

Coordenadas Astronómicas

Prof. Benjamín Calvo Mozo

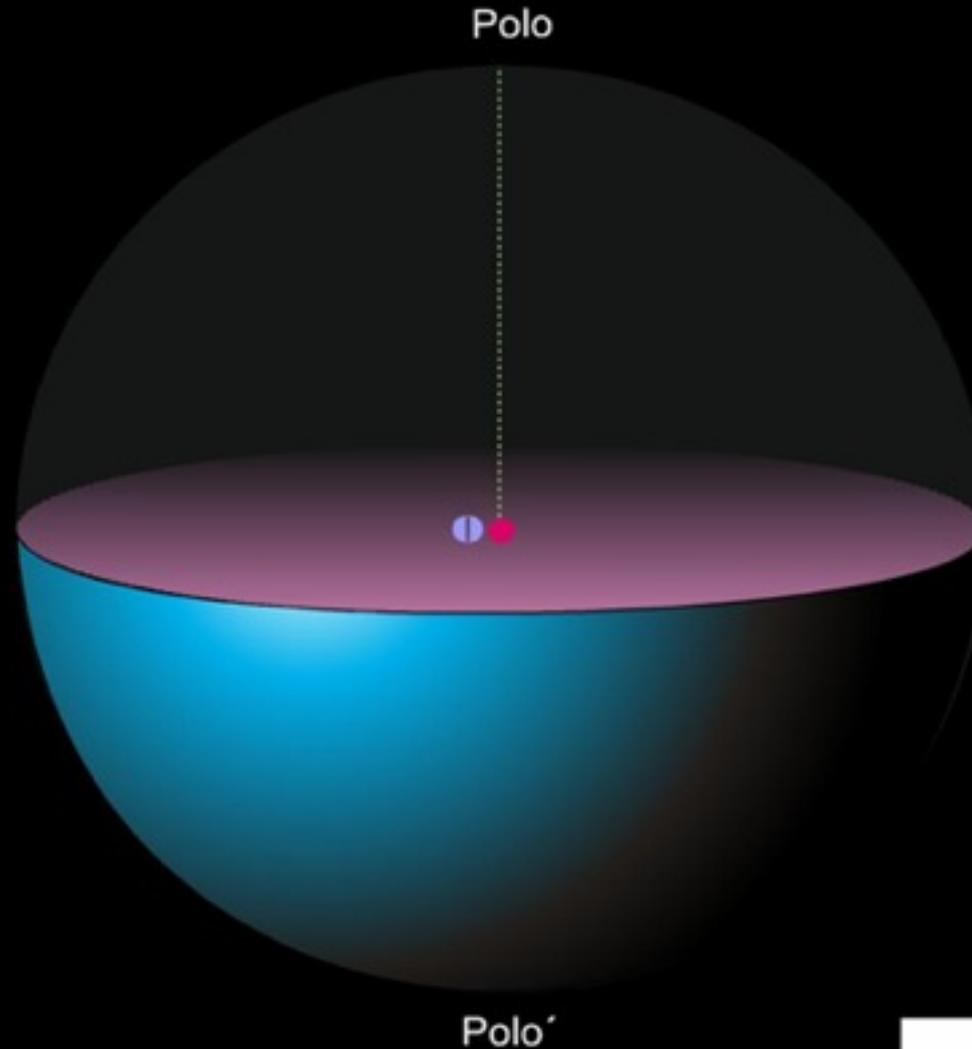
Enseñanza de la Astronomía

Universidad Nacional de Colombia

Sede Bogotá, Facultad de Ciencias

Observatorio Astronómico Nacional

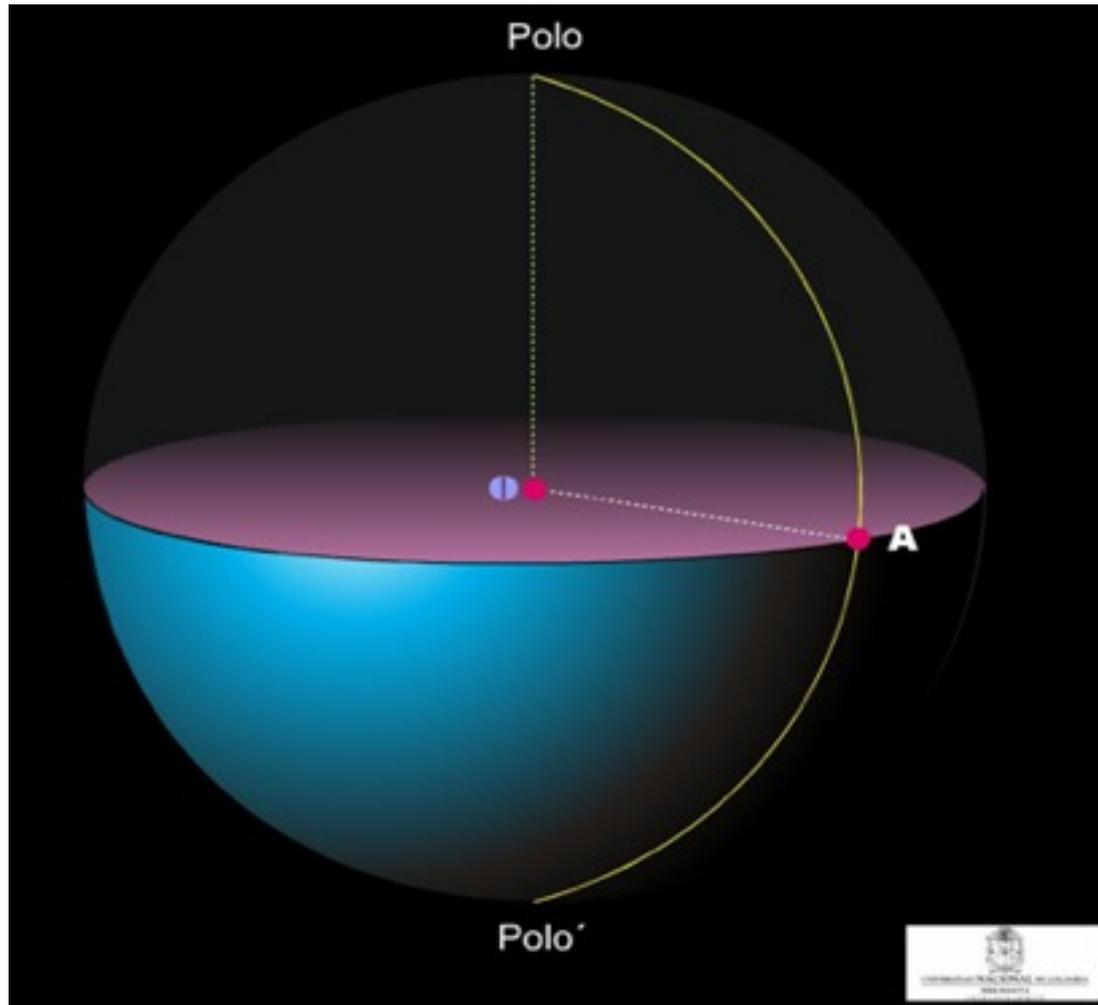
Todo círculo máximo particiona en dos hemisferios a la esfera celeste y tiene un polo en cada uno de ellos.



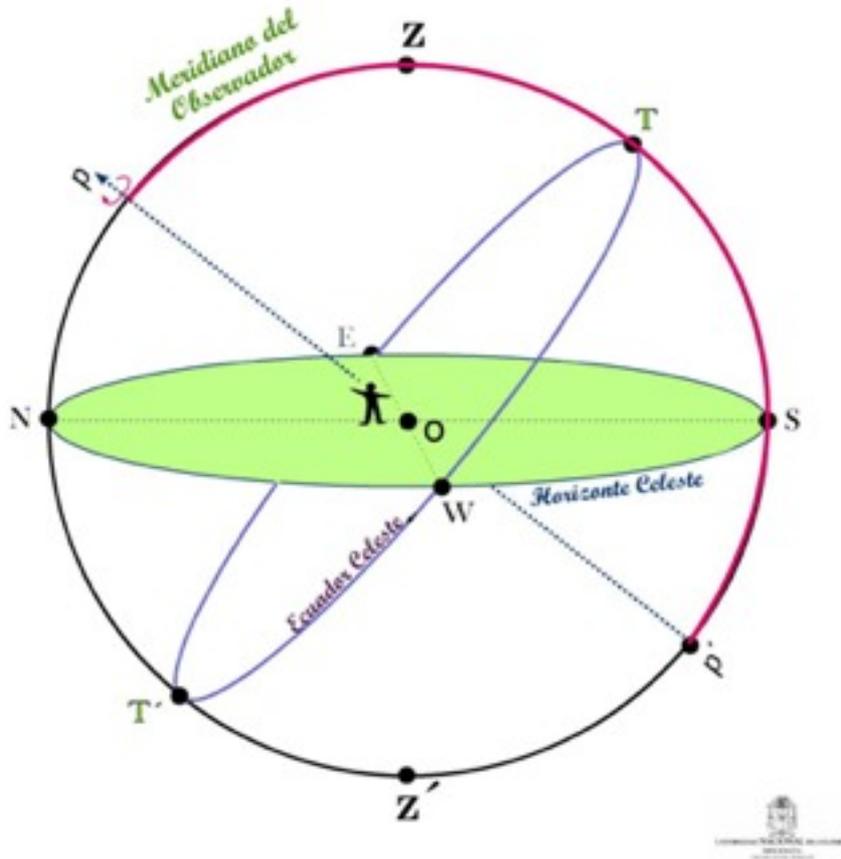
Cuatro círculos máximos de suma importancia

- Horizonte celeste.
- Ecuador celeste.
- Eclíptica.
- Ecuador galáctico.

NOTA: La intersección de un círculo máximo con un semi-círculo máximo es un punto.



Horizonte Celeste



Es el círculo máximo definido en una esfera celeste topocéntrica resultado de la intersección de la esfera celeste con el plano horizontal del observador.

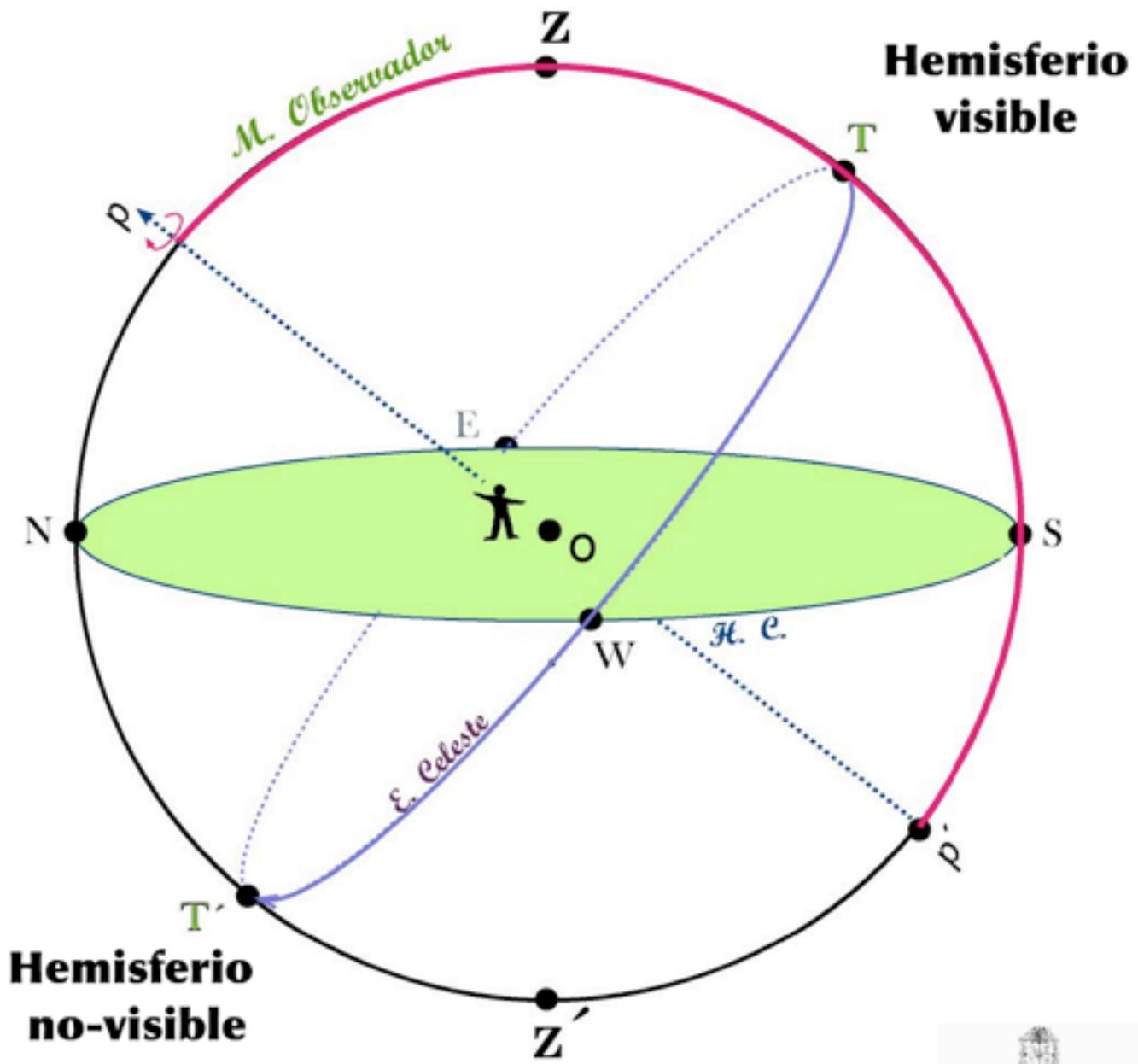
Polos del Horizonte Celeste:

Cenit (Z) y Nadir (Z')

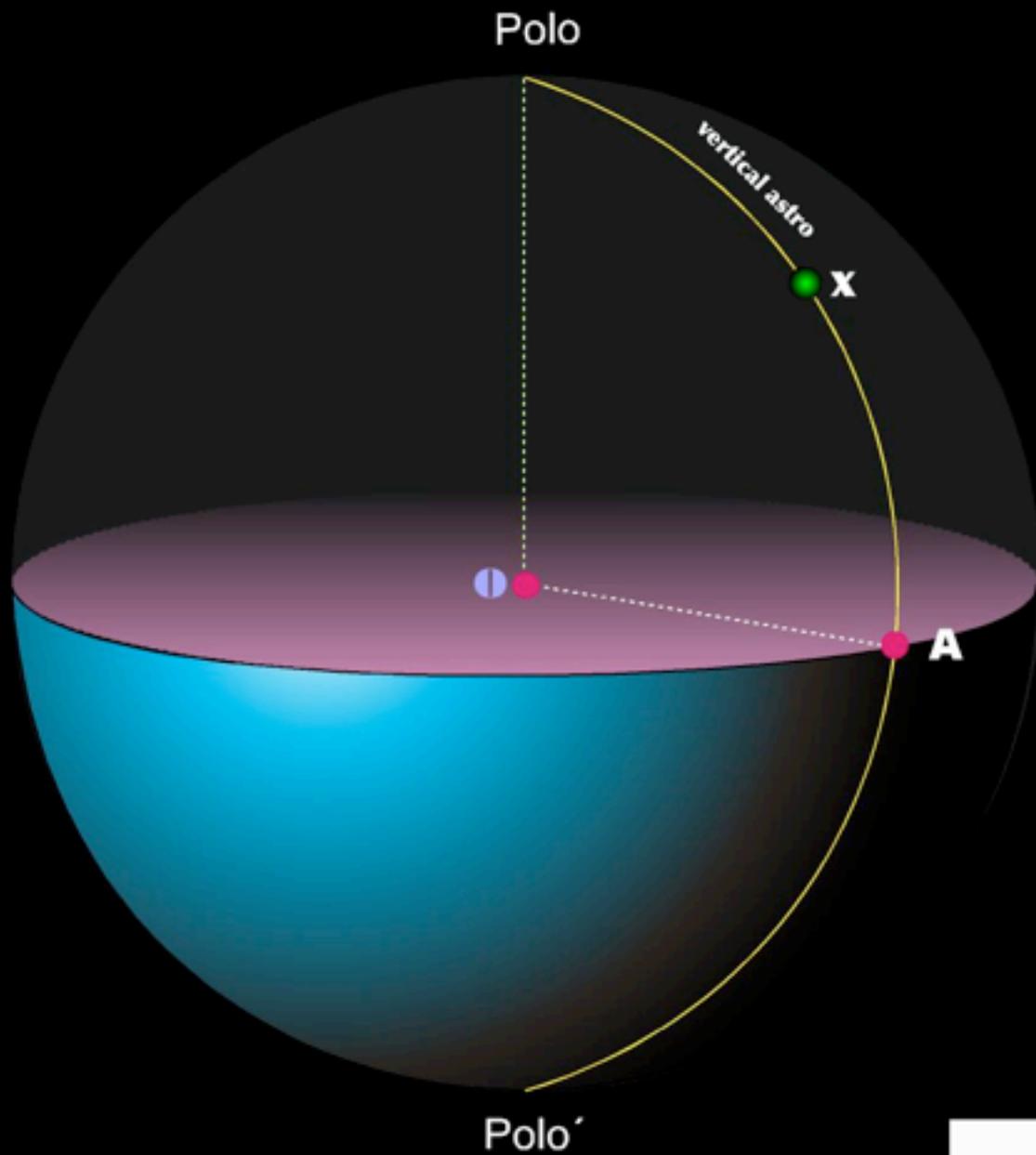
- Son generados por la intersección de la esfera celeste con la recta asociada a la dirección local de la vertical, que contiene al observador, siendo el Nadir el punto situado en el sentido de la dirección de la gravedad local.

