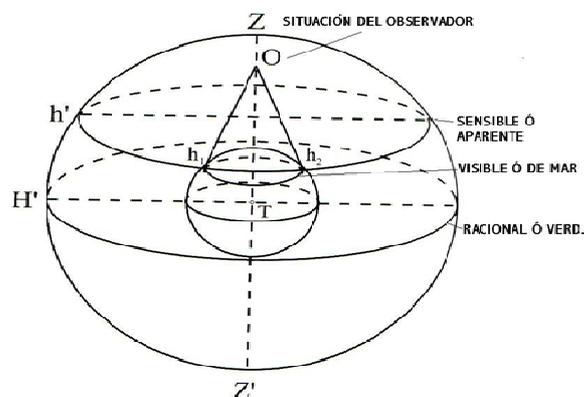
**Zenit** es el punto más alto sobre la cabeza del observador si emplazamos una plomada que pase por su situación.

**Nadir** es el punto más bajo e inferior al observador si emplazamos una plomada que pase por su situación.

**Eje zenital** es el eje que representa la línea de la plomada en la posición del observador.

**Horizonte racional ó verdadero** es el círculo máximo perpendicular a la línea Zenit – Nadir y divide la esfera celeste en dos hemisferio visible (contiene el Zenit) y el invisible ( contiene el Nadir).

**Horizonte visible ó de mar** es la superficie cónica formada por todas las visuales que salen del ojo del observador y son tangentes a la superficie de la mar.



**PUNTOS CARDINALES:**

**Líneas verdaderas Norte / Sur** se llama a la intersección N / S del meridiano del lugar con el horizonte verdadero, también llamada meridiana. El extremo más cercano de la línea al polo Norte se le llama punto cardinal Norte y punto cardinal Sur, al más cercano al Sur.

**Línea verdadera Este /Oeste** es la intersección del ecuador con el horizonte se le llama línea verdadera E / W, y mirando al norte a derecha nombramos el punto cardinal E y a la izquierda el punto cardinal W.

**Punto cardinal Norte** es el punto más alto de la esfera observando desde el ecuador.

**Punto cardinal Sur** es el punto más bajo de la esfera observando desde el ecuador.

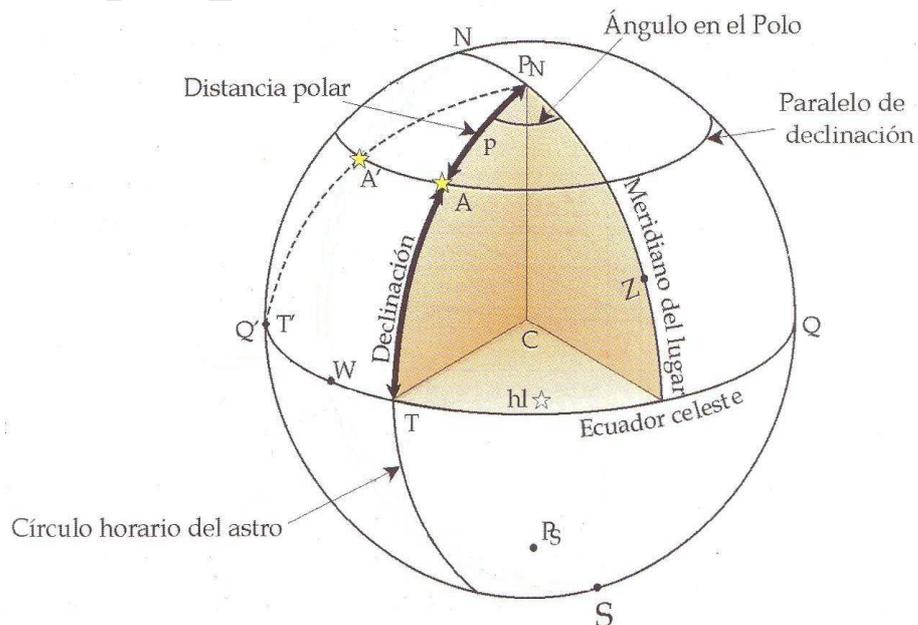
**Punto cardinal Este (pronunciado leste)** Si nos situamos sobre el ecuador mirando hacia el punto cardinal Norte, a nuestra derecha estará el Este. (Punto cardina por donde sale el Sol).

**Punto cardinal Oeste.** Si nos situamos sobre el ecuador mirando hacia el punto cardinal Norte, a nuestra izquierda estará el oeste. (Punto cardinal por donde se pone el Sol).

**1.2- SISTEMA DE COORDENADAS HORARIAS:**

**“-REFERIDO AL ECUADOR CELESTE-:**

En este sistema el polo fundamental es el polo Norte de la esfera celeste, el círculo fundamental es el ecuador celeste. **Sus coordenadas son el horario y la declinación.** Son llamadas coordenadas locales ya que el horario depende de la situación del observador.



**LÍNEAS DE REFERENCIA HORARIA:**

**Semicírculos horarios:** Son los meridianos celestes que pasan por los polos.

**Paralelo de declinación:** Círculo menor paralelo al ecuador celeste, que pasa por el centro de un astro

**COORDENADAS HORARIAS:**

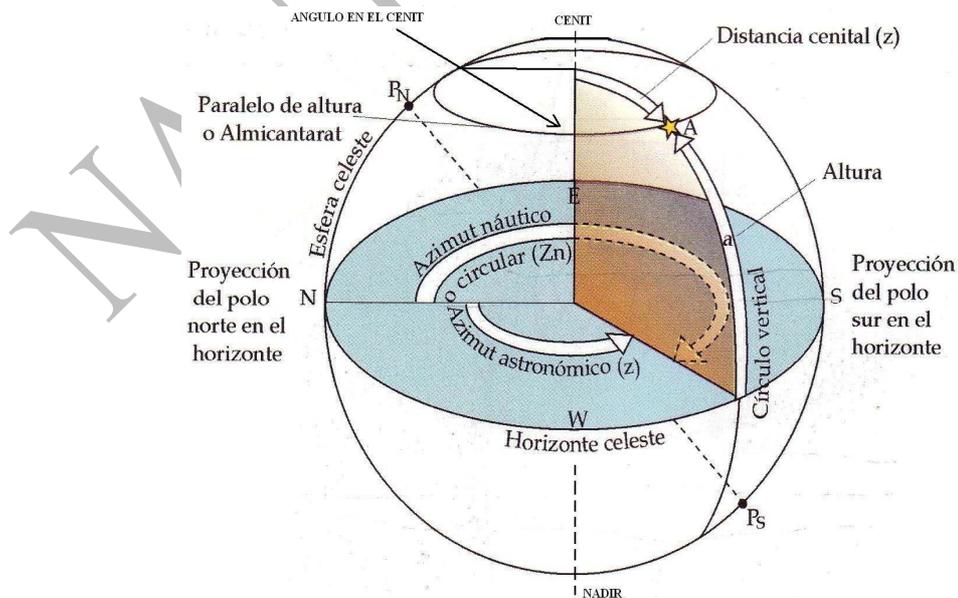
**Declinación (d):** Es la distancia angular medida de 0° a 90° desde el ecuador celeste hasta el astro, siendo positivas hacia el norte (+) y negativas hacia el sur (-). El complemento hasta el polo se llama **distancia polar ó codeclinación**. (90°- d) en hemisferio norte y (90°+ d) en el sur.

**Horario del lugar del astro (P):** Es el arco de ecuador contado desde el meridiano superior del lugar donde se encuentra el observador hasta el semicírculo horario (meridiano) que pasa por el astro .Se llama también **ángulo en el polo** siempre que sea menor de 180°.

**1.3 SISTEMA DE COORDENADAS HORIZONTALES O AZIMUTALES**

**-REFERIDO AL HORIZONTE-**

En este sistema de coordenadas, el polo fundamental es el cenit y el círculo fundamental es el horizonte verdadero. **Sus coordenadas son; el azimut del astro y la altura verdadera.** Son llamadas coordenadas locales ya que dependen de la situación del observador.



El sistema es referido a la línea perpendicular que pasa por la situación observador cenit- nadir, que atraviesa la esfera celeste y terrestre (dirección de la plomada). El punto central de la tierra da lugar a un círculo máximo llamado **horizonte verdadero**, el cual divide la tierra en dos hemisferios: visible y oculto.

### **LÍNEAS Y CÍRCULOS DE REFERENCIA:**

**Polo elevado:** Es aquel que se encuentra en el mismo hemisferio terrestre que el observador.

**Polo depreso** Es aquel opuesto a la situación del observador.

**Línea cenit-nadir:** (Similar al eje del mundo)

Es la línea imaginaria que pasa perpendicular por la situación del observador y atraviesa la esfera terrestre y la celeste (dirección de la plomada). **El punto superior se llama cenit y al inferior nadir.**

**Círculo vertical:** (Similar a los meridianos terrestres)

Son circunferencias que pasan por el zenit y el nadir.

