

# Astronomía en la ciudad

**Rosa M. Ros, Juan A. Belmonte, Jarita Holbrook,  
Noorali T. Jiwaji, Dismas Simiyu**

*International Astronomical Union  
Polytechnical University of Catalonia, Spain,  
Institute Astrophysics Canarias, Spain,  
University of the Western Cape, South Africa,  
Open University of Tanzania, Tanzania  
Meru University of Science and Technology, Kenya*



# ORIENTACIÓN DE LAS PIRAMIDES

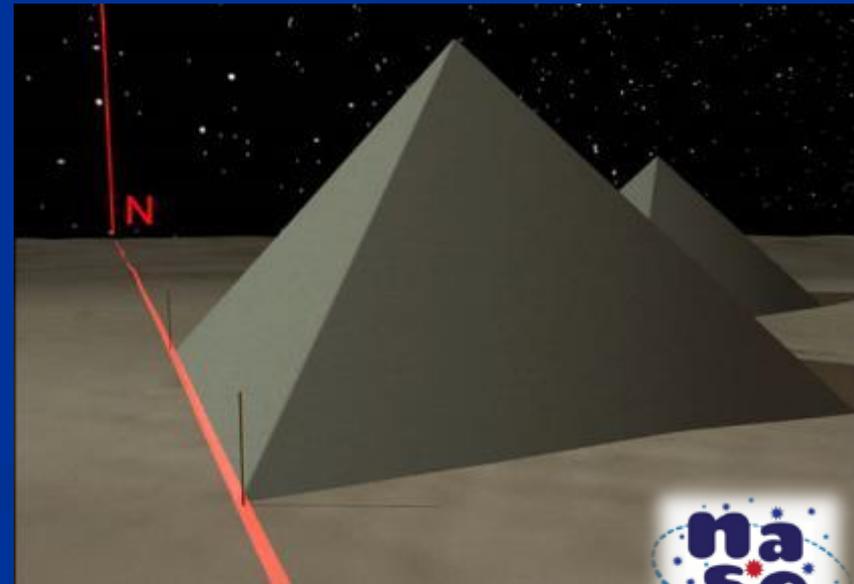
Giza, Egipto, Africa  
2500 BC



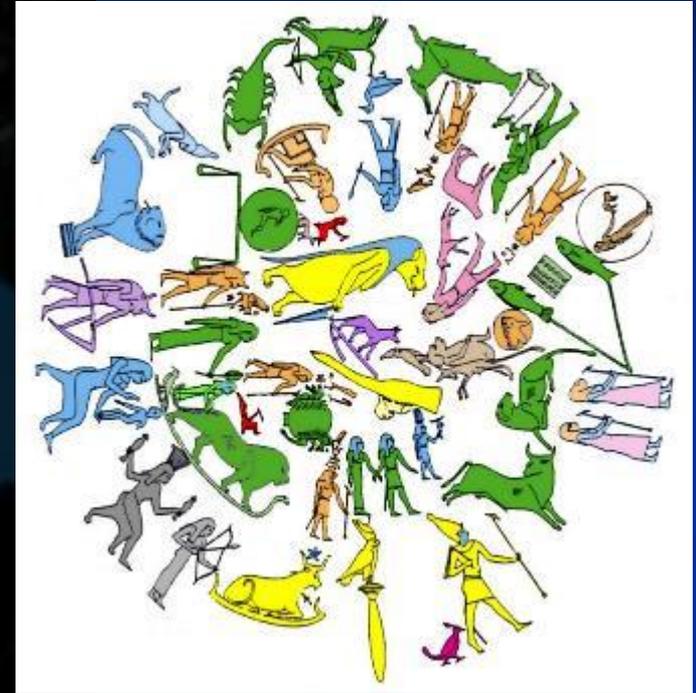
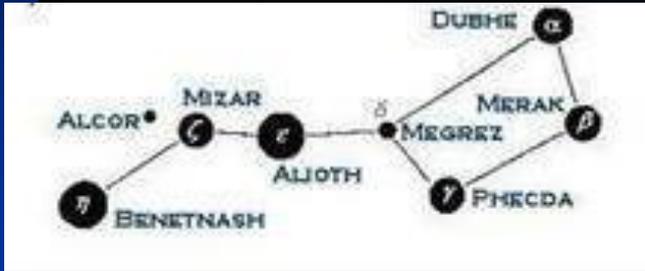
No todas las pirámides de Egipto están bien orientadas; de hecho, solo algunas de las más de sesenta conocidas tienen una orientación precisa.