Hemisferios del horizonte Celeste:

1. Hemisferio *visible* del observador: Es aquel que contiene al Cenit del observador.
2. Hemisferio *no-visible* del observador: Es aquel que contiene al Nadir del observador.

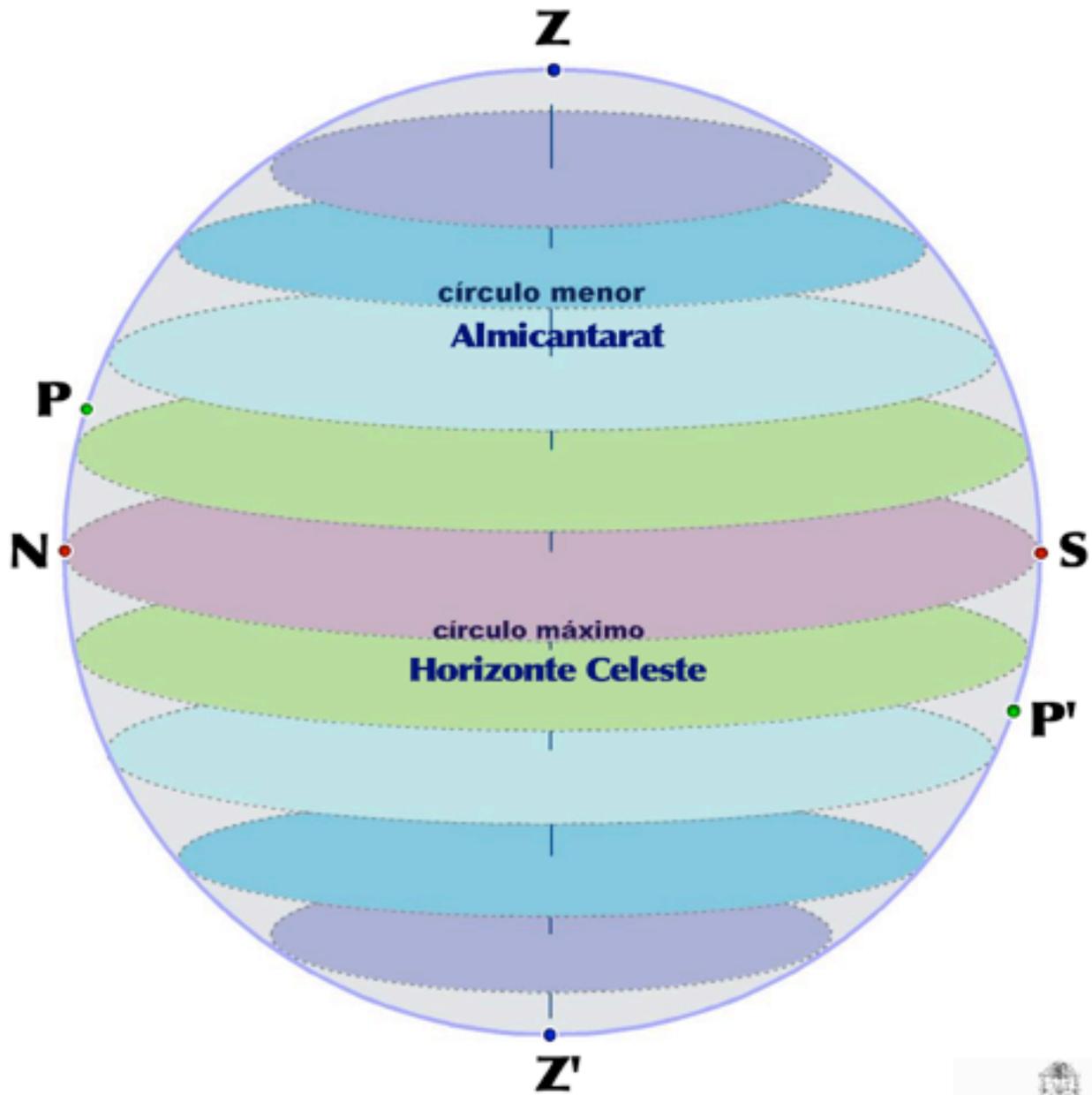


- Los semi-círculos máximos trazados entre Cenit y Nadir, polos del horizonte celeste, se denominan ***verticales***; por ejemplo, tenemos la vertical de un astro, la vertical del polo Norte celeste y la vertical del polo Sur celeste.



Familia de Círculos

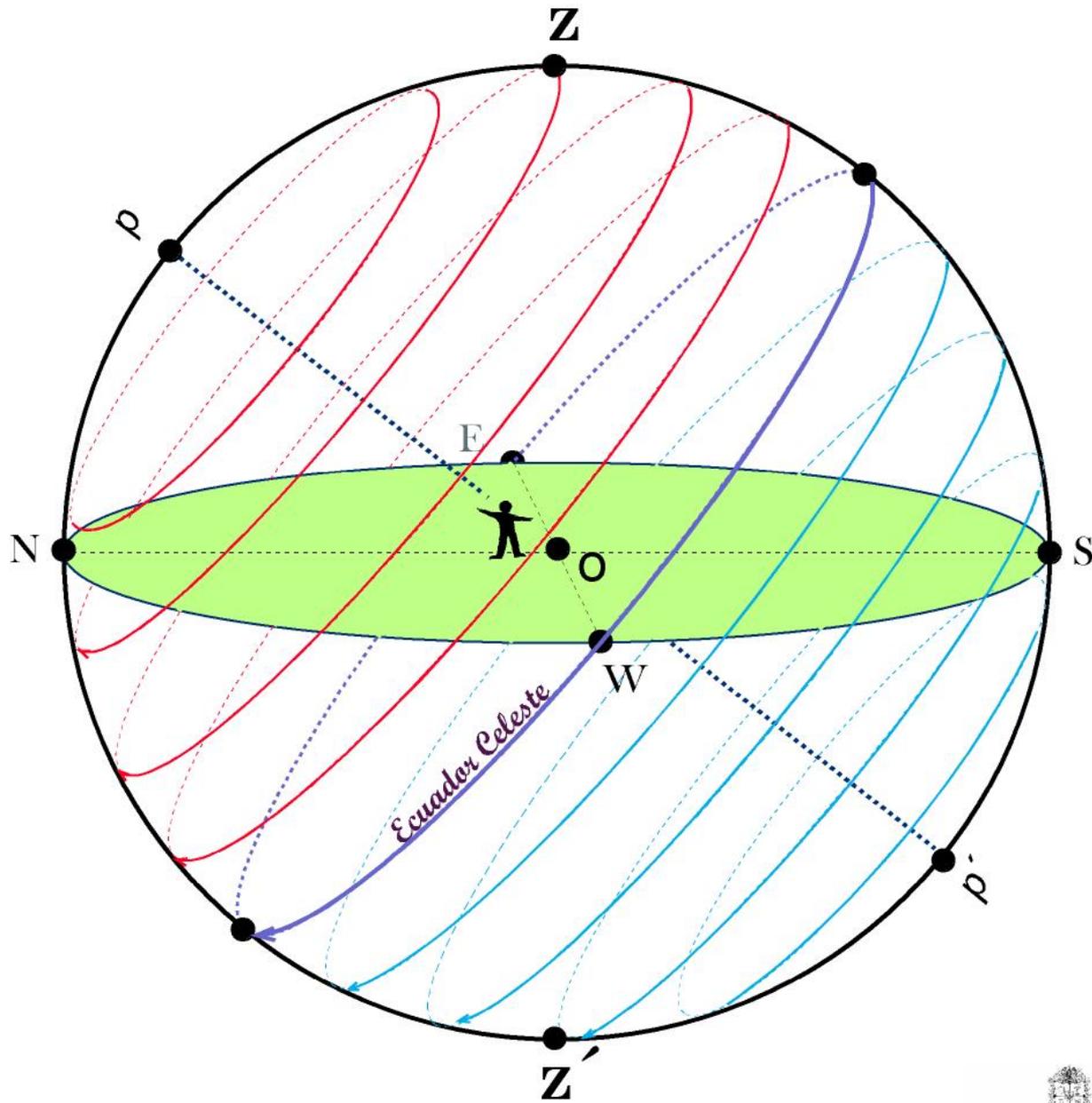
- Los círculos menores de la familia de círculos asociada al horizonte celeste se denominan **Almicantarats** los cuales describen las posiciones de los astros de igual altura en una esfera celeste topocéntrica.



Movimiento diurno aparente de los astros (sentido hacia el Oeste)



sábado 1 de septiembre de 12



Eje Polar Celeste:

- Es el eje asociado al movimiento diurno aparente de los astros como rotación de la esfera celeste en el sentido hacia el Oeste.

Polos Celestes

- La intersección del eje polar celeste con la esfera celeste genera dos puntos antípodas denominados **polo norte celeste** (P) y **polo sur celeste** (P').

Ecuador Celeste:

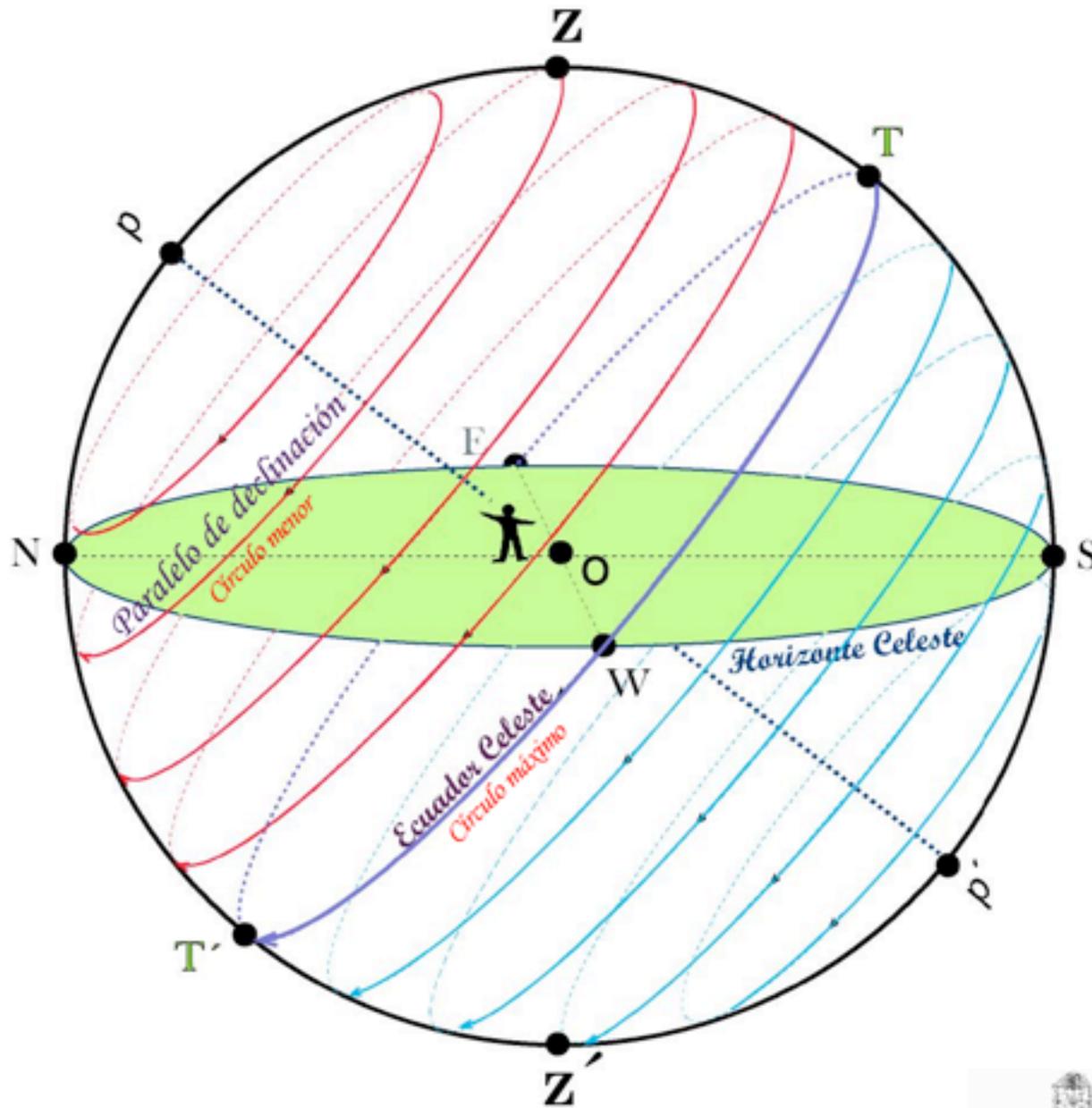
- Es la intersección de la esfera celeste con el plano que contiene al centro de la esfera celeste y es perpendicular al eje polar celeste.