**Círculo vertical principal:** (Similar al meridiano de Greenwich)

Es aquel que pasa por los puntos cardinales norte-sur y que contiene el cenit.

**Círculo vertical primario:**

Es aquel que corta al vertical principal con  $90^\circ$  y pasa por los puntos cardinales E/W.

El vertical primario divide (conjuntamente con el principal) el horizonte en cuatro cuadrantes de  $90^\circ$  (NE, SE, SW, NW ).

Al cortarse el vertical primario con el principal da lugar a dos semicírculos llamados **vertical primario oriental (al este) y vertical primario occidental (al oeste).**

**Semicírculo vertical:** (Similar a los meridianos)

Son semicírculos que empiezan y terminan en el cenit y nadir.

**Almicantarat:** (Similar a los paralelos terrestres)

Es la circunferencia menor paralela al horizonte y que pasan por el centro de un astro. Se le conoce también como **círculo de alturas iguales.**

### **COORDENADAS HORIZONTALES O AZIMUTALES DE LOS ASTROS:**

**Altura verdadera (av):** Es el arco de semicírculo vertical contado desde el horizonte hasta el almicantrat que pasa por el centro del astro .Se mide de 0° a 90° en positivo hasta el cenit.

Si la altura de un astro es negativa, este no será visible al observador, al encontrarse bajo el horizonte.

La distancia en grados desde el astro hasta el cenit se llama **distancia cenital**. (90-av)

**Azimut (Z):** Es el arco de horizonte comprendido entre el semicírculo vertical norte y el que pasa por el astro. **Se le llama ángulo en el cenit.**

**Formas de medir el azimut:**

**Azimut náutico ó circular (Z):** Es el arco de horizonte que se cuenta desde el norte de 0° a 360° por el este, hasta el semicírculo vertical que pasa por el astro.

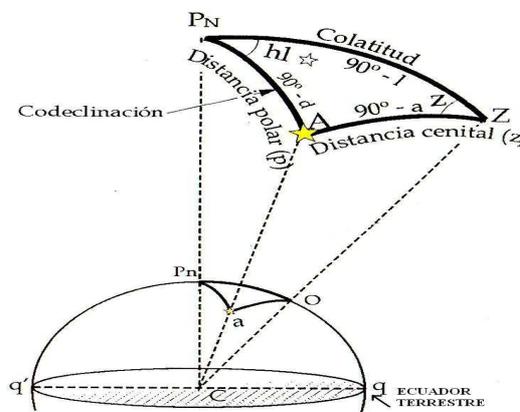
**\*Cuando la latitud del observador sea Sur los azimut náuticos ó circulares, los contaremos desde el sur y en sentido anti horario (hacia el este). Su valor es siempre (+).**

**Azimut cuadrantal (Z):** Es el arco de horizonte que se cuenta desde los puntos cardinales N/S (el más próximo) hasta el semicírculo vertical que pasa por el astro de 0° a 90° hacia el este u oeste.

**Azimut astronómico (Za):** Es el arco de horizonte contado desde el polo elevado hasta el pie semicírculo vertical que pasa por el astro. Medido hacia el este es oriental y hacia el oeste es occidental. (Siempre menor de 180°)

**1.4 TRIÁNGULO DE POSICIÓN**

Con la ayuda de la trigonometría esférica resolveremos el triángulo de posición, con lo que calcularemos sus valores, el valor de sus ángulos y por supuesto nuestra situación.



**VALORES DE LOS LADOS DEL TRIÁNGULO:**

PnZ: Complemento de la latitud del observador ó **Colatitud**. (  $90 - l$  ) **Hemisferio N**, en **hemisferio Sur** ( $90+l$ ).

PnA: Distancia polar ó **codeclinación**. (  $90 - d$  ) **Hemisferio N**, en el **Sur** ( $90+d$ )

ZA: Distancia zenital ó complemento de altura verdadera, (  $90 - av$  ).

**VALORES DE ÁNGULOS DEL TRIÁNGULO:**

HI\*: Ángulo en el polo u horario (oriental / occidental /astronómico).

Z: Ángulo en el zénit. (siempre menor de  $180^\circ$ ).

A: Ángulo de posición paraláctico.

**VALOR DEL ÁNGULO EN EL POLO:**

**Ángulo en el polo (P):** Es el ángulo diedro formado por dos planos, uno el del meridiano superior del lugar (semicírculo horario que pasa por el lugar) y el semicírculo horario que pasa que pasa por el astro, siendo su vértice el polo elevado. Su valor es el del horario del astro en el lugar (**HL\***) representado sobre el ecuador celeste. Esta coordenada pertenece al sistema de coordenadas horarias.

**Formas de medir los horarios:**

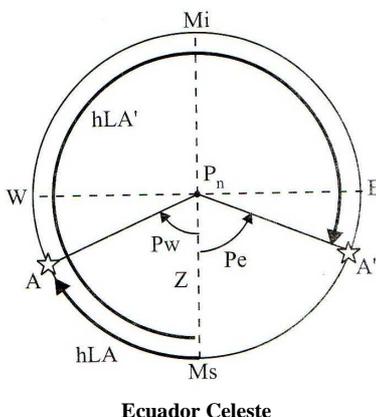
**Horario astronómico:** Es el que se mide **de  $0^\circ$  a  $360^\circ$  por el Oeste** a partir del meridiano superior del lugar, hasta el semicírculo horario del astro. Cuando es mayor de  $180^\circ$  se pasa a oriental restándolo de  $360^\circ$ .

**Horario occidental:** Es el que se mide **de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  hacia el Oeste** a partir del meridiano superior del lugar hasta el semicírculo horario del astro. El horario occidental es igual al astronómico, ya que los dos cuentan hacia el Oeste y tienen el mismo punto de partida.

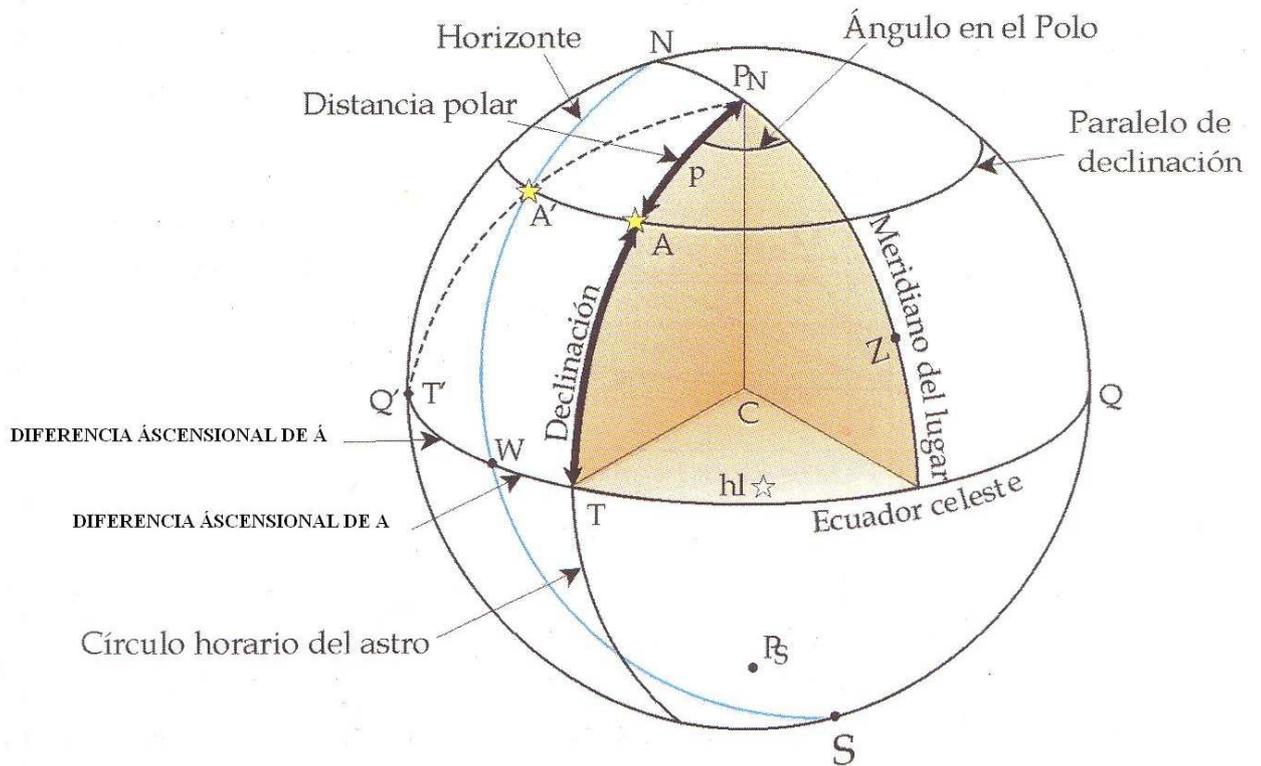
**Horario oriental:** Es el que se mide **de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  hacia el Este** a partir del meridiano superior del lugar hasta el semicírculo horario del astro.