Las pirámides de los faraones de la dinastía IV, en Giza y Dahshur son los mejor orientados, con errores que rondan los 15' o menos.

Alineación astronómica inicial de la pirámide de Kefren (alrededor de 2545 a. C.) hacia el tránsito meridiano de dos de las estrellas Megrez y Phecda de la constelación Meskhetyu (La pata del toro), que equivale, parcialmente, a la Osa Mayor



# Constelación “imperecedera” de la **Pata de Toro**



Actualmente, Merak y Dubhe indican la posición de la polar a 2° del polo.

Anteriormente, Megrez y Phecda determinaron la situación de Thuban que en 2787 a. C. estaba a solo 2' del polo

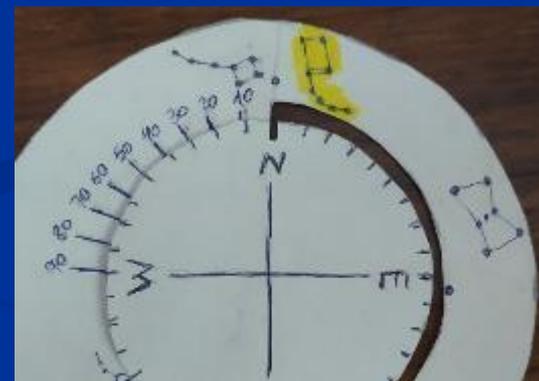
La situación de las pirámides responde a motivaciones religiosas. Los egipcios creían que las estrellas desaparecían y reaparecían, permitiéndoles trascender la muerte. "Los conductos de las pirámides miran hacia el norte porque allí estaban las estrellas que nunca desaparecían del cielo, las estrellas circumpolares, que nunca mueren".