Hemisferios del Ecuador Celeste:

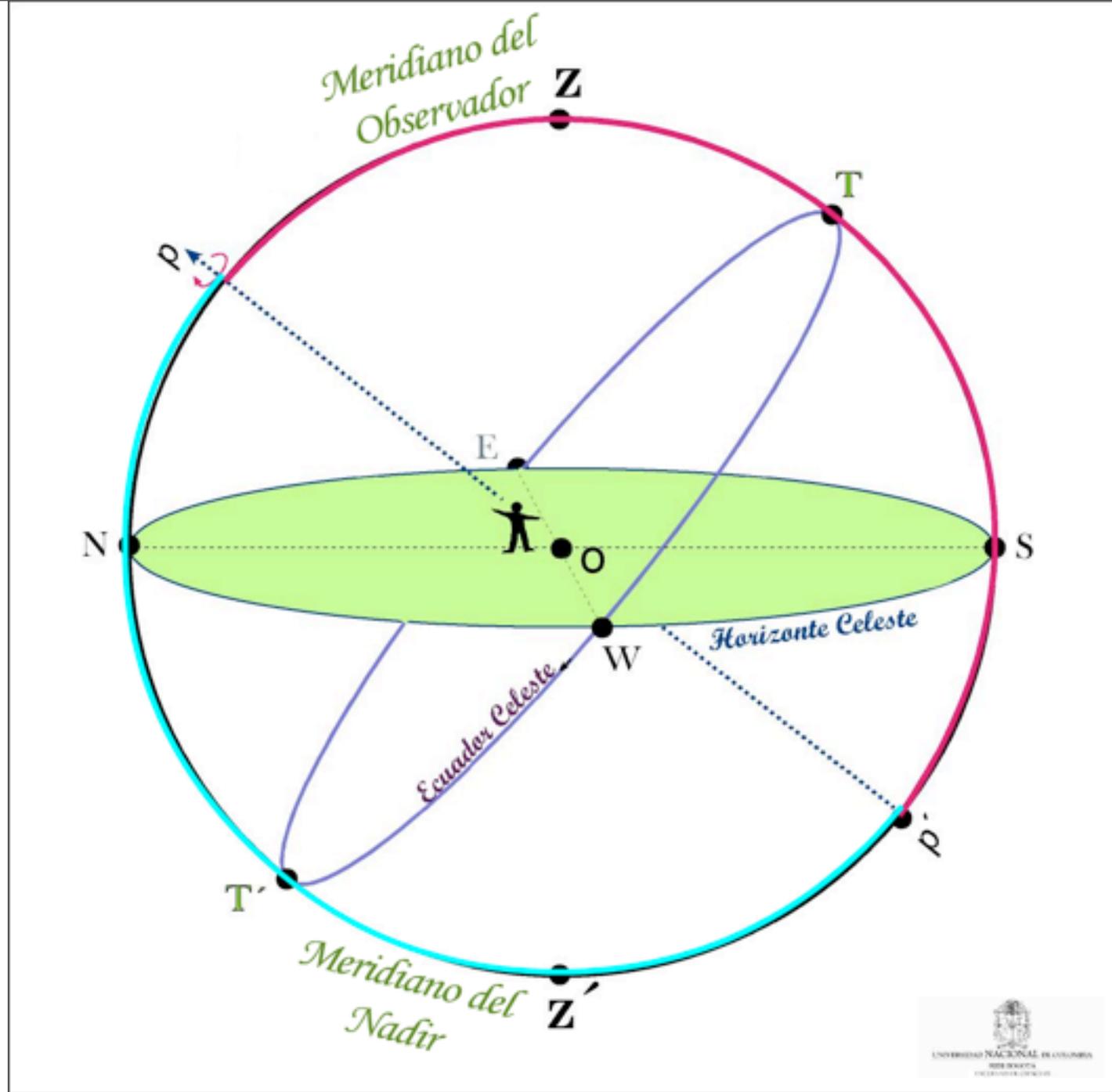
1. **Hemisferio Norte Celeste:** Es el Hemisferio asociado al Ecuador Celeste que contiene al polo Norte Celeste.
2. **Hemisferio Sur Celeste:** Es el respectivo hemisferio que contiene al polo Sur Celeste.

Familia de círculos

- Los círculos menores de la familia de círculos asociada al Ecuador Celeste se denominan **paralelos de declinación**. Observemos que en el movimiento diurno aparente de los astros cada astro sigue un círculo de esta familia de círculos.



- **Meridianos Celestes:** Semi-círculos máximos con extremos en los polos Norte y Sur Celestes.
- **Meridiano del Observador:** Es el meridiano Celeste que contiene al Cenit del observador.



Observatorio Astronómico Nacional



Observador Norte (ϕ_N)

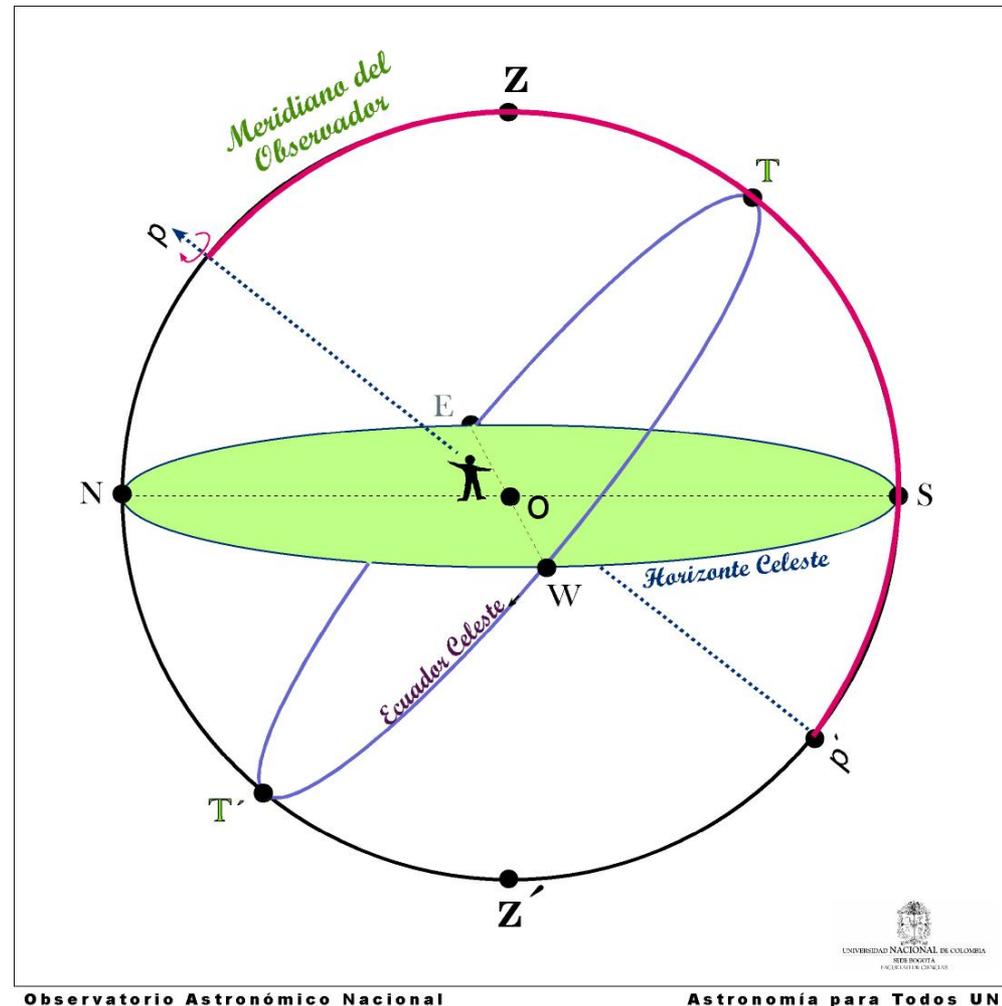
1. Polo celeste visible: P, polo Norte celeste.
2. Observa todos los astros del hemisferio Norte Celeste.
3. Tiene limitación en visibilidad para los astros del hemisferio Sur celeste.

Observador Sur (ϕ_s)

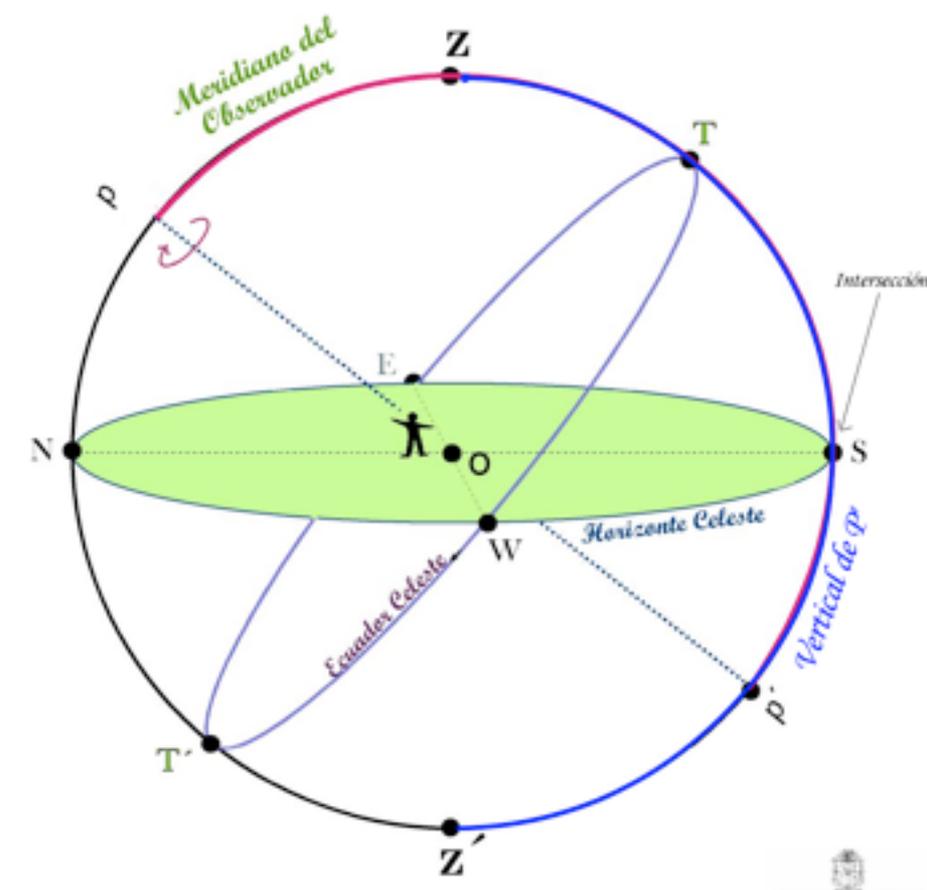
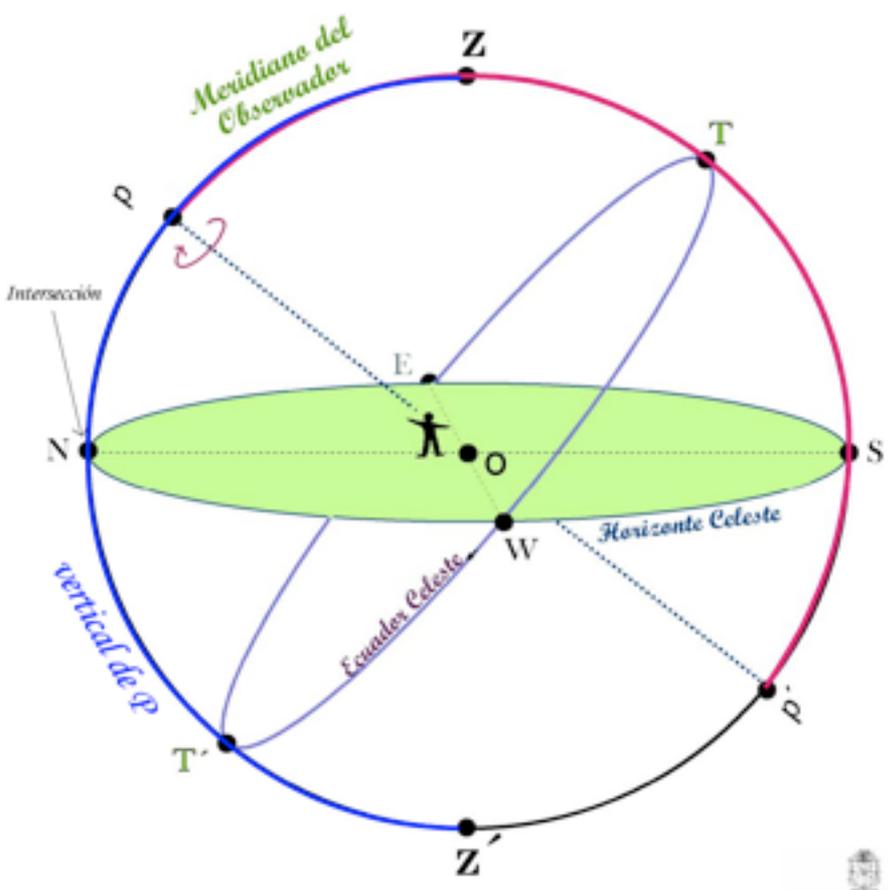
1. Polo celeste visible: P', polo Sur celeste.
2. Observa todos los astros del hemisferio Sur Celeste.
3. Tiene limitación en visibilidad para los astros del hemisferio Norte celeste.

Puntos Cardinales

- Algo fundamental para el astrónomo es definir los **puntos cardinales**, los cuales son cuatro puntos ubicados sobre el horizonte celeste.



- El ***punto cardinal Norte*** (N) es el punto de intersección de la vertical del polo Norte celeste con el horizonte celeste.
- El ***punto cardinal Sur*** (S) es el punto de intersección de la vertical del polo Sur celeste con el horizonte celeste.

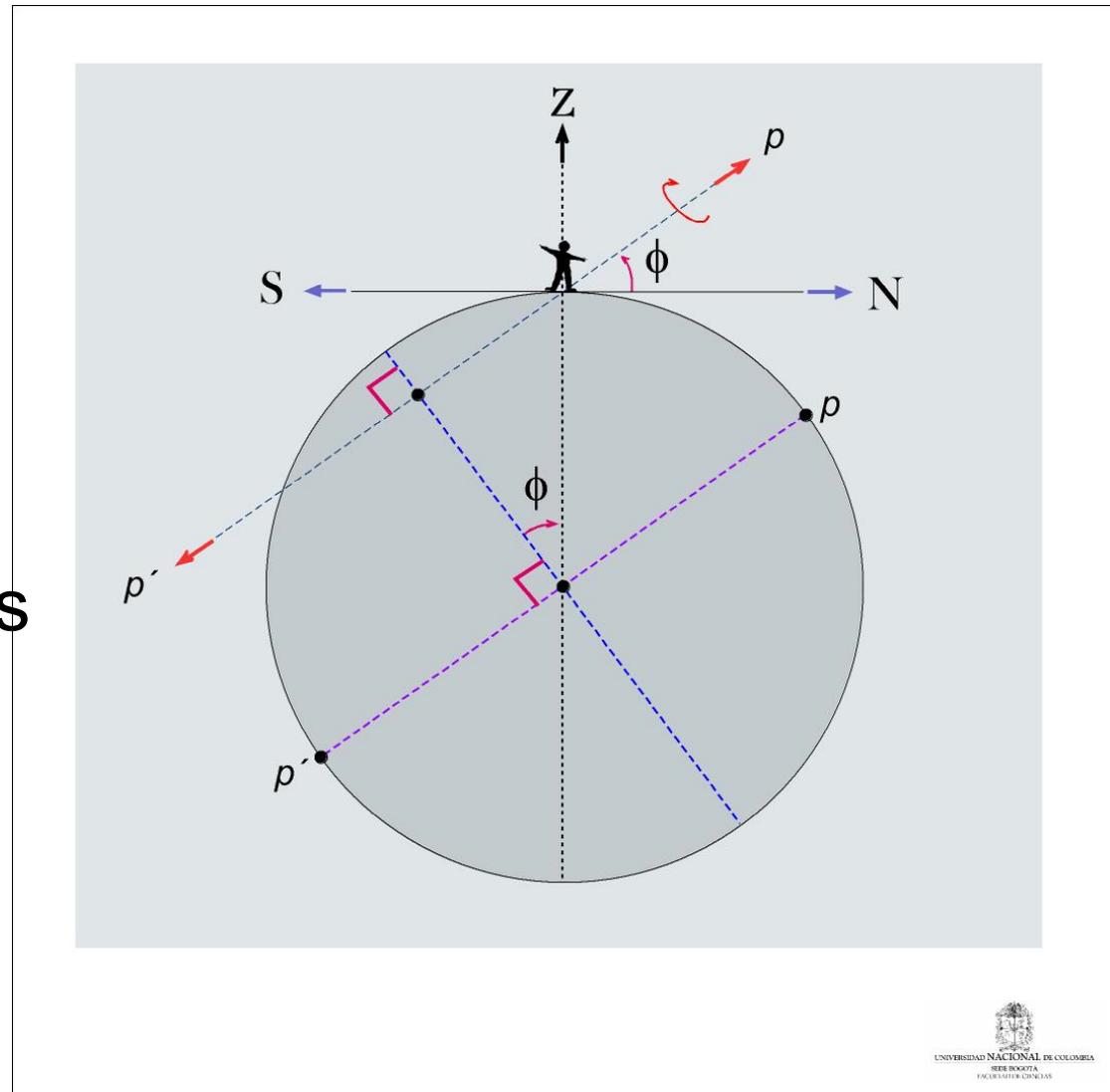


Observatorio Astronómico Nacional

Observatorio Astronómico Nacional

Meridiana

- Línea recta trazada sobre el plano horizontal del observador que contiene los puntos cardinales Norte y Sur, y al observador.