**HORARIO OCCIDENTAL**

**HORARIO ORIENTAL**



**En el almanaque náutico vienen los horarios astronómicos referidos a Greenwich de  $0^\circ$  a  $360^\circ$  medidos hacia el W.**



**VALOR DEL ÁNGULO EN EL ZÉNIT**

**Ángulo en el zénit o ángulo cenital (Z):** Es el ángulo diedro formado por dos planos, uno el semicírculo vertical que pasa por el observador (vertical del mismo nombre que el polo elevado) y el semicírculo vertical que pasa por el astro. Esta coordenada pertenece al sistema de coordenadas horizontales.

**Formas de medir el azimut:**

**Azimut náutico ó circular (Z):** Es el arco de horizonte que se cuenta desde el norte de 0° a 360° por el este, hasta el semicírculo vertical que pasa por el astro. Si el observador se encuentra en el hemisferio sur se contarán desde el sur hacia el E y de 0° a 360°.

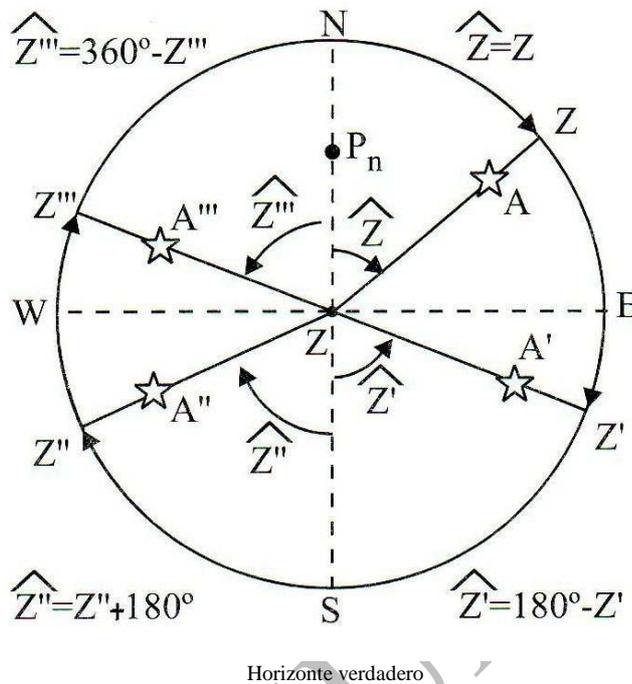
**Azimut cuadrantal (Z):** Es el arco de horizonte que se cuenta desde los puntos cardinales N/S (el más próximo) hasta el semicírculo vertical que pasa por el astro de 0° a 90° hacia el este ú oeste.

**Azimut astronómico (Za):** Es el arco de horizonte contado desde el polo elevado hasta el pie semicírculo vertical que pasa por el astro. Medido hacia el este es oriental y hacia el oeste es occidental. (Siempre menor de 180°)

**DIFERENTES TIPOS DE AZIMUTES:**

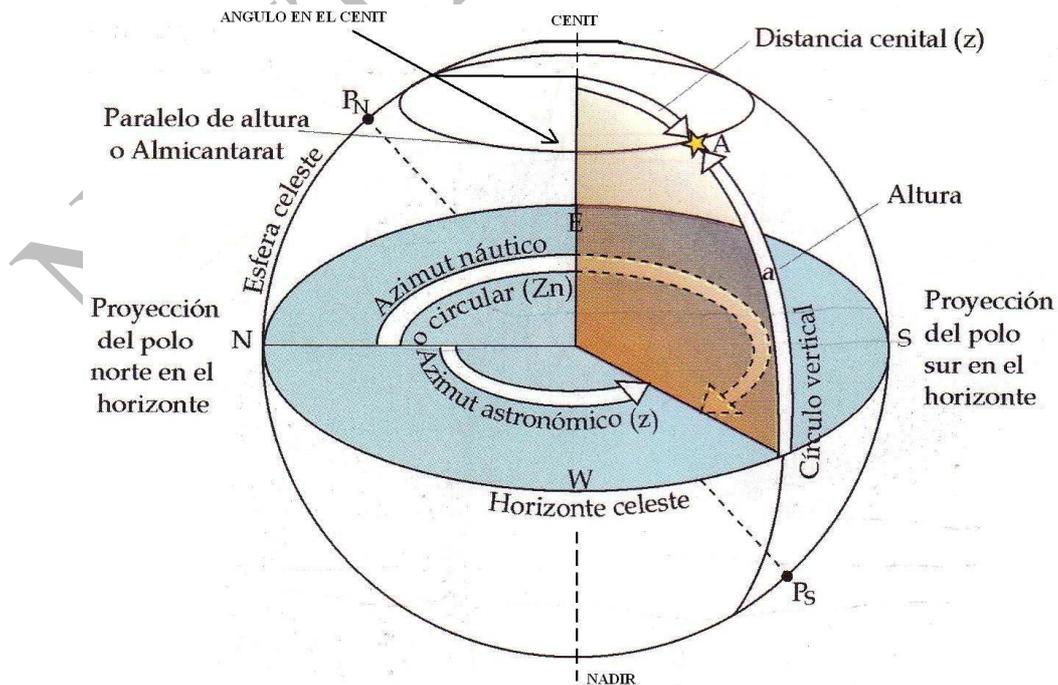
**AZIMUT OCCIDENTALES**

**AZIMUT ORIENTALES**



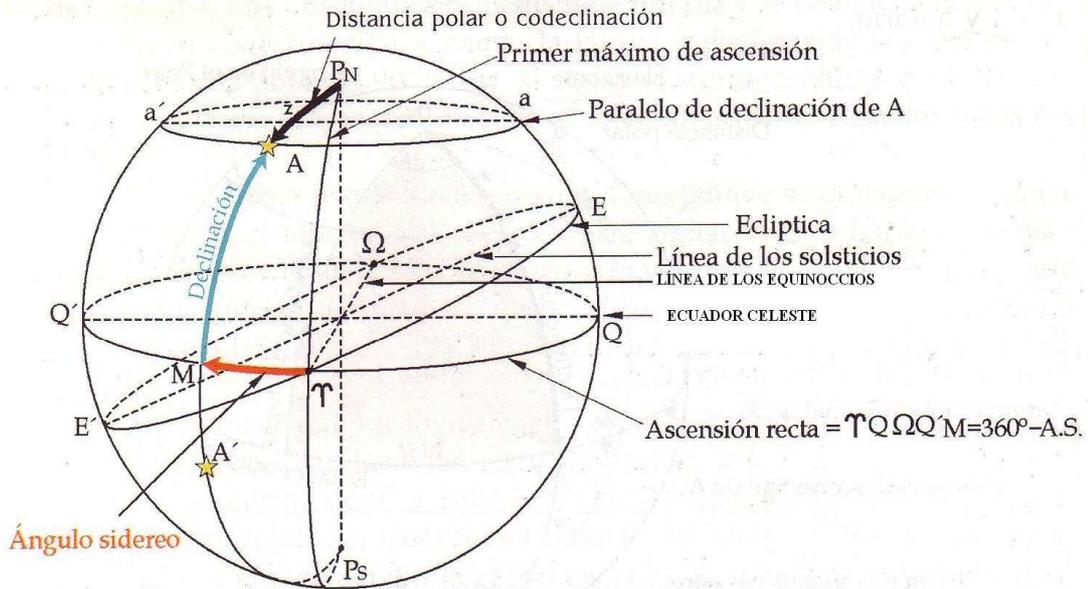
**Azimet astronómico:**

**Representación del ángulo contado desde el polo elevado.  
El valor del ángulo siempre será menor de 180°.**



**1.5- LA ECLÍPTICA**

Se define la eclíptica como el plano de la órbita que realiza la tierra alrededor del Sol en su movimiento de translación.



Coordenadas uranográficas ecuatoriales: declinación y ascensión recta.

**OBLICUIDAD DE ECLÍPTICA:**

Es el ángulo que forma el ecuador celeste con el plano de la órbita aparente que recorre el Sol medio alrededor de la tierra,  $23^\circ 27'$ . Esta órbita corta el ecuador celeste en dos puntos;

**Punto de Aries** es el punto corte de la eclíptica con el ecuador celeste en el momento que el Sol aparente inicia su camino ascendente (declinación Norte). Esto se produce el día 21 de marzo momento en el que la declinación del sol es  $0^\circ$  (equinoccio de primavera llamado también **Punto Vernal o Nodo ascendente**. Este, es el de inicio para medir las longitudes celestes.