Ahora 2000



Antes 2500 BC

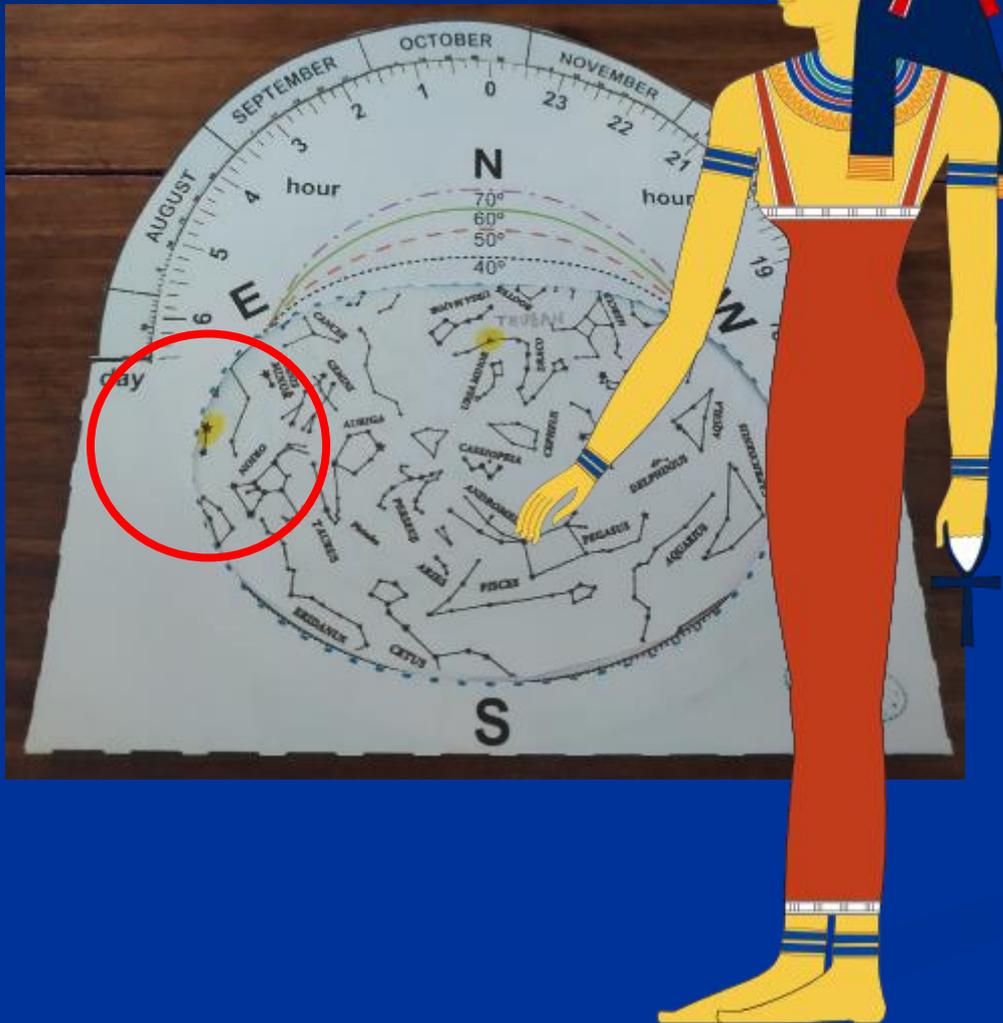


Cairo latitud 30°N

Sus corredores de acceso se construyeron con una pendiente que facilitaría la ascensión del rey a los cielos del norte, dominio de las "estrellas eternas".



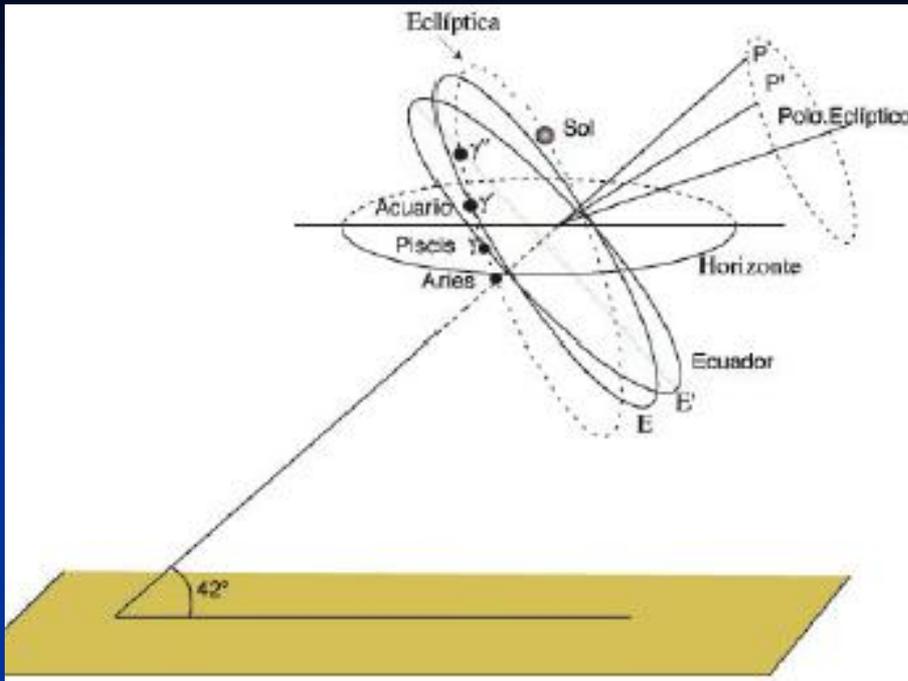
La estrella Sirio, llamada Sopdet por los egipcios, da origen a uno de estos eventos singulares: su primera aparición anual al amanecer, llamado orto heliacal (el primer día que se hace visible hacia el **este** al amanecer justo antes de la salida del Sol en torno al 25 de julio) y este momento anunciaba la llegada del crecimiento del Nilo, de gran importancia en Egipto.