Meridiana de Caldas



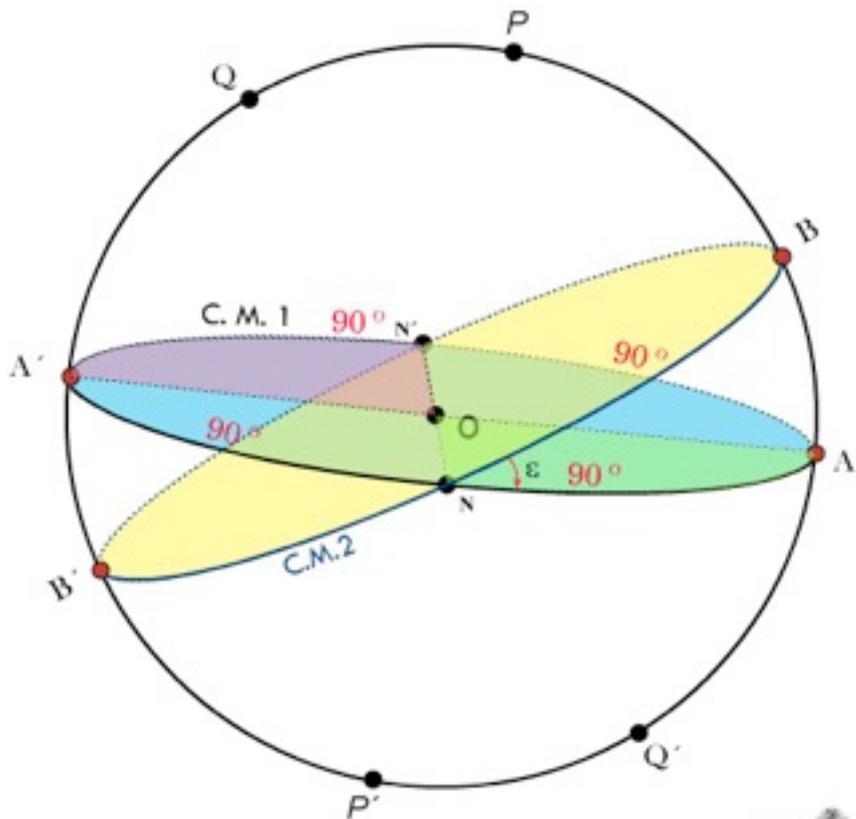
Observatorio de Paris





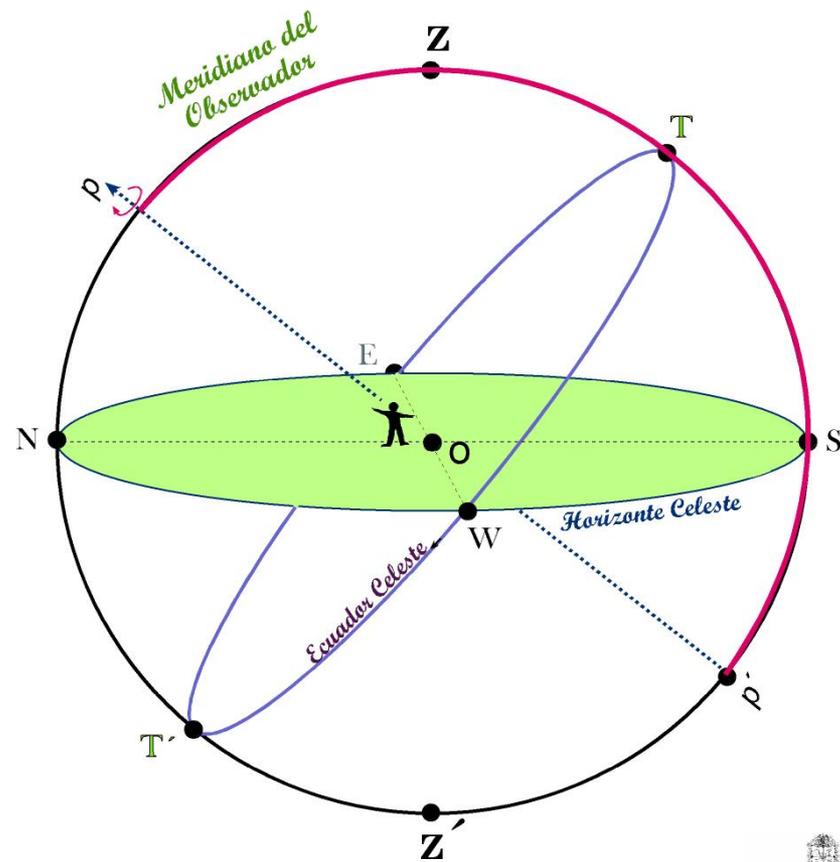
- Los puntos cardinales Este (E) y Oeste (W) son los dos puntos nodos de la intersección del horizonte celeste con el Ecuador celeste, siendo el punto cardinal Oeste aquel situado en el sentido del movimiento diurno aparente de los astros con respecto al meridiano del observador.

Recta NOS perpendicular a recta EOW



Observatorio Astronómico Nacional

Astronomía para Todos UN



Observatorio Astronómico Nacional

Astronomía para Todos UN

Coordenadas Astronómicas

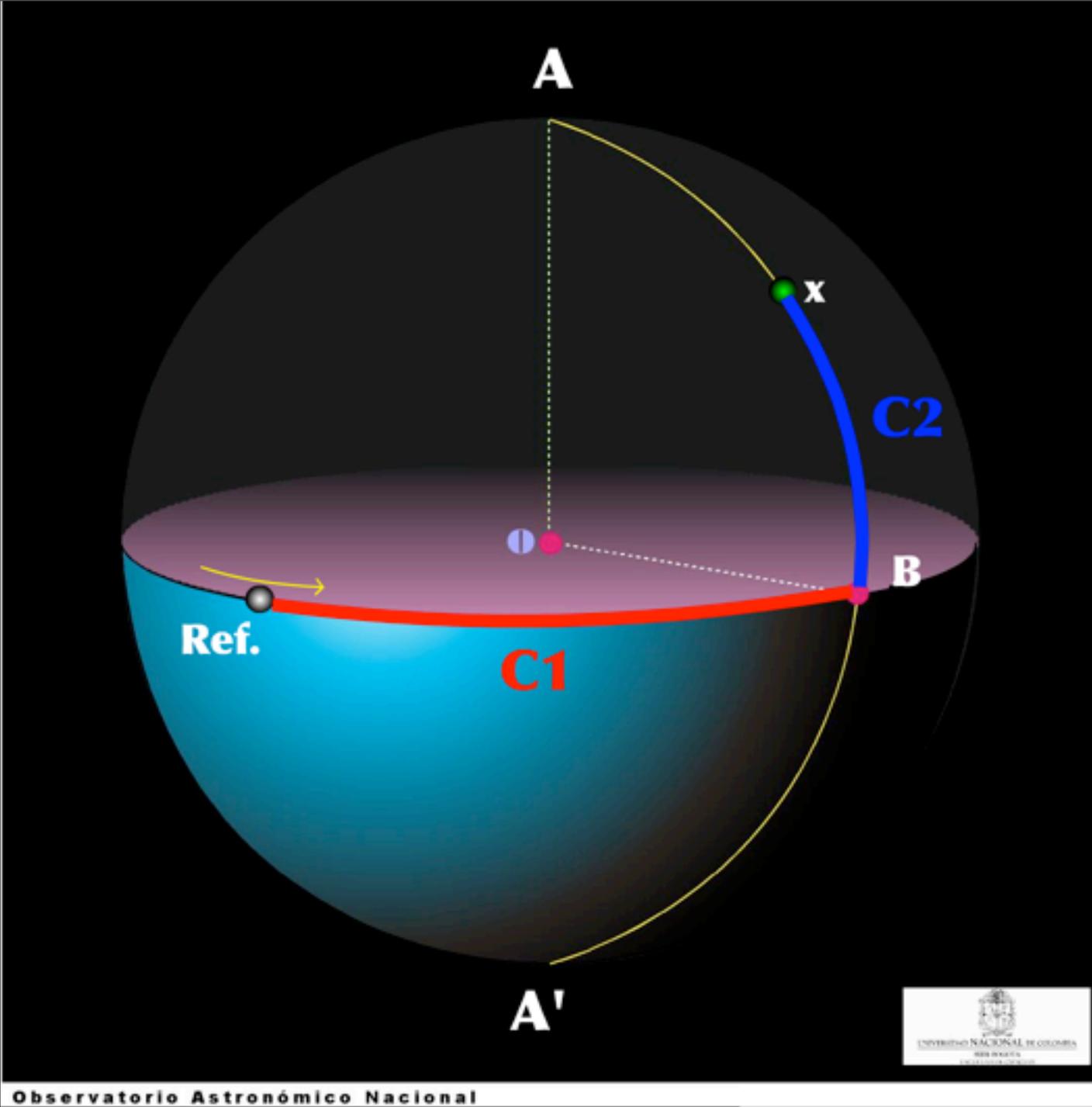
Coordenadas Astronómicas:

- Es un sistema de parejas ordenadas que permite la ubicación de los astros en una esfera celeste dada.

$(C1, C2)$

Procedimiento:

1. Se escoge un tipo de esfera celeste.
2. En dicha esfera se define un círculo máximo, que es el fundamental.
3. Se asume que los polos y hemisferios del círculo fundamental están bien definidos.
4. Se escoge un punto de referencia sobre el círculo fundamental y se define un sentido sobre tal círculo.



Primera Coordenada, C1

- Se traza el semi-círculo máximo que contiene al astro.
- El valor de la primera coordenada es la longitud del arco trazado sobre el círculo fundamental desde el punto de referencia, siguiendo el sentido pre-establecido, hasta el semi-círculo máximo anterior.

- En el caso de que el semi-círculo máximo que contiene al astro y que contenga además al punto de referencia, se tomará como primera coordenada el número cero.

$$0^{\circ} \leq C1 < 360^{\circ}$$

Segunda Coordenada, C2

- Se traza el arco a lo largo del semi-círculo máximo que contiene al astro y cuyos extremos son los polos del círculo fundamental.
- Si el astro está sobre el círculo fundamental el valor de la segunda coordenada es nulo.

- En caso diferente, el valor absoluto de la segunda coordenada es igual a la longitud del arco desde el círculo fundamental hasta el astro a lo largo del semi-círculo máximo referido anteriormente.

- Es necesario distinguir en qué hemisferio está el astro. Un modo de hacerlo es asignarle valores positivos a la segunda coordenada cuando el astro está en un hemisferio y negativos en el otro caso.

$$-90^{\circ} \leq C_2 \leq +90^{\circ}$$

Coordenadas Horizontales:

Coordenadas Horizontales:

- Son las coordenadas celestes cuyo círculo fundamental es el horizonte celeste. La primera coordenada se llama ***Acimut (A)*** y la segunda se denomina ***Altura (h)***.
- Punto de referencia: Punto cardinal Norte (N).
- Sentido: Hacia el Este (\rightarrow E).