**Punto de Libra** es el punto opuesto al anterior en el que el Sol comienza su andadura hacia la declinación Sur se llama **Punto de Libra o nodo descendente** y el valor de su declinación es  $0^\circ$ , esto sucede el día 22 de septiembre (equinoccio de otoño).

## **1.6- SISTEMA DE COORDENADAS URANOGRÁFICAS ECUATORIALES**

**“-REFERIDO AL ECUADOR CELESTE Y ECLÍPTICA-”**

### **LÍNEAS DE REFERENCIA DEL SISTEMA:**

**Máximo de ascensión:** Son semicírculos que pasan por los polos y por el centro del astro.

**Primer máximo de ascensión:** Es el semicírculo que pasa por los polos celestes y por el corte de la eclíptica con el ecuador celeste. **Se llama a este lugar punto de Aries.**

**Paralelos secundarios ó de declinación:** Son circunferencias menores paralelas al ecuador y que pasan por el centro de un astro.

### **COORDENADAS URANOGRÁFICAS ECUATORIALES:**

**Declinación:** Es el arco de máximo de ascensión contado de 0° a 90°, desde el ecuador celeste hasta el astro. Declinación norte (+), sur (-).

Se llama **distancia polar ó codeclinación**, a la distancia angular desde el polo celeste hasta el astro, (90°- d) en hemisferio norte y (90°+ d) en el sur.

**Ascensión recta (AR):** Es el arco de ecuador celeste comprendido entre el punto de Aries o primer máximo de ascensión y el máximo de ascensión que pasa por el astro. Se cuenta desde Aries hacia el este de 0° - 360° (desplazamiento del sol aparente en la eclíptica). **Actualmente no se utiliza.**

**Ángulo sidéreo (AS):** Es el arco de ecuador celeste contado de 0° a 360° desde Aries hacia el Oeste.

$$AS = 360^\circ - AR$$

## **1.7- RELACIÓN ENTRE COORDENADAS MEDIDAS SOBRE EL ECUADOR:**

### **DEFINICIONES DE HORARIOS:**

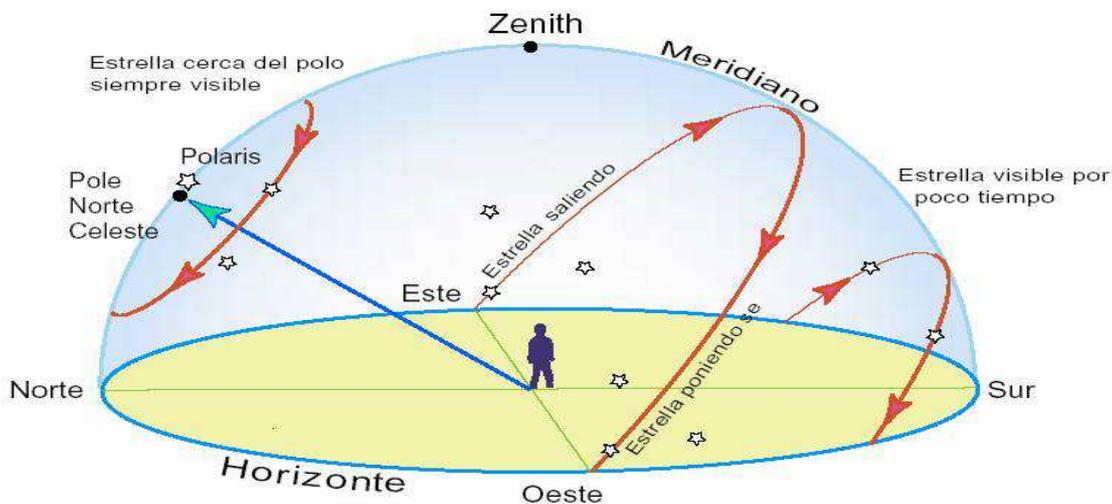
**Primer meridiano o meridiano cero** es el semi-círculo imaginario que empieza y termina en los polos de la esfera terrestre, pasando por la ciudad inglesa de Greenwich. Este es el punto inicial o de referencia para medir las longitudes terrestres.

**Horario Greenwich del astro** es el arco de ecuador celeste contado desde el meridiano de Greenwich hasta el semicírculo horario que pasa por el astro.

**Horario Greenwich de Aries** es el arco de ecuador celeste contado desde el meridiano de Greenwich hasta el semicírculo horario que pasa por el punto de Aries.



**1.8 MOVIMIENTO APARENTE DE LOS ASTROS:**



**Arco diurno** es el arco de la esfera celeste que aparentemente recorre el astro durante el día, en la situación del observador. Las estrellas no serán visibles para el observador.

**Arco nocturno** es el arco de la esfera celeste que aparentemente recorre el astro durante la noche, en la situación del observador. Las estrellas serán visibles para el observador.

**Orto aparente** es el momento en que el astro corta el horizonte visible por el E.

**Ocaso aparente** es el momento en que el astro corta el horizonte visible por el W.

**Paso de un astro por el meridiano superior del lugar:** Decimos que un astro pasa por el meridiano superior, cuando el horario astronómico del lugar o ángulo en el polo, (HAL\* /P), es igual a 000° ó 360°. En este caso su azimut verdadero será N /S. **Esto pasa con el sol cada medio día civil verdadero.**

**Paso de un astro por el meridiano inferior del lugar:** Decimos que un astro pasa por el meridiano inferior, cuando el horario astronómico del lugar o ángulo en el polo, (HAL\* /P), es igual a 180°. En este caso su azimut verdadero será N /S. **Esto pasa con el sol cada inicio de día civil.**

**PASO DE LOS ASTROS POR MS/MI, IDENTIFICACIÓN DEL EVENTO:**

En primer lugar su azimut será como dijimos N o S. Posteriormente aplicaremos.....

- 1) Si se observa cara al polo depresso, siempre estará en el meridiano superior.
- 2) Si se observa cara al polo elevado siendo su altura verdadera mayor que la latitud del observador, el astro estará en el meridiano superior.
- 3) Si se observa cara al polo elevado y su altura verdadera es inferior a la latitud del observador, estará en el meridiano inferior.

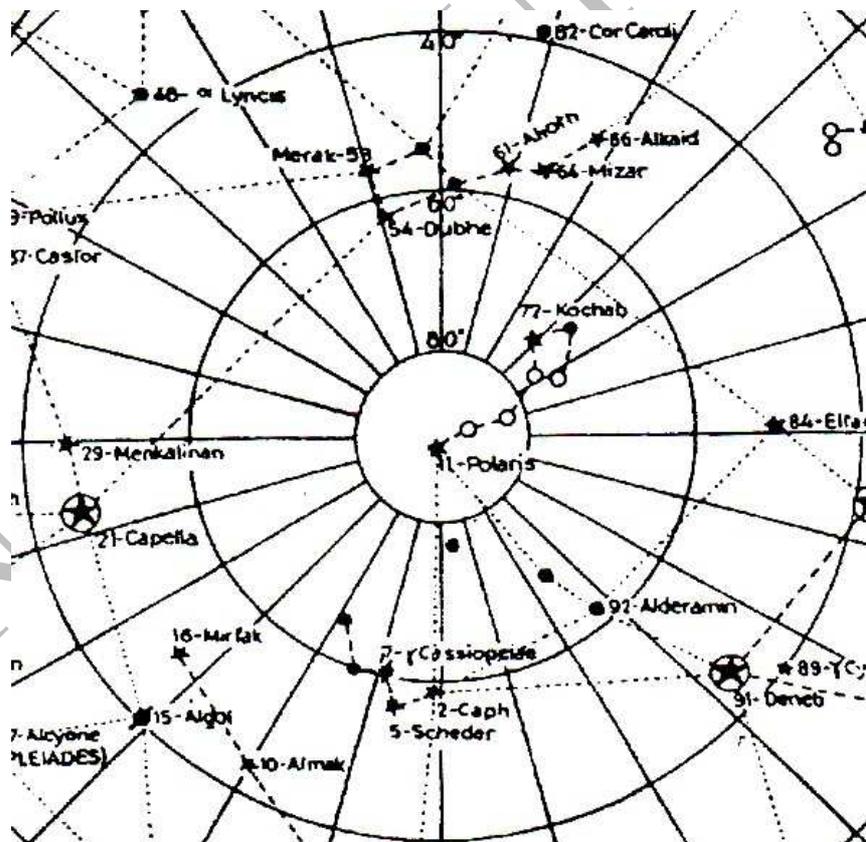
**1.9- CONSTELACIONES**

**LA POLAR:**

Es una estrella de segunda magnitud en cuanto a la intensidad de su brillo, pero de gran importancia para la navegación, ya que está cerca del polo Norte Celeste. Perteneció a la constelación de la Osa Menor, siendo la primera de la vara del carro de esta.