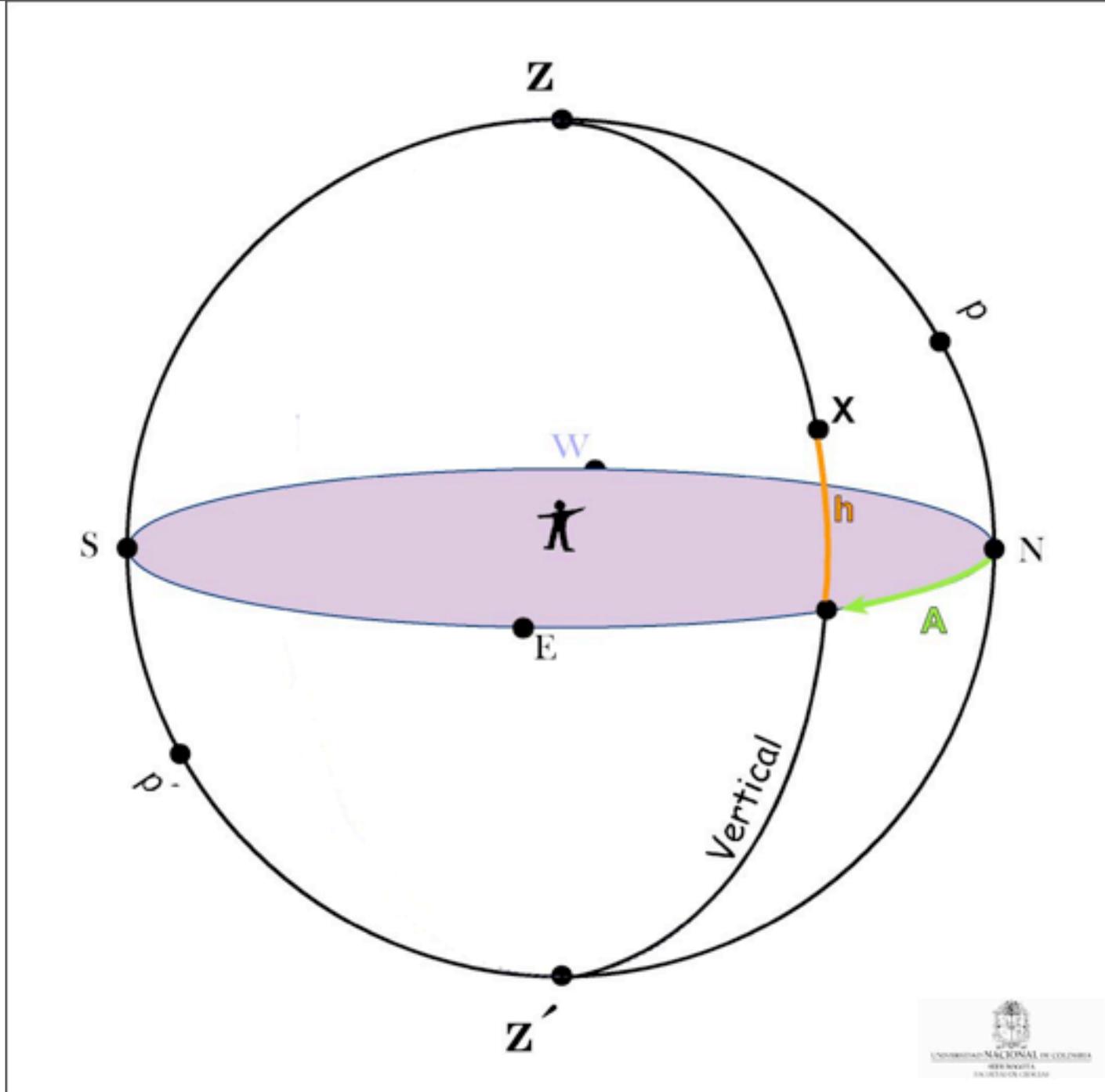
Acimut del astro

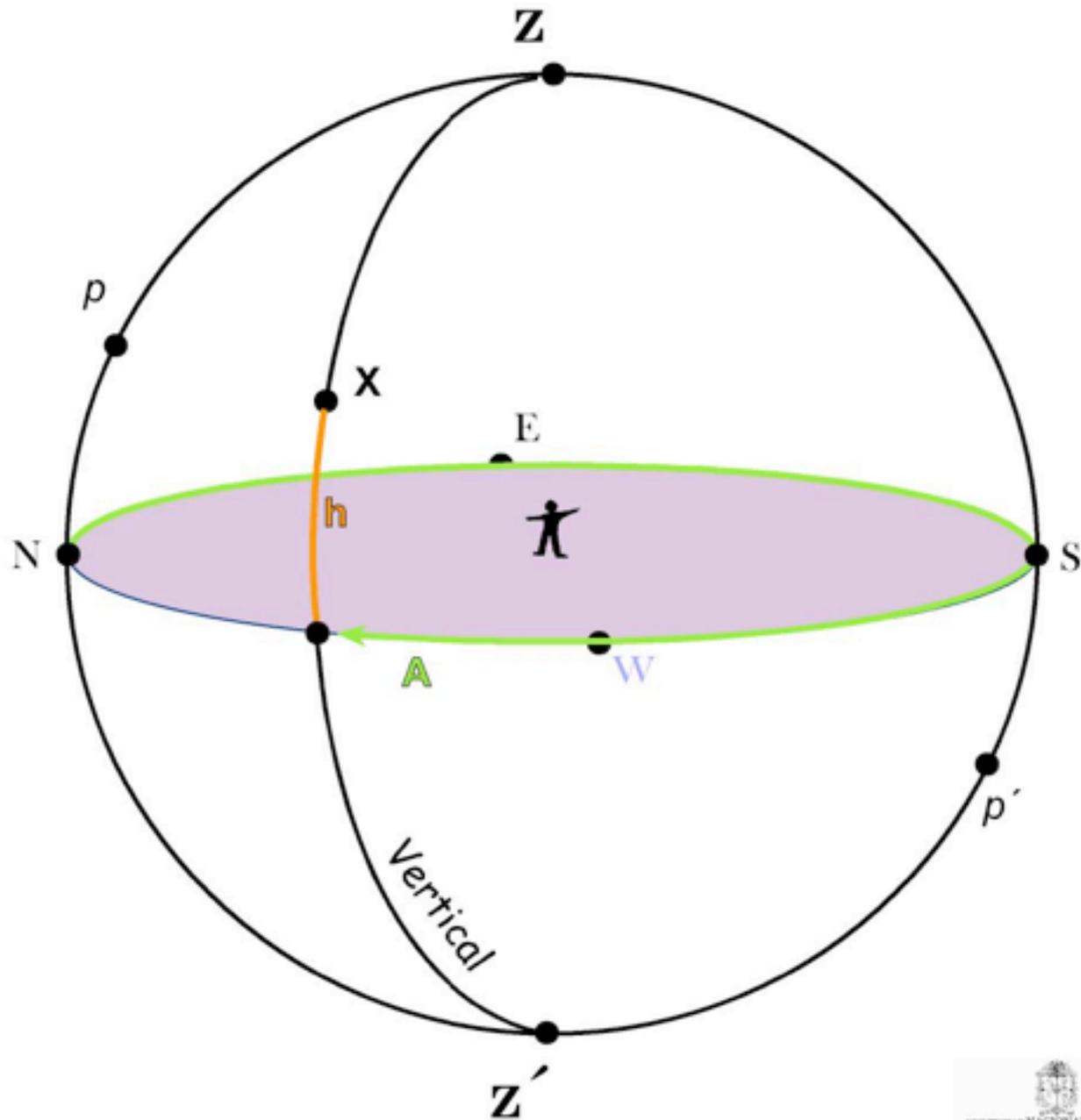
1. Si la vertical de astro coincide con la vertical del polo Norte celeste entonces el acimut del astro se define como igual a cero.
2. En caso diferente, el acimut del astro es igual a la longitud del arco trazado sobre el horizonte celeste, desde el punto cardinal Norte siguiendo el sentido Este hasta la vertical del astro.

$$0^{\circ} \leq A < 360^{\circ}$$

Acimut puntos cardinales

- $A_N = 0^\circ$
- $A_E = 90^\circ$
- $A_S = 180^\circ$
- $A_W = 270^\circ$





Altura del astro

- Si el astro se encuentra sobre el horizonte celeste su altura se define igual a cero grados ($h=0^\circ$).
- En caso contrario, el valor absoluto de la altura del astro se define como la longitud del arco trazado sobre la vertical del astro, desde el horizonte celeste hasta el astro.

- Si el astro está en hemisferio visible del observador la altura se considera positiva, mientras que si el astro está en el hemisferio no-visible del observador la altura se toma negativa.

$$-90^{\circ} \leq h \leq +90^{\circ}$$

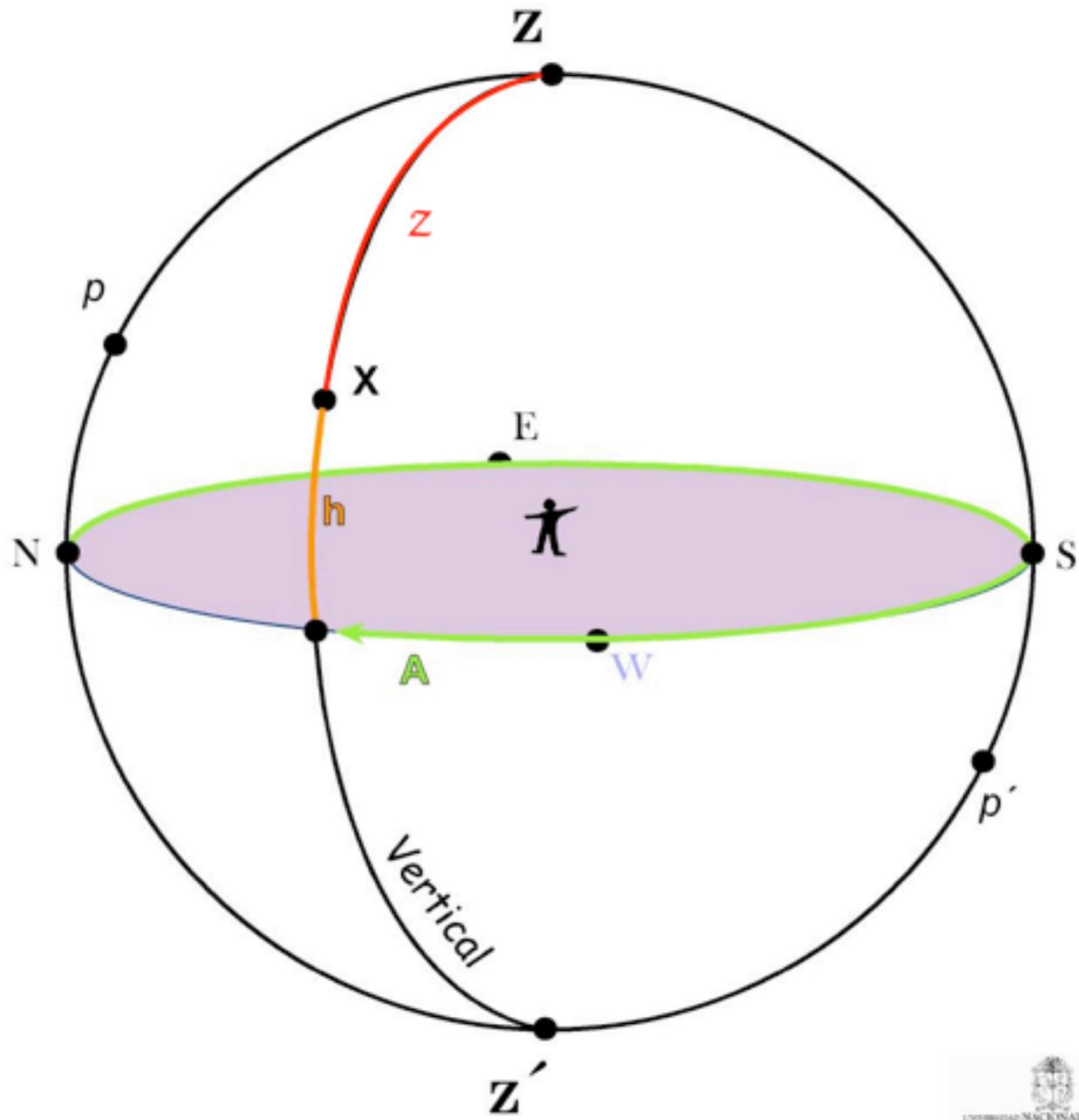
- Altura Cenit (Z): $h_Z = 90^{\circ}$
- Altura Nadir (Z'): $h_{Z'} = -90^{\circ}$
- Altura Polos para Observador Norte:

$$h_P = +\varphi_N, \quad h_{P'} = -\varphi_N$$

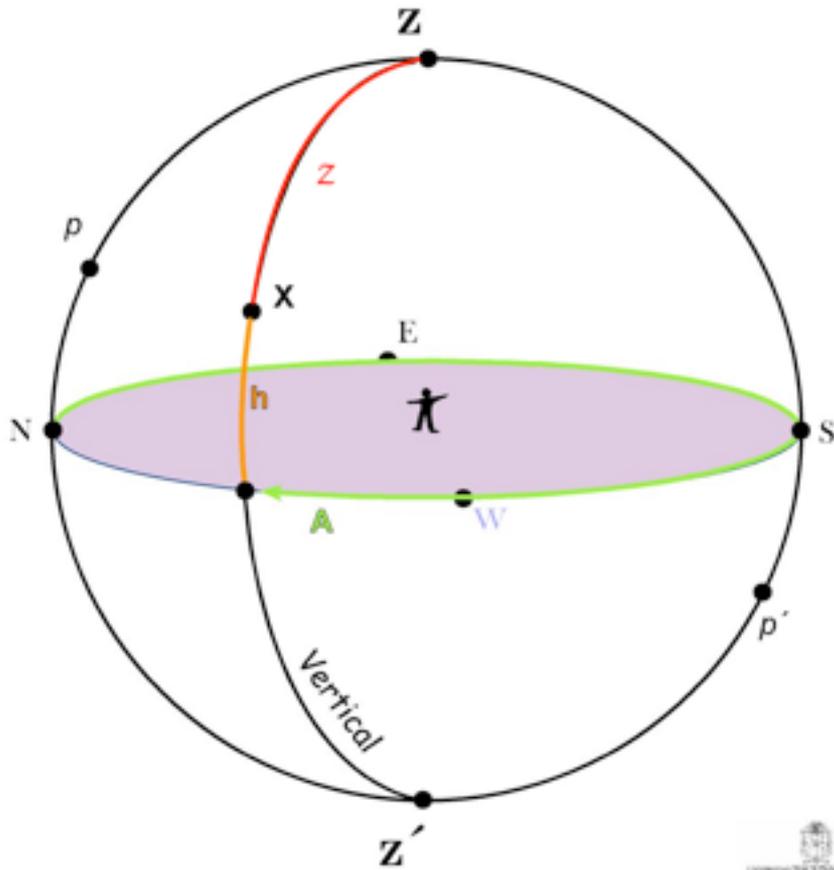
Distancia Cenital (z)

- Es usual asociar a las coordenadas horizontales la distancia cenital, la cual es la longitud del arco trazado sobre la vertical del astro, desde el cenit hasta el astro. Al cenit se le asocia $z=0^\circ$.