Esta estrella recorre un pequeño círculo alrededor del polo, pudiendo llegar su error con respecto a este de hasta 1.5° al Este u Oeste del Polo Norte. Sirve también para calcular la latitud del observador con un pequeño cálculo aplicando unas correcciones, a la altura observada de la estrella, debido a lo anteriormente expuesto.

**El modo de reconocerla** más usual es el de tomar enfilación entre las dos estrellas de la Osa Mayor (Dhube y Merak), prolongando esta unas cinco veces. No siempre esto es posible ya que parte de la Osa Mayor se oculta tras el horizonte debido al movimiento relativo de la constelación y encontrarse las estrellas (Dhube y Merak), cerca del meridiano inferior del observador, podemos localizar la Polar trazando las bisectrices a los ángulos formados por las estrellas de la constelación Casiopea

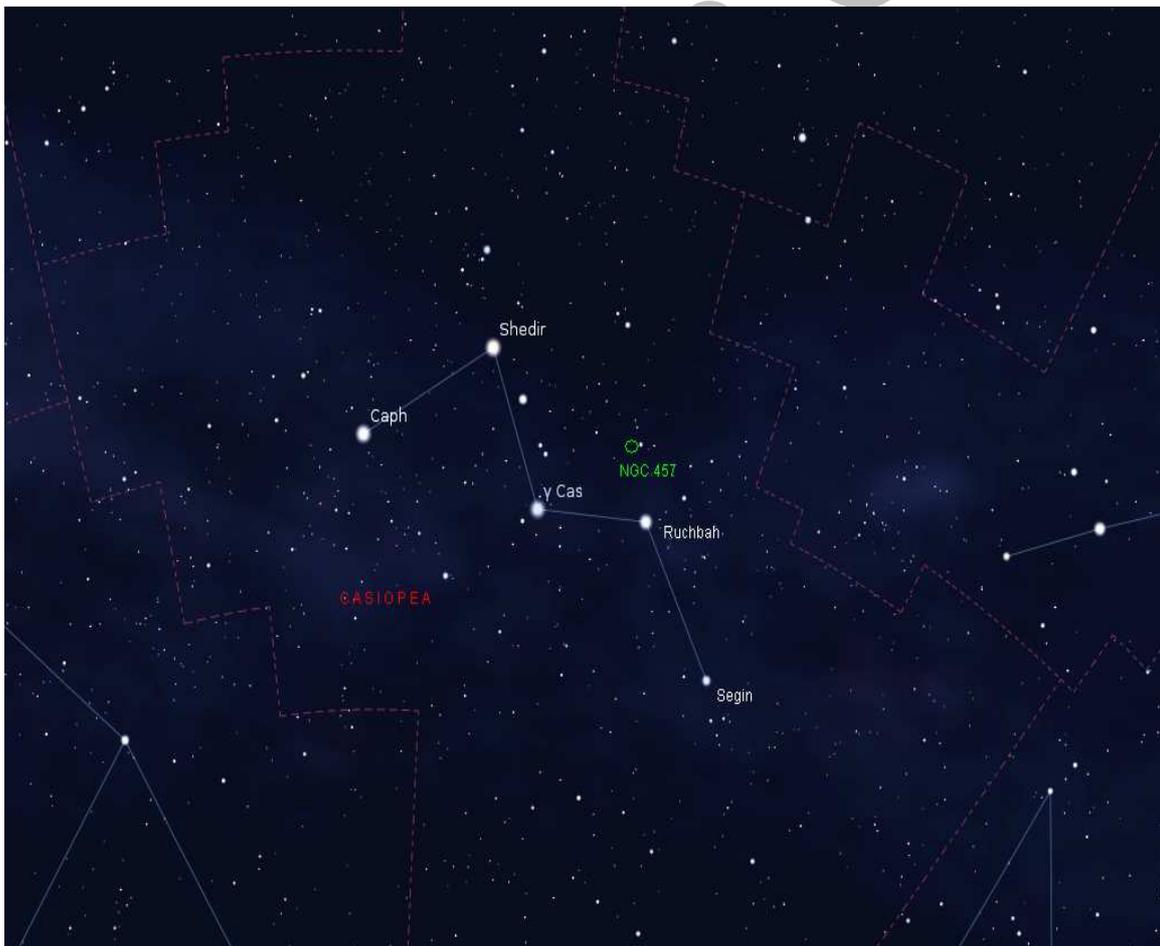


**CASSIOPEA:**

Esta constelación tiene forma de M ó W. Tomando las cinco estrellas más brillantes de esta, y trazando bisectrices a sus dos ángulos, que en su intersección darán con la polar.

Para los observadores desde el hemisferio sur, esta constelación permanecerá siempre invisible, si la latitud de lugar es inferior a su mínima declinación, es decir, 46,5 ° S, como la latitud de la ciudad de Buenos Aires, Montevideo, Santiago, Ciudad del Cabo o Melbourne.

Cassiopea tiene su máxima culminación (mayor declinación) en el mes de noviembre siendo su asterismo más característico el formado por sus cinco estrellas más brillantes (de oeste a este): Caph, Schedar, Cih, Ruchbab y Segin. Estas estrellas toman la característica forma de una "M". Es en esta culminación cuando tiene la mejor visibilidad para los observadores australes, que la verán formando una "W" muy baja sobre el horizonte norte al igual como sería observado seis meses más tarde en las latitudes medias septentrionales.



**LA OSSA MAYOR:**

Es quizás una de las constelaciones más conocidas. Se encuentra cerca del polo Norte celeste y la forman 21 estrellas. Las 7 más populares que marcan el carro son; Alcaid, Mizar, Alioth, Megrez, Phecda, Merak y Dubhe.



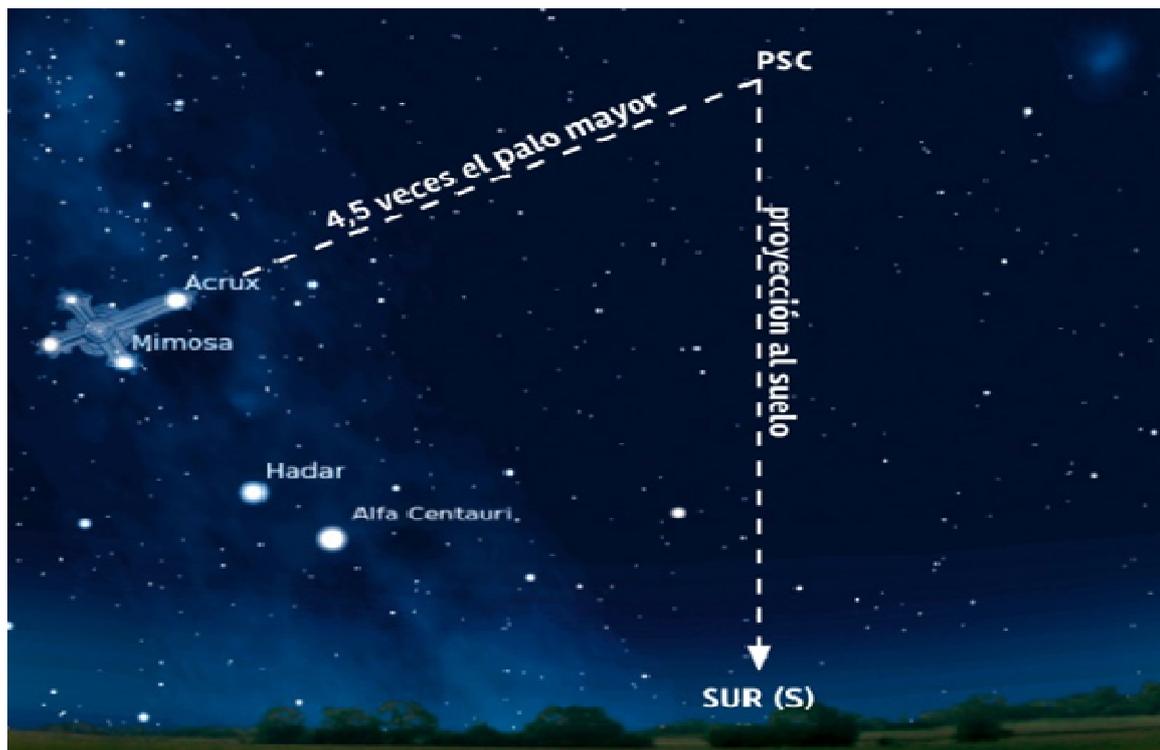
Para localizarla, lo más fácil será buscar lo que coloquialmente se conoce como el **carro**, la **sartén** o el **cazo**, el conjunto de estrellas de la Osa Mayor que adquieren esta forma y son fácilmente distinguibles.

A partir de ahí, también podrás localizar la **Osa Menor** y la **estrella polar**, ya que si se multiplica por 5 la distancia entre las estrellas Merak y Dubhe, se podrá encontrar la cola de la Osa Menor, donde se encuentra la estrella polar.

**LA CRUZ DEL SUR:**

Esta constelación tuvo en la antigüedad una gran importancia para la orientación de los viajeros, ya que marca el sur supliendo la falta de estrella polar en nuestro hemisferio. Aun hoy es útil e interesante saber como determinar el Sur con su ayuda.

Se encuentra cerca del polo Sur celeste y la forman 4 estrellas; Gacrux, Acrux, Mimosa (o becrux) y Decrux.



El polo sur celeste se puede determinar prolongando en línea recta del brazo mayor de la cruz 4,5 veces, hacia los pies de la cruz. Bajando en forma vertical a partir de ese punto quedara determinado el Sur Terrestre dirección que nos indicara el punto cardinal Sur.

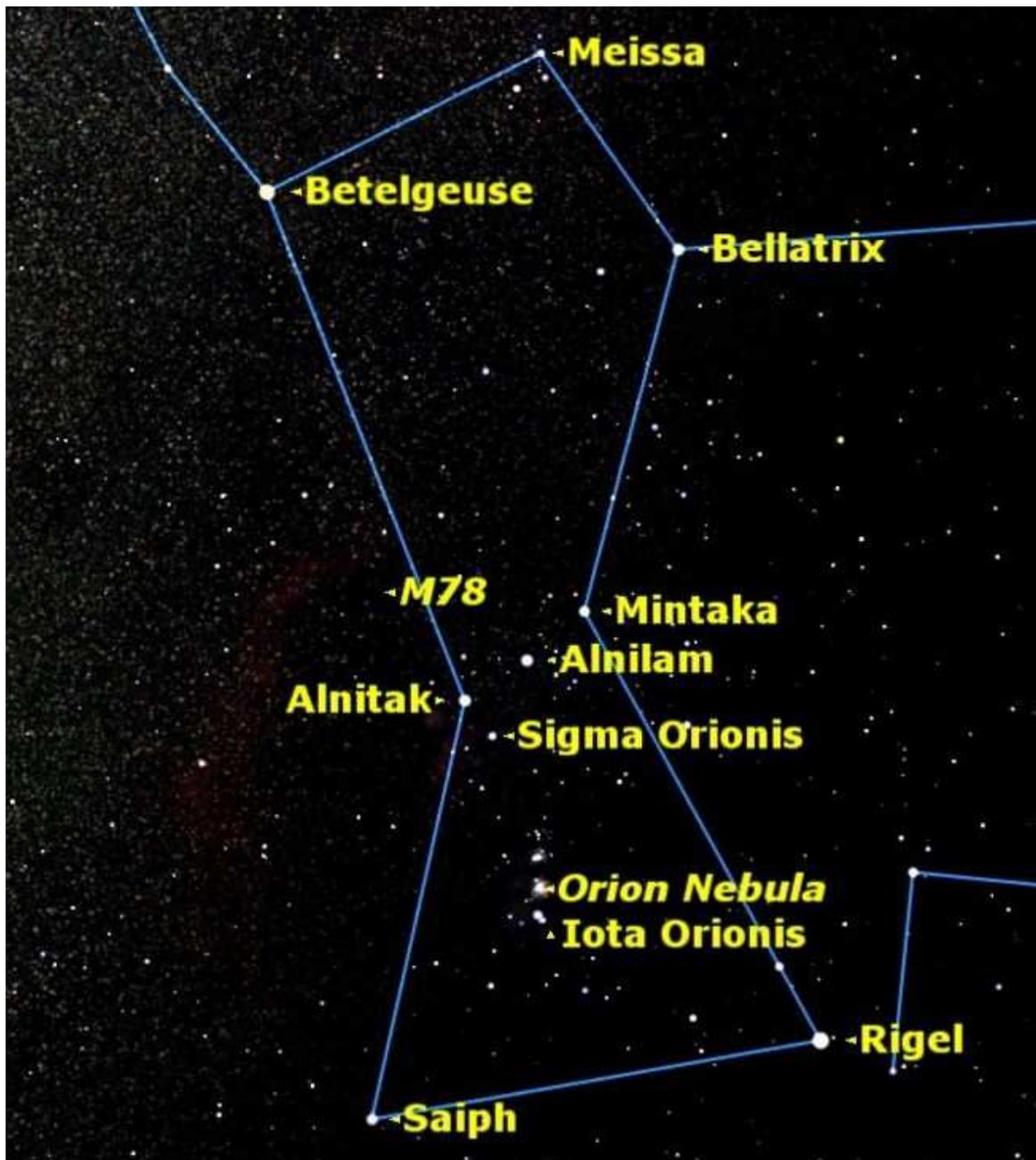
Este procedimiento se puede efectuar sin importar la posición de la cruz ya que su brazo mayor al girar alrededor del polo celeste siempre determina el lugar del mismo sin importar la situación de la cruz misma.

### **ORIÓN:**

Orión, (el Cazador), es una constelación prominente, quizás la más conocida del cielo. Sus estrellas brillantes y visibles desde ambos hemisferios hacen que esta constelación sea reconocida universalmente. La constelación es visible a lo largo de toda la noche durante el invierno en el hemisferio norte, verano en hemisferio sur; es asimismo visible pocas horas antes del amanecer desde finales del mes de agosto hasta mediados de noviembre y puede verse en el cielo nocturno hasta mediados de abril. Orión se encuentra cerca de la constelación del río Eridanus y apoyado por sus dos perros de caza Canis Maior y Canis Minor peleando con la constelación del Tauro.

(Betelgeuse, Rigel, Bellatrix, Mintaka forma el conocido cinturón de Orión; también son conocidas como los «tres reyes magos» o «las tres Marías».)<sup>1</sup>

Alnilam, Alnitak, Hatysa, Saiph junto a Betelgeuse, Rigel y Bellatrix completa el cuadrilátero de Orión. Meissa o Raselgeuse estrella binaria cuyas componentes están separadas 4,4 segundos de arco.



### 1.10- MEDIDA DEL TIEMPO

**Tiempo universal (TU):** Se llama así al tiempo civil referido al meridiano de Greenwich, por acuerdo mundial en París en 1.912. Lo utilizan todos los países para usos astronómicos, y radiocomunicaciones. Sera por tanto la HcG.

**Hora civil en Greenwich (HcG):** Es la contada a partir del paso del Sol medio por el **meridiano inferior** de Greenwich (El de 180°), es el llamado tiempo universal.

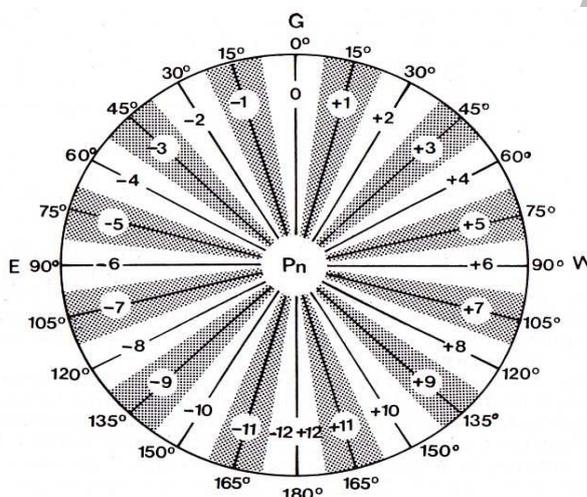
\*Es la tabulada en el almanaque náutico, anuario de mareas etc, siendo a la que están ajustados los cronómetros de a bordo. Es llamado también UTC ( Universal time coordinate).

**Hora reducida (Hr):** Es la hora Greenwich cuando se obtiene desde a partir de la hora de otro tipo de hora o lugar. (HcL, Hz, Hcro.)

**Hora civil del lugar (Hcl):** Es el tiempo que hace que paso el Sol medio por el meridiano inferior del lugar.

**Diferencia en tiempo entre dos lugares:** Es la diferencia en longitud expresada en tiempo.

**Hora legal (Hz):** Es la referida al huso en la que se encuentra un lugar. Existen 12 husos de signo positivo hacia el W y 12 negativos hacia el E. El punto de partida es el meridiano de Greenwich. En la península parte de Galicia se encuentra fuera de huso 0 pero por motivos de unificación de horarios se considera con mismo horario Hz que el resto.