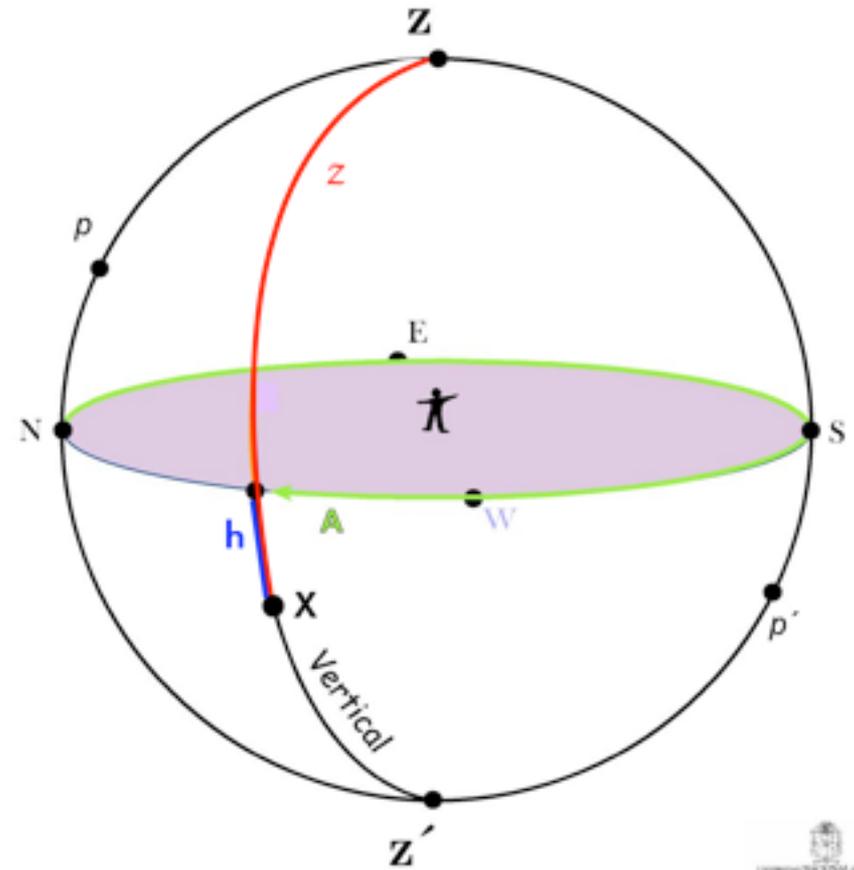
$$0^\circ \leq z \leq 180^\circ$$



Siempre: $h+z = 90^\circ$

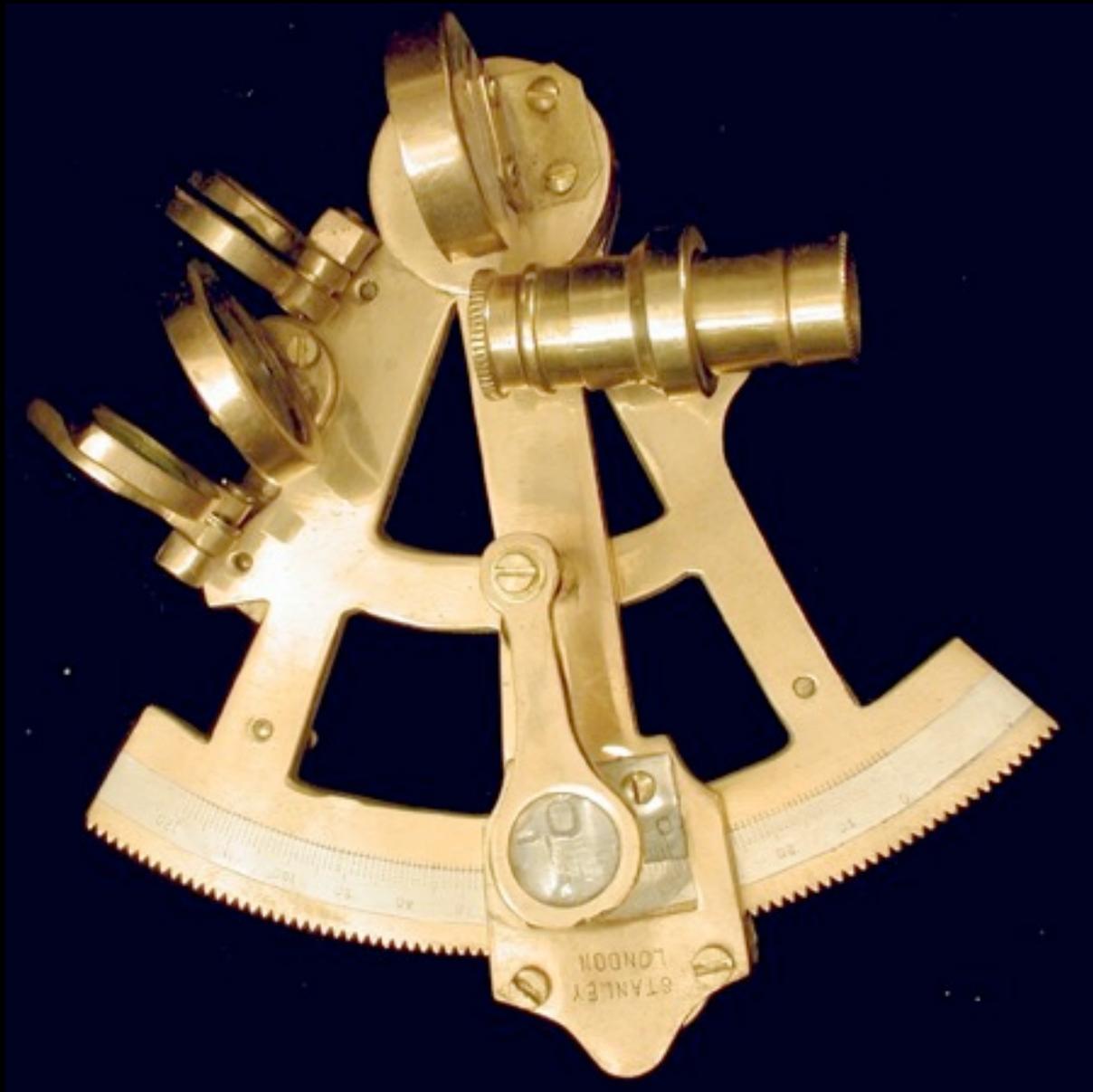


Observatorio Astronómico Nacional



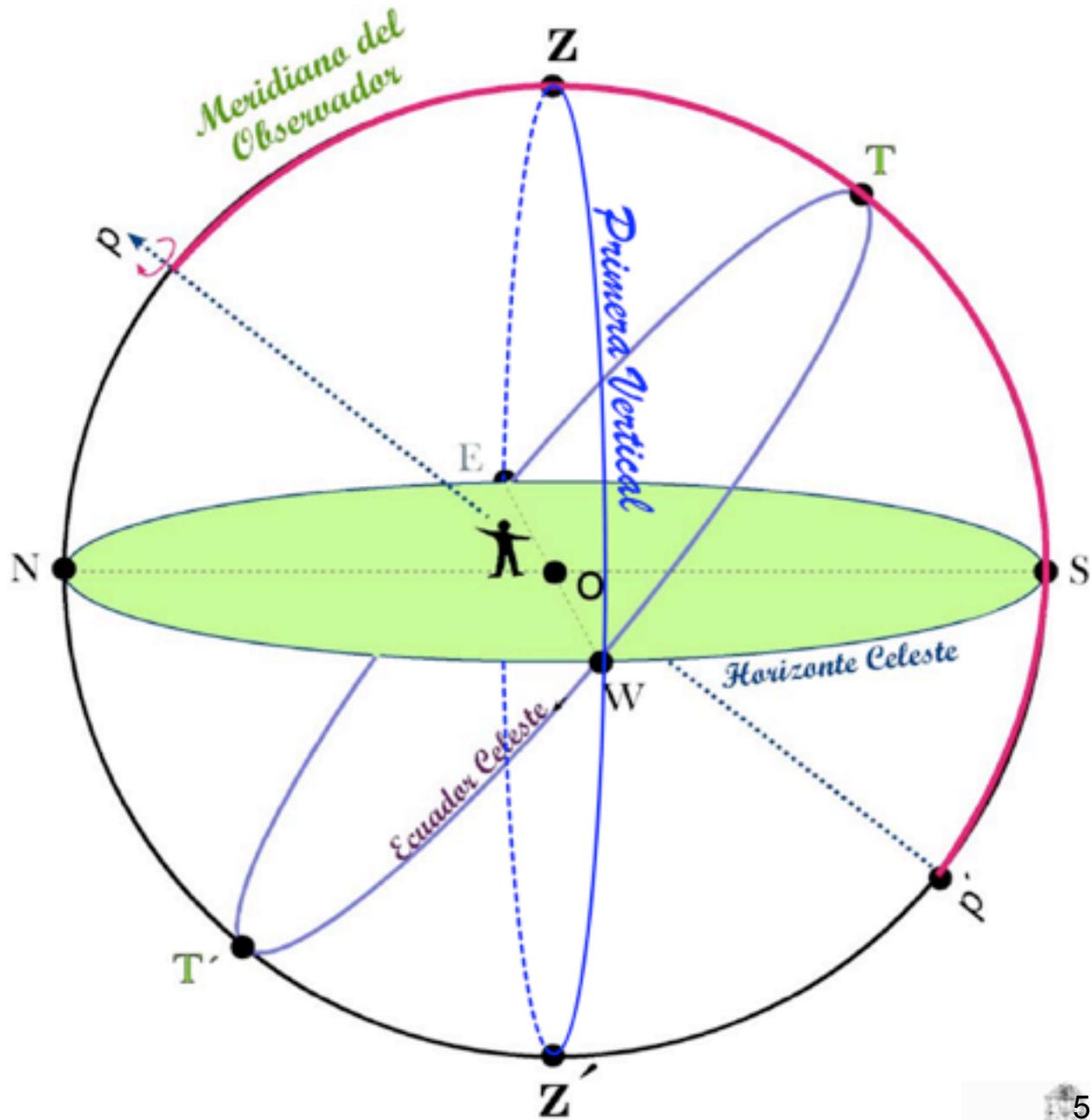
Observatorio Astronómico Nacional

El sextante



Hemisferios Oriental y Occidental del Observador

- El círculo máximo formado por la unión del meridiano del observador con el meridiano del Nadir (*círculo de los cuatro polos*), tiene como polos los puntos cardinales Este y Oeste. Como círculo máximo, parte en dos hemisferios a la esfera celeste topocéntrica, los cuales llamaremos ***Hemisferio Oriental del Observador*** (contiene a E) y ***Hemisferio Occidental del Observador*** (contiene a W).



Hemisferios Norte y Sur del Observador

- Similarmente, podemos definir los hemisferios asociados a la primera vertical en una esfera celeste topocéntrica, cuyos polos son los puntos cardinales **Norte** y **Sur**.
- El hemisferio de la primera vertical que contiene a **N** se denomina el ***Hemisferio Norte del Observador*** y el otro hemisferio, que contiene a **S**, se llamará el ***Hemisferio Oriental del Observador***.

Coordenadas Ecuatoriales Horarias

- Tipo de esfera celeste: Topocéntrica.
- Círculo Fundamental: Ecuador Celeste.
- Punto de Referencia: Punto de intersección del meridiano del observador con el Ecuador Celeste (T).
- Sentido establecido: Hacia el Oeste ($\rightarrow W$), sentido del movimiento diurno aparente de los astros.

Primera Coordenada: Ángulo Horario (H)

- Si el astro transita el meridiano del observador H es cero.
- En caso diferente, el ángulo horario del astro es igual a la longitud del arco trazado sobre el Ecuador Celeste, desde el meridiano del observador, siguiendo el sentido Oeste hasta el meridiano celeste del astro.

Valores y unidades de H

En unidades de arco:

$$0^{\circ} \leq H < 360^{\circ}$$

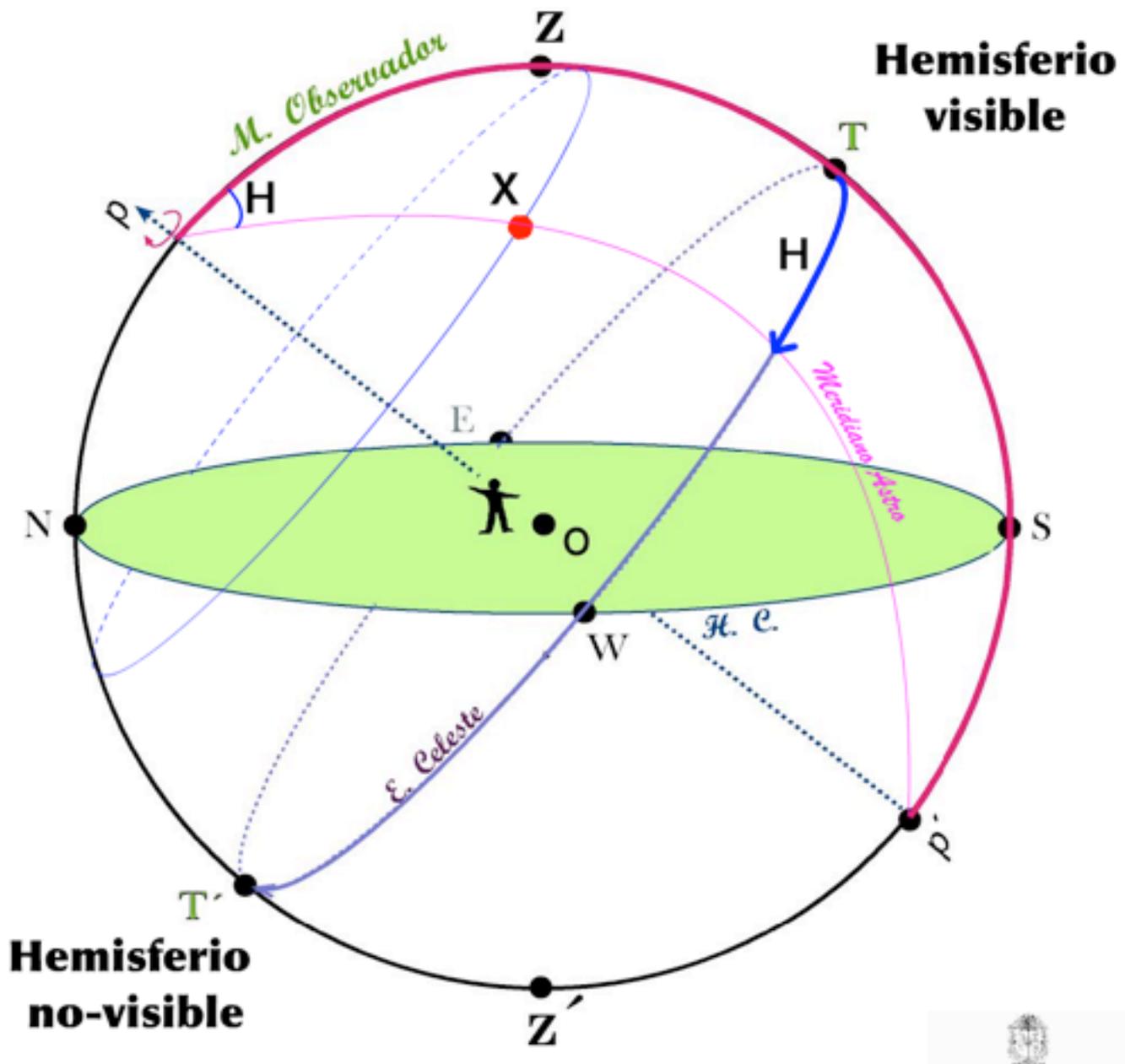
Ahora bien, la rotación diurna aparente de los astros ocurre en un día Sidéreo,

$$0^h \leq H < 24^h$$

Relación entre las unidades de arco y unidades de tiempo

$$24^h \Leftrightarrow 360^\circ$$

$$1^h \Leftrightarrow 15^\circ, 1^m \Leftrightarrow 15', 1^s \Leftrightarrow 15''$$



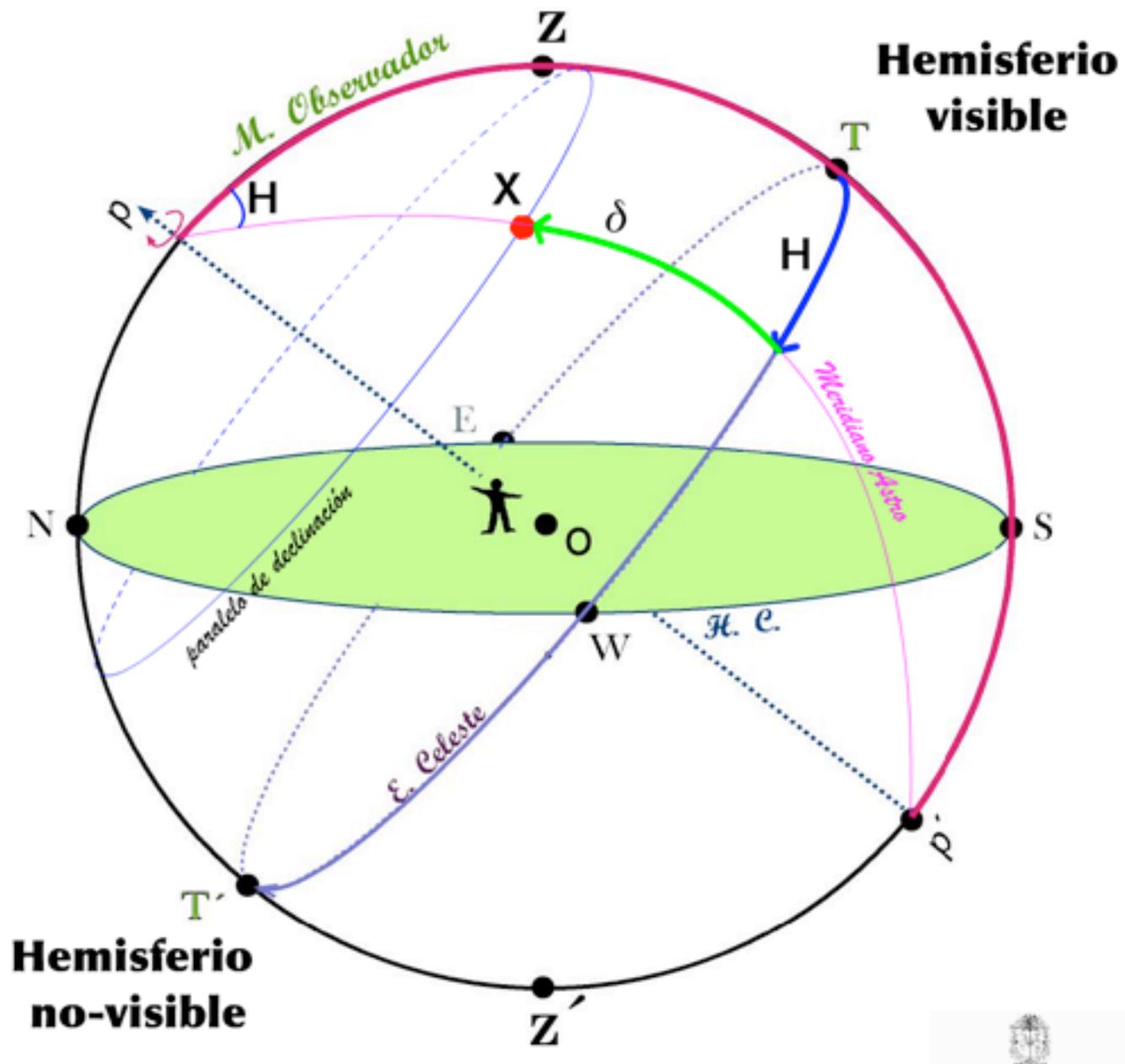
Segunda coordenada: Declinación

- Si el astro está sobre el ecuador celeste la declinación es igual a 0° .
- En caso diferente, su valor absoluto es igual a la longitud del arco trazado sobre el meridiano del astro, del ecuador celeste al astro.