**Hora oficial del lugar (Hol):** Es la establecida por cada país por motivos energéticos, adelantando o retrasando la hora legal.

En la península el adelanto establecido para verano es de dos horas y una en invierno y es por ello que desde la crisis del petróleo de 1973 se adoptó la directiva Europea 2000/84/CE. Esta directiva dice lo siguiente:

- El último domingo de marzo a Ho = 02:00 se adelanta el reloj 1 hora pasando a ser las 3. Ese día tendrá por tanto 23h.
- El último domingo de octubre a Ho = 03:00 se atrasa el reloj 1 hora pasando a ser las 2. Ese día tendrá por tanto 25h.

### **RELACIÓN ENTRE TIPOS DE HORAS A TRAVÉS DE GREENWICH:**

**Fórmulas:**

$$\begin{aligned} \text{Hz} &= \text{HcG} - \text{Huso} & (\text{Z}) \\ \text{Hcl} &= \text{HcG} - \text{Longitud} & (\text{L}) \\ \text{Hol} &= \text{Hz} - \text{Adelanto} & (\text{O}) \end{aligned}$$

**\*Todas las formas de medir el tiempo tienen un denominador común: HcG**

**MEDIDA DEL TIEMPO A BORDO: RELOJES:**

1. **Hora de reloj bitácora (Hrb):** Es la que esta marca el reloj del cuarto de derrota, estando este ajustado a la hora legal (Hz), cuando se navega en altura y a la hora oficial del país (Ho) cuando se navega cerca de la costa.
2. **Hora de cronómetro (Hcro):** Es la hora a la que están ajustados los cronómetros de abordaje siendo esta la HCG (El cronómetro se tiene un recorrido de 12 horas por tanto la hora indicada podrá ser AM o PM) . Hoy en día con los cronómetros de cuarzo evitan los adelantos y retrasos provocados por trepidaciones, magnetismos etc, a los que estaban sometidos los antiguos de cuerda. Su error máximo es de una milésima de segundo al día. Hoy en día son al ser de cuarzo su exactitud es sobresaliente.

**FECHA EN EL MERIDIANO DE LOS 180°:**

- Cuando naveguemos hacia el E y crucemos el meridiano de los 180° se disminuirá un día la fecha. (Navegamos en contra del Sol).
- Cuando naveguemos hacia el W y crucemos el meridiano de los 180° se aumentara un día la fecha. (Navegamos a favor del Sol Medio.)
- Indistintamente cuando navegamos hacia el E aumentaremos el horario y lo disminuirémos navegando hacia el W.

**LÍNEA INTERNACIONAL DE CAMBIO DE FECHA:**

Es una línea quebrada debido a la realidad socio-económica del mundo, por tanto no coincide con el meridiano de 180°.

**1.11- ORGANIZACIÓN DE LA DERROTA.****ROUTEING CHARTS.  
(CARTAS DE ORGANIZACIÓN DEL TRÁFICO)**

**Editor: Almirantazgo Británico.**

Es una de las herramientas más valiosas disponibles para el navegante oceánico. Cada tabla de documentos contiene datos del tiempo, viento, corrientes, altura de las olas, la visibilidad, presión superficial, temperatura superficial del mar, y las capas de hielo prevalecientes en las zonas

Son estructuradas en secciones de 5° en Atlántico Norte, Atlántico Sur, Pacífico Norte, Pacífico Sur, o el Índico para un determinado mes del año.

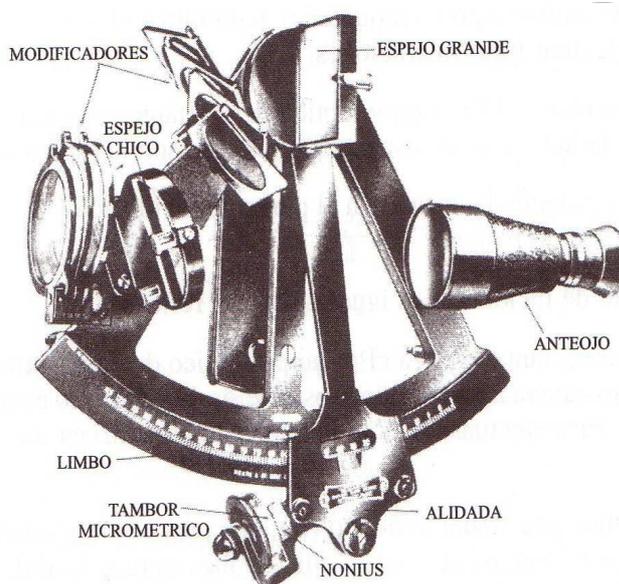
En esencia, son gráficos contienen representaciones gráficas de los promedios obtenidos a partir de los datos recogidos durante más de 200 años por los navegantes y expertos en meteorología y oceanografía. Su objetivo es ayudar al navegante en la elección de las rutas más seguras y rápidas.

Guías de organización del tráfico proporcionan importante información y los detalles de los dispositivos de separación de tráfico para las principales zonas de navegación planificación pasaje.

Estos documentos los podemos obtener en papel o en soporte informático.

### **1.12- EL SEXTANTE.**

**Sextante:** Instrumento portátil que se utiliza para la medición de ángulos horizontales y verticales. Está formado por: Armadura, brazo, espejos, anteojo, filtros y mango. Los materiales utilizados en su construcción son: aluminio, bronce y plásticos ABS.



### **OBTENCIÓN DEL ERROR DE ÍNDICE Y SU POSIBLE ELIMINACIÓN:**

**Error de índice (Ei) ó corrección de índice ó (Ci):** Es el error en escala del propio sextante y habrá que sumarle algebraicamente dicho valor a la altura instrumental (Ai), para obtener la altura observada. **Ei = Ci,**

$$A_o = A_i + E_i$$

#### **Causas de defectos de ajuste:**

1. Comprobación de la perpendicularidad de los espejos al plano del sector.
2. Comprobación del paralelismo entre los espejos cuando la alidada esta a 0°.

Método de comprobación paso 1. Espejo de índice:

- Abrir sextante hasta los 50°.
- Colocar el sextante horizontal y con los espejos hacia arriba.

- Se mira por el espejo grande la parte del limbo reflejada y debe de ser continuación de la real.
- En caso de no verse una sola imagen actuaremos sobre el tornillo de ajuste hasta que consigamos una sola imagen.
- Hacerlo con cuidado ya que se puede romper el espejo en la operación.

Método de comprobación paso 2. Espejo de horizonte:

- Una vez corregido el espejo de índice.
- Colocar la alidada a 0°.
- Al mirar una estrella o el horizonte deberemos de ver solo una imagen. En caso contrario actuaremos sobre los tornillos de ajuste del espejo de horizonte, para conseguir que al balancear el sextante, solo veamos una imagen nítida y lo más superpuesta posible.

En caso de no conseguir que el 0° coincida con la superposición de las imágenes real y reflejada, tomaremos nota de la diferencia con los 0° con lo indicado, siendo este el error de índice (**Ei**). Tener en cuenta que (**Ei = Ci**).

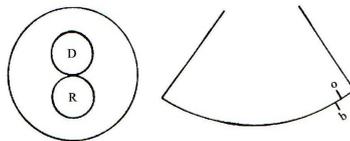
Signos:

- El cero de la alidada está a la derecha del 0° del limbo. Ei derecha (+).
- El cero de la alidada está a la izquierda del 0° del limbo. Ei izquierda (-)

**Cálculo del Ei con una estrella objeto u horizonte:**

- Graduaremos el sextante a 0°.
- Miraremos al astro, objeto u horizonte y giraremos el sextante balanceándolo ajustando el nonius hasta que coincidan las dos imágenes.
- Lo indicado al tener las imágenes superpuestas, será el error de índice.