Valores y notaciones de δ

- Valores positivos de δ si el astro está ubicado en el hemisferio norte celeste y negativos si astro está situado en el hemisferio sur celeste:

$$-90^{\circ} \leq \delta \leq +90^{\circ}$$



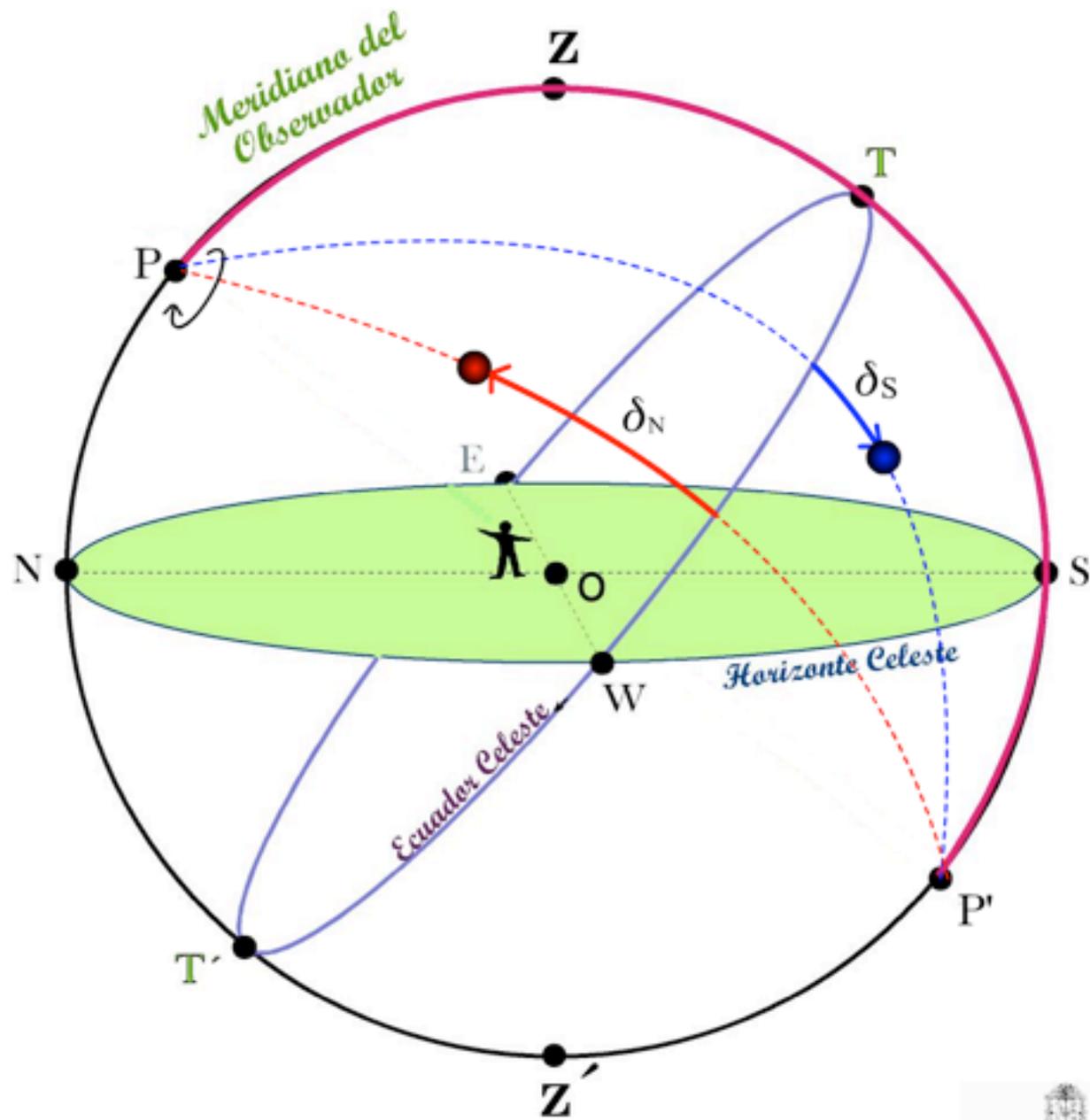
Otra notación para δ

- $\delta=0^\circ$ si astro ecuatorial.
- Si astro ubicado en el hemisferio Norte celeste tenemos:

$$0 < \delta_N \leq 90^\circ$$

Para astros del hemisferio Sur celeste se usa:

$$0 < \delta_S \leq 90^\circ$$



Eventos especiales (I)

- **Culminación superior de un astro:** Es el tránsito del astro por el meridiano del observador.
- **Culminación inferior de un astro:** Es el tránsito del astro por el meridiano del Nadir.

NOTA: Todos los astros culminan superior e inferiormente.

Caso solar

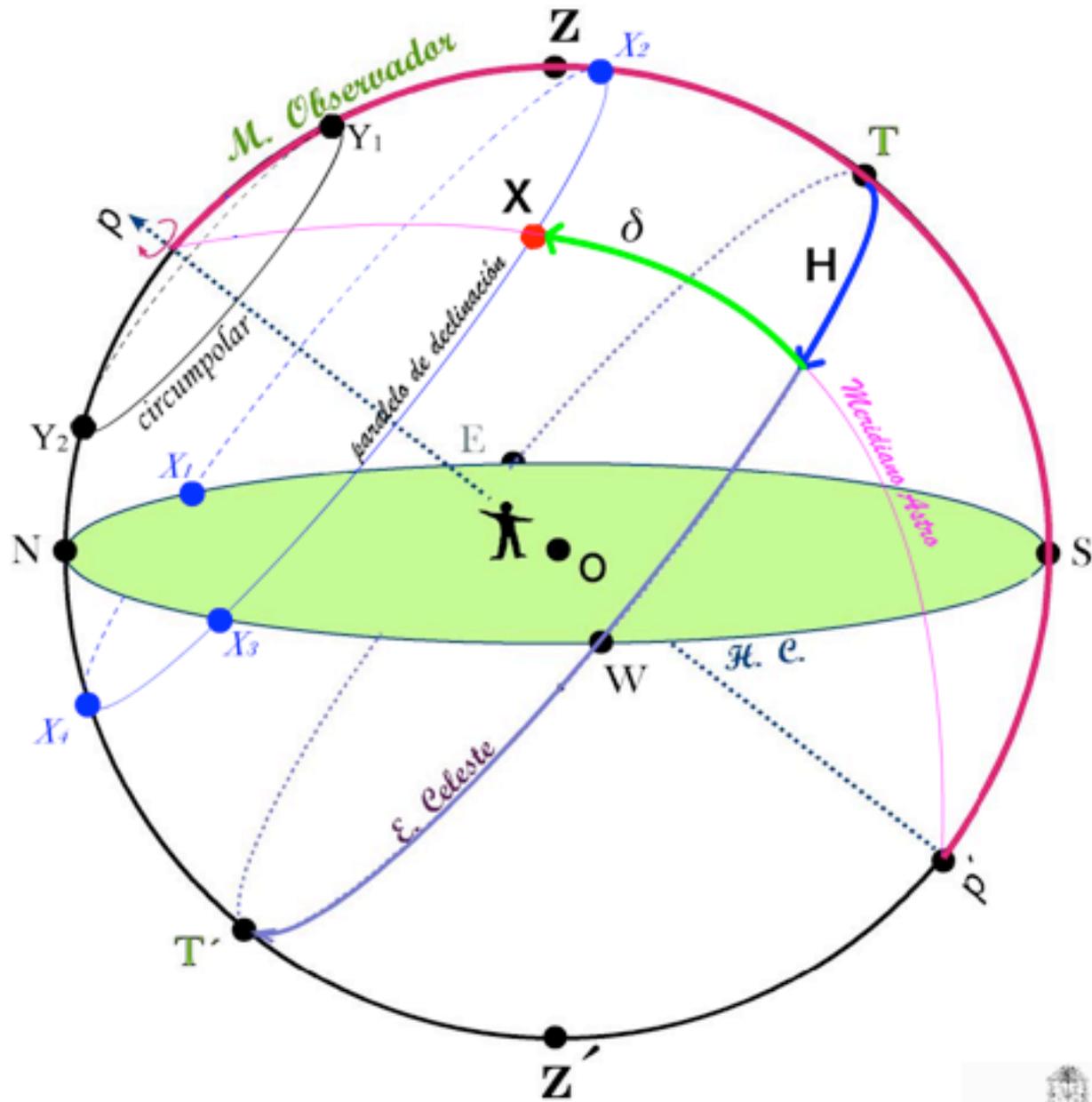
1. La culminación superior del centro de figura del Sol define el medio día aparente.
2. La culminación inferior del centro de figura del Sol define la media noche aparente.

Eventos especiales (II)

 Astro circumpolar:

Es aquel astro cuya culminación inferior acontece en el hemisferio visible del observador.

Observe el astro “Y” de la diapositiva siguiente...



Condiciones de circumpolaridad

- Habitante Norte:

$$\delta_N > 90^\circ - \phi_N$$

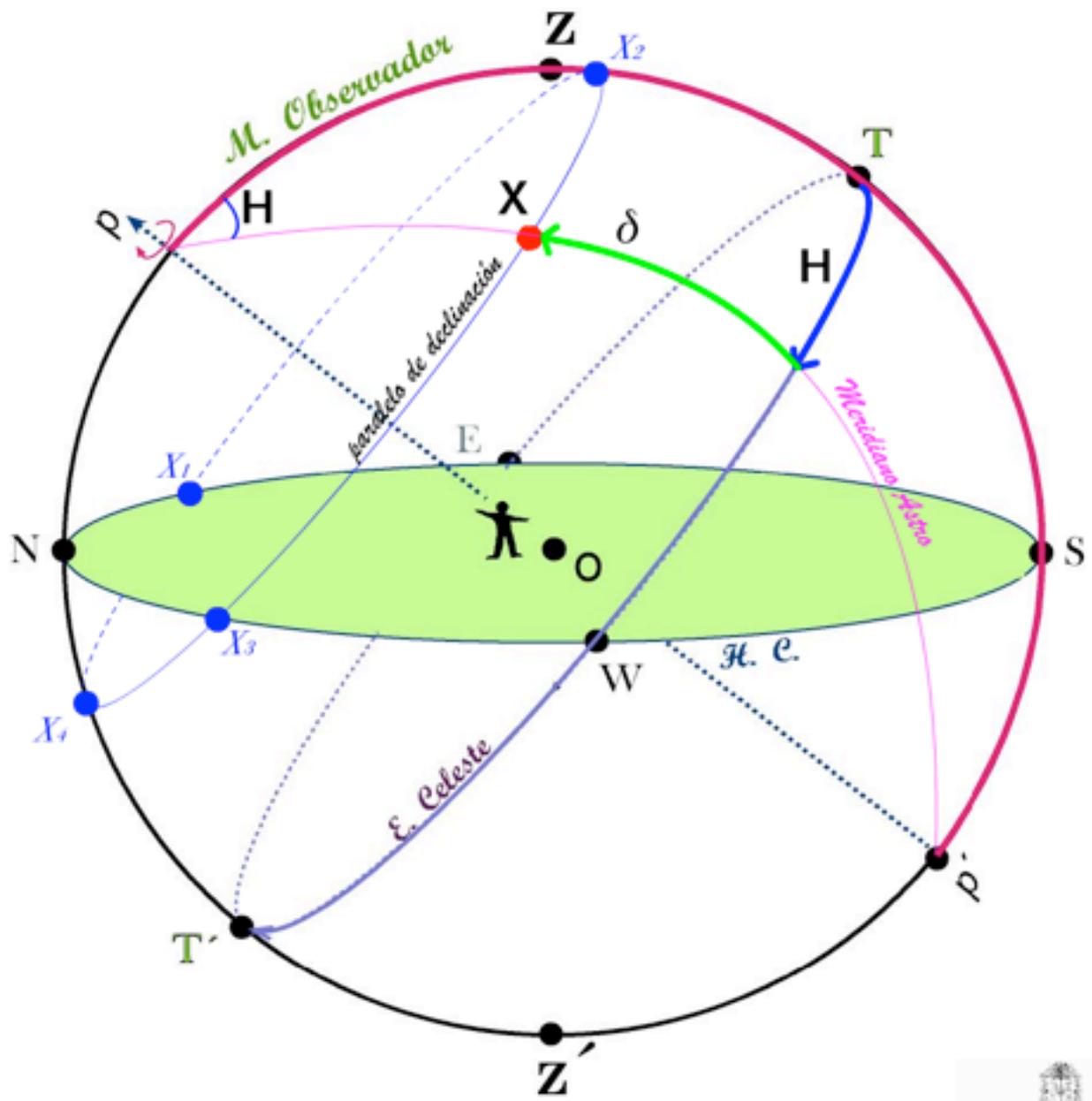
- Habitante Sur:

$$\delta_S > 90^\circ - \phi_S$$

Eventos especiales (III)

Para astros visibles NO-circumpolares, se tiene:

1. Salida del astro: Es el tránsito del astro por el horizonte celeste Oriental.
2. Puesta del astro: Es el tránsito del astro por el horizonte celeste Occidental.

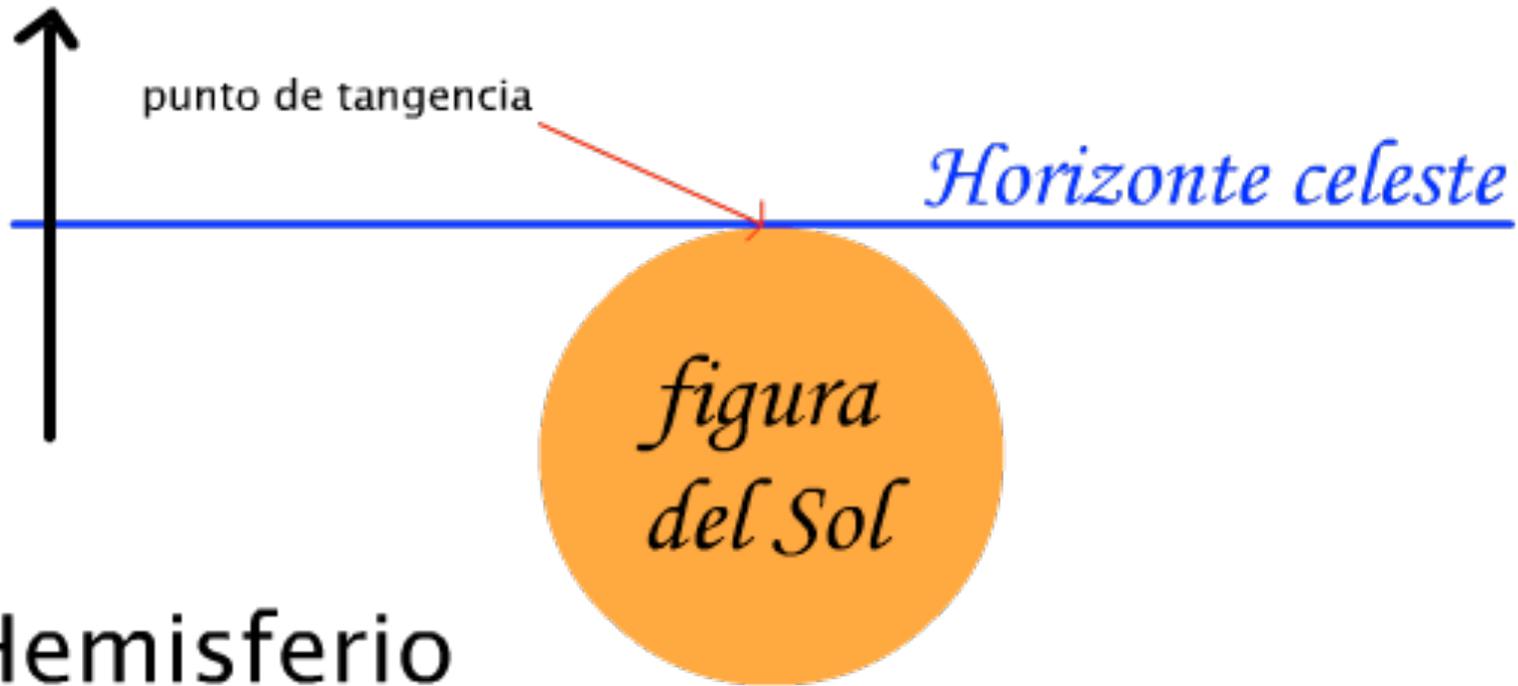


Caso solar

1. Salida del Sol: Tangencia del borde superior de la figura del Sol con el horizonte celeste Oriental. También se le conoce como “*el Orto*” (ortho).
2. Pueta del Sol: Tangencia del borde superior de la figura del Sol con el horizonte celeste Occidental. También se le conoce como “*el ocaso*”.

Hemisferio visible

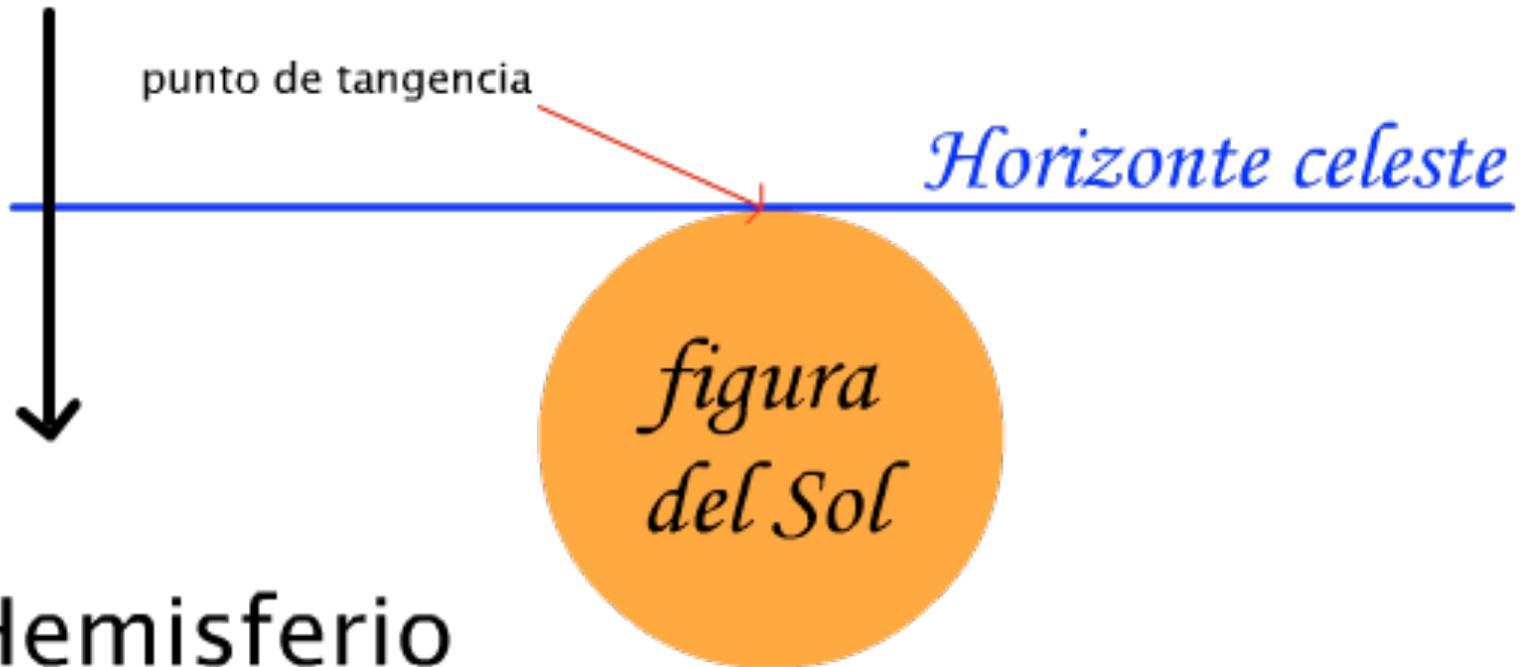
Salida del Sol



Hemisferio NO-visible

Hemisferio visible

Puesta del Sol



Hemisferio NO-visible

Visibilidad de Astros

Caso observador norte

- Para un observador norte, todos los astros del hemisferio norte celeste le son visibles.
- La limitación en la visibilidad de los astros del hemisferio sur celeste está determinada por la condición:

$$\delta_S > 90^\circ - \phi_N$$

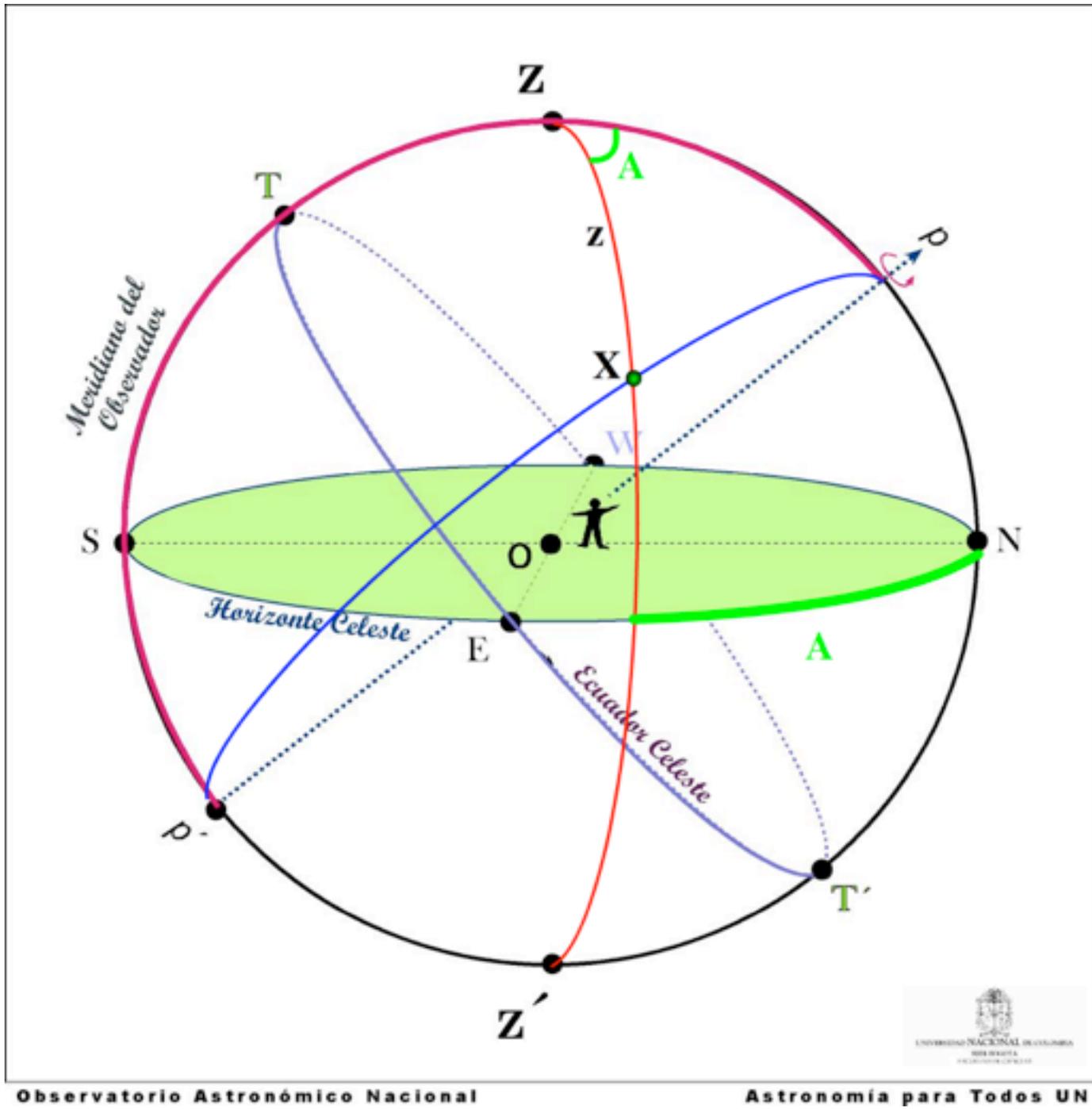
Visibilidad de los astros

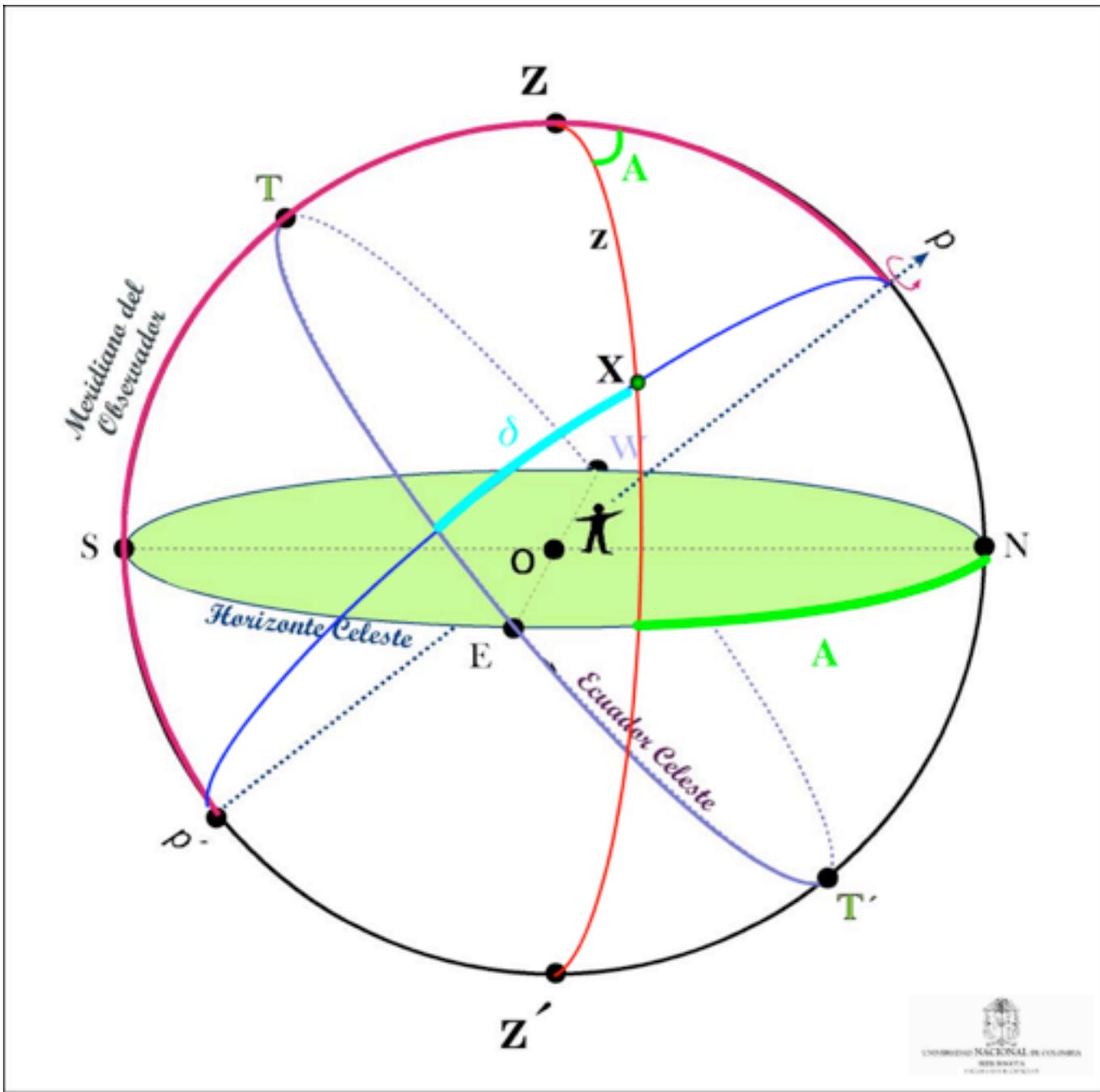
Caso observador sur

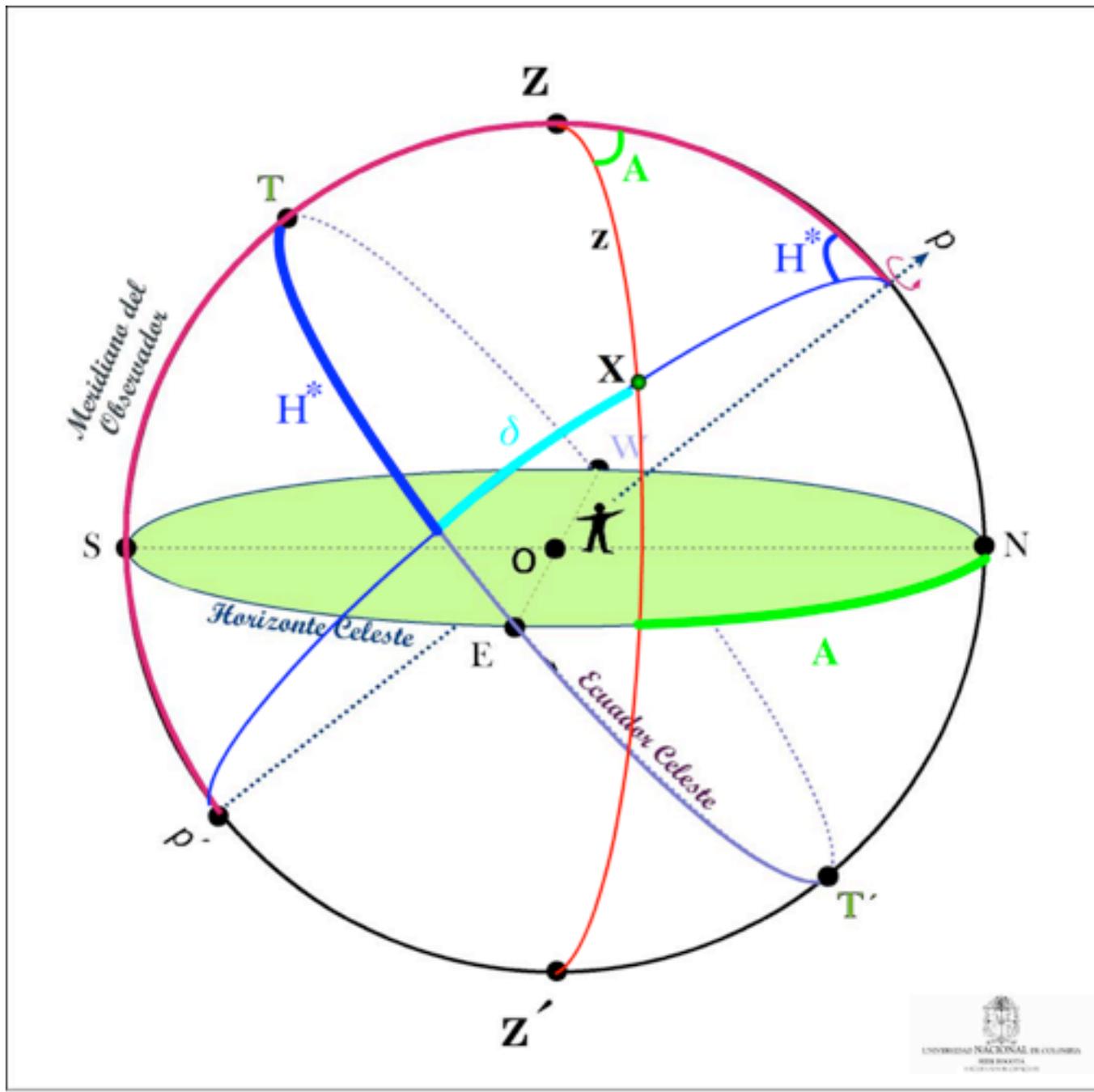
- Para un observador sur, todos los astros del hemisferio sur celeste le son visibles.
- La limitación en la visibilidad de los astros del hemisferio norte celeste está determinada por la condición:

$$\delta_N > 90^\circ - \phi_S$$

Coordenadas horizontales y Ecuatoriales Horarias de un astro







Triángulo esférico asociado a la Transformación de coordenadas