**Cálculo del Ei con el Sol:**

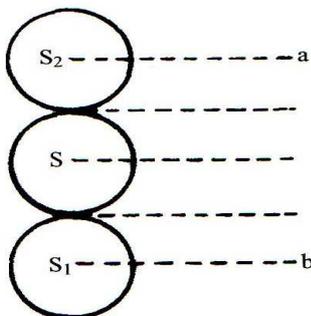


- Se gradúa el antejo.
- Se colocan los espejos correctores necesarios.
- Situar la alidada en 0°.
- Dirigirlo hacia el Sol.
- Mover el nonius hasta que la imagen reflejada quede rozando el limbo superior de la real. Tomar la medida (oa) y anotarla.
- Mover el nonius hasta que la imagen reflejada quede rozando el limbo inferior de la real. Tomar la medida (ob) y anotarla.
- Aplicar formula:

$$Ci = \frac{0a + ob}{2}$$

Esta operación la podemos comprobar aplicando la fórmula para calcular el semidiámetro del Sol en el instante y comprobándola después con lo indicado en el AN en el día de la observación.

$$SD = \frac{oa - ob}{4}$$



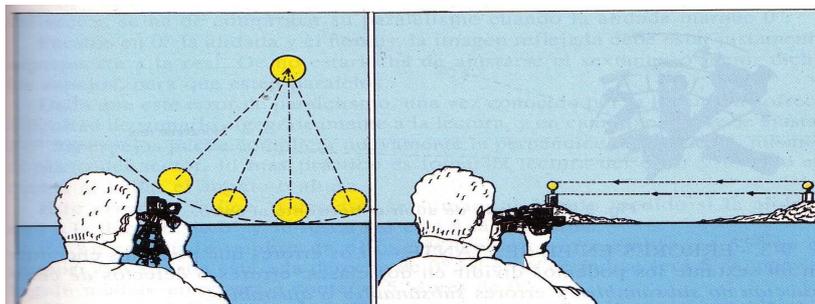
**COMO EFECTUAR LAS OBSERVACIONES:**

Es un instrumento muy delicado el cual trataremos con sumo cuidado. Se debe de estibar en caja con recubrimiento acolchado que evite daños y desajuste por las trepidaciones de barco en navegación.

A lo largo del día podemos tomar la altura instrumental del Sol para calcular rectas de altura, meridianas etc, y durante los crepúsculos podemos tomar la altura de los astros observables. Con ello obtendremos las alturas observadas de estos (**Ao**) o (**Ai**), la cual deberemos convertir en altura verdadera (**Av**) tras aplicar unas correcciones que relacionaremos a continuación y tabuladas en el AN.

Cuando realicemos la observación de cualquier astro será básico anotar la hora de cronómetro exacta en la que se realiza, para lo cual descontaremos el intervalo de tiempo transcurrido entre la observación y la toma de la hora. Para tomar la hora empezaremos por los segundos, minutos y después las horas, para obtenerla lo más fiable posible.

Lo mejor es que dos personas realicen la operación, una con el sextante y otra con el cronometro donde tomara la hora en el orden relacionado a la voz de "TOP". **Un error en la hora de 3 segundos corresponde a un error de una milla en situación.**



**ORDEN DE OPERACIONES EN LA TOMA DE ALTURAS:**

1. Limpieza de los espejos con productos apropiados.
2. Graduar el anteojo.
3. Verificar el error de índice.
4. Elegir un lugar en el barco para realizar la observación.
5. Colocar filtros necesarios a los espejos.
6. Buscar el astro elegido por altura y azimut, o tomar altura y hora de cronometro de astros con altura entre  $15^\circ$  y  $65^\circ$  identificándolos después. **Los ángulos menores de  $15^\circ$  están afectados de grandes errores por refracción astronómica y los superiores a  $65^\circ$  de errores en el tangenteo.**
7. Bajar las imágenes reflejadas al horizonte y tangentearlo, según procedimiento para el astro elegido.

**Normas:**

- Se debe evitar la toma de alturas con horizontes brumosos y en situaciones de fuertes balances y cabezadas, debido a los errores que pueden provocar.
- Nos situaremos preferiblemente a sotavento de algún resguardo evitando así posibles rociones y desajustes en el sextante.
- Cuando se observe simultáneamente dos o más astros, será conveniente que las diferencias de sus azimut sean próximos a los  $90^\circ$ , para que el error en el corte de las rectas de altura sea el mínimo.
- En el caso del Sol y la Luna, se observan en los crepúsculos y durante el día, tangenteando el limbo inferior o superior de estos con el horizonte. Para ello en el caso de la luna solo será posible dependiendo de la fase en que se encuentre.
- En el caso de las estrellas solo se realizara la operación en los crepúsculos vespertino y matutino.
- Los planetas Venus y Júpiter pueden ser observados durante el día siempre que sus azimut se diferencien lo suficiente de Sol.
- Ajustar el anteojo y espejos, calcular  $E_i$ .
- Será bueno realizar varias observaciones para evitar errores (de 5 a 7).

**CASO PARTICULAR DE LA ALTURA MERIDIANA:**

La altura meridiana de un astro se toma al paso de ese astro por el meridiano superior del lugar del observador y tiene por objeto el calcular la latitud con una sencilla operación.

**Normas:**

1. Se suele realizar con el Sol.
2. Se toma al medio día verdadero (paso del astro por el zenit).
3. La velocidad del barco debe ser pequeña.
4. Se calcula la hora de paso del sol por el meridiano del lugar a partir del dato facilitado en el almanaque náutico ( paso por Greenwich).
5. Minutos antes se prepara el sextante y cronómetro iniciándose la observación.

6. Se tangentea el horizonte con el limbo inferior del Sol reflejado, anotando la máxima altura, tras esto el Sol parecerá inmóvil y empezará a bajar mordiendo el horizonte. Esto nos indica que el momento ya pasó.
  - Con otros astros es difícil compaginar el momento de paso con que sean observables, debiendo esperar en caso de las estrellas a los crepúsculos.
  - Cuando el astro se acerca al meridiano del lugar el horario se va reduciendo.
  - En el momento en que se encuentra el astro sobre el meridiano, el triángulo de posición es una línea que contiene al polo elevado, cenit y astro. En este momento el azimut del Sol será Norte o Sur, dependiendo de la situación del observador y de la declinación del Sol.

### **MEDICIÓN DE ÁNGULOS SEXTANTALES TERRESTRES:**

Los ángulos tomados con el sextante en navegación costera, serán corregidos de error de índice pudiendo ser estos verticales u horizontales. En el caso ángulos verticales, (por ejemplo un faro u otro objeto de altura conocida sobre el nivel de la mar) se corregirá por marea y se aplicará la fórmula:

$$D = \frac{h \cdot \text{Cotg } \text{Ángulo}}{1.852}$$

**Si es posible utilizaremos la altura del objeto sobre el terreno, siempre que esta sea considerable, para evitar que los ángulos sean demasiado pequeños.**

La fórmula nos dará la distancia a la que nos encontramos del faro, la cual combinándola con cualquier otro sistema (demoras, distancias, veriles, etc.) representará nuestra situación sobre la carta mercatoriana, **teniendo en cuenta que los objetos terrestres que utilicemos deberán estar como mínimo a una distancia 1.230 metros para que la lectura del sextante sea válida .**

En el caso de tratarse de ángulos horizontales los tomaremos entre dos puntos de costa colocando el sextante con la alidada hacia arriba desplazando la imagen reflejada hacia la izquierda. Estos ángulos los representaremos sobre la carta por el método de arcos capaces o con un compás de tres puntas.

Ambas situaciones son muy fiables representando situaciones verdaderas. No precisan de correcciones excepto la de **error de índice (Ei)** del sextante que utilicemos.

Casos posibles en la toma de ángulos verticales sobre el nivel del mar:

- Que el objeto que se mide este a pique o casi a pique de la línea de costa, y dentro del horizonte visible.
- Que el objeto este tierra adentro, con lo cual la línea de agua estará más cerca, pero su vertical caiga dentro del horizonte visible.
- Que el objeto y su vertical se encuentre fuera del horizonte visible.

En el 1º y 2º caso se aplica la fórmula expuesta despreciando la refracción y la curvatura de la tierra. Para el caso 3º existen unas complicadas fórmulas y tablas específicas y deberemos evitar este caso, por estar sujeto a errores.

**TABLA DE CORRECCIONES A LAS ALT. OBSERVADAS DE LOS ASTROS:**

<i>Almanaque Náutico páginas: 387,388 y 389</i>	<b>Depresión</b>	<b>Refracción</b>	<b>Paralaje</b>	<b>Semidiámetro</b>
<b>Sol</b>	Tabla A	Tabla B		
<b>Luna</b>	Tabla A	Tablas de las páginas 388 y 389 AN, con Alt aparente.		
<b>Venus y Marte</b>	Tabla A	Tabla C parte izquierda	Tabla C parte derecha	----
<b>Júpiter, Saturno y Estrellas.</b>	Tabla A	Tabla C parte izquierda	----	----

**CUIDADES MÍNIMOS DEL SEXTANTE:**

El sextante es un instrumento muy delicado. Si se cae, el arco se puede doblar con lo cual si esto ocurriera su precisión se vería mermada o incluso quedaría inservible. Es posible una recertificación con instrumentos topográficos y un gran campo, o con instrumentos ópticos de precisión pero la reparación de un arco doblado es, por lo general, una acción poco práctica.

Muchos navegantes se niegan a compartir sus sextantes, para asegurar que su integridad se pueda controlar. La mayoría de los sextantes vienen en un estuche. En cuanto a su limpieza la realizaremos con productos no agresivos, indicados por el fabricante para lentes y otros elementos. Jamás lo dejaremos fuera de su caja tras su uso.