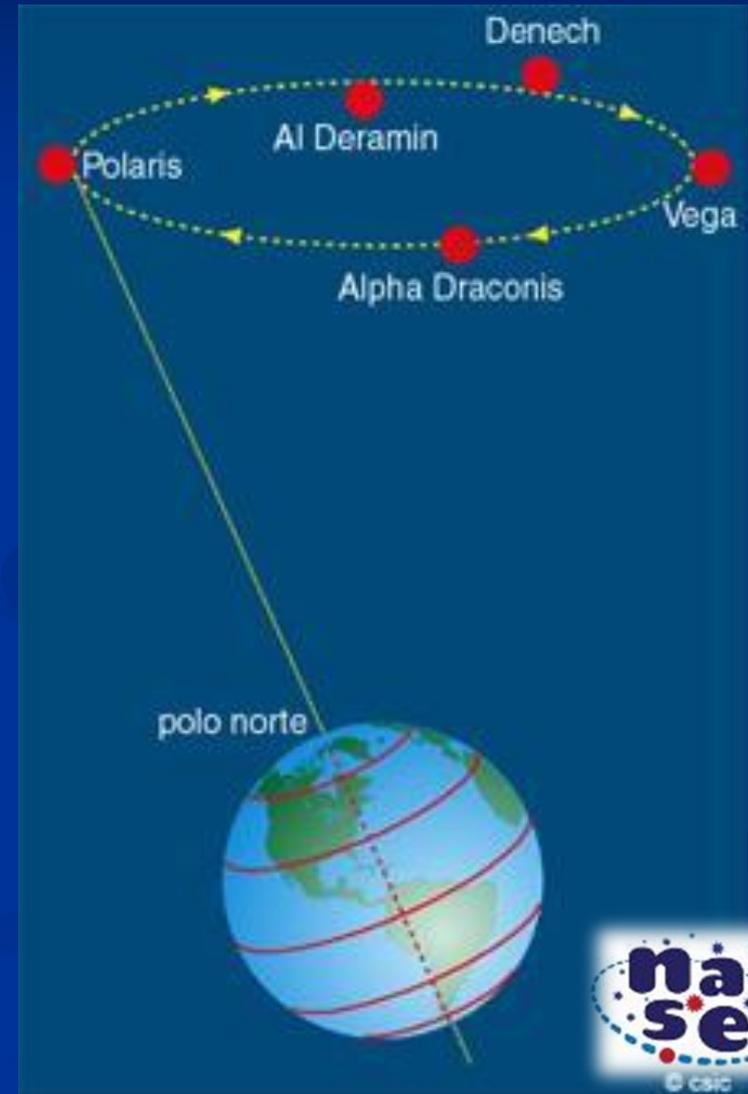
La estrella Sirio permanecía invisible durante 70 días, el mismo tiempo que en el proceso de momificación, los cuerpos se sumergían en sales de natrón para deshidratarlos durante 70 días y el cuerpo se retiraba posteriormente.



# Precesión de los Equinoccios

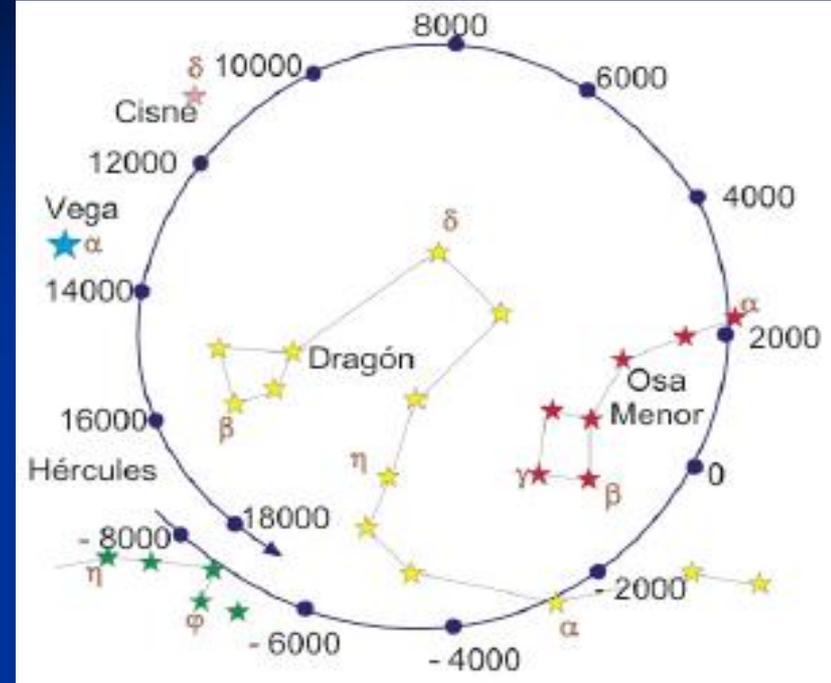


Debido a la Precesión de los Equinoccios, el punto de intersección entre ecuador y eclíptica, llamado punto Aries (por estar en esta constelación) se ha desplazado a la constelación de Piscis



# Precesión de los Equinocios

Precesión es el movimiento de cambio de dirección del eje de rotación terrestre describiendo en 25776 años una circunferencia (o  $50,29''/\text{año}$ ), como una peonza. El ecuador celeste también bambolea y su intersección con la eclíptica varía.



Hiparco lo observó entre 147 y 127 a.C. (aprox hace unos 2000 años). Este punto, bautizado como punto Aries (por estar en esa constelación) se ha desplazado a la constelación de Piscis y el polo norte ha variado.

**$50.29'' \times 2000 = 100580'' = \text{aprox } 28^\circ$  un signo zodiacal**

Por ejemplo, ahora esta en la estrella Polaris de la Osa Menor y hace 2000 años era Thuban en la constelación del Dragón.



# CIUDADES ROMANAS

## Barcelona, España, Europa

### 10 BC

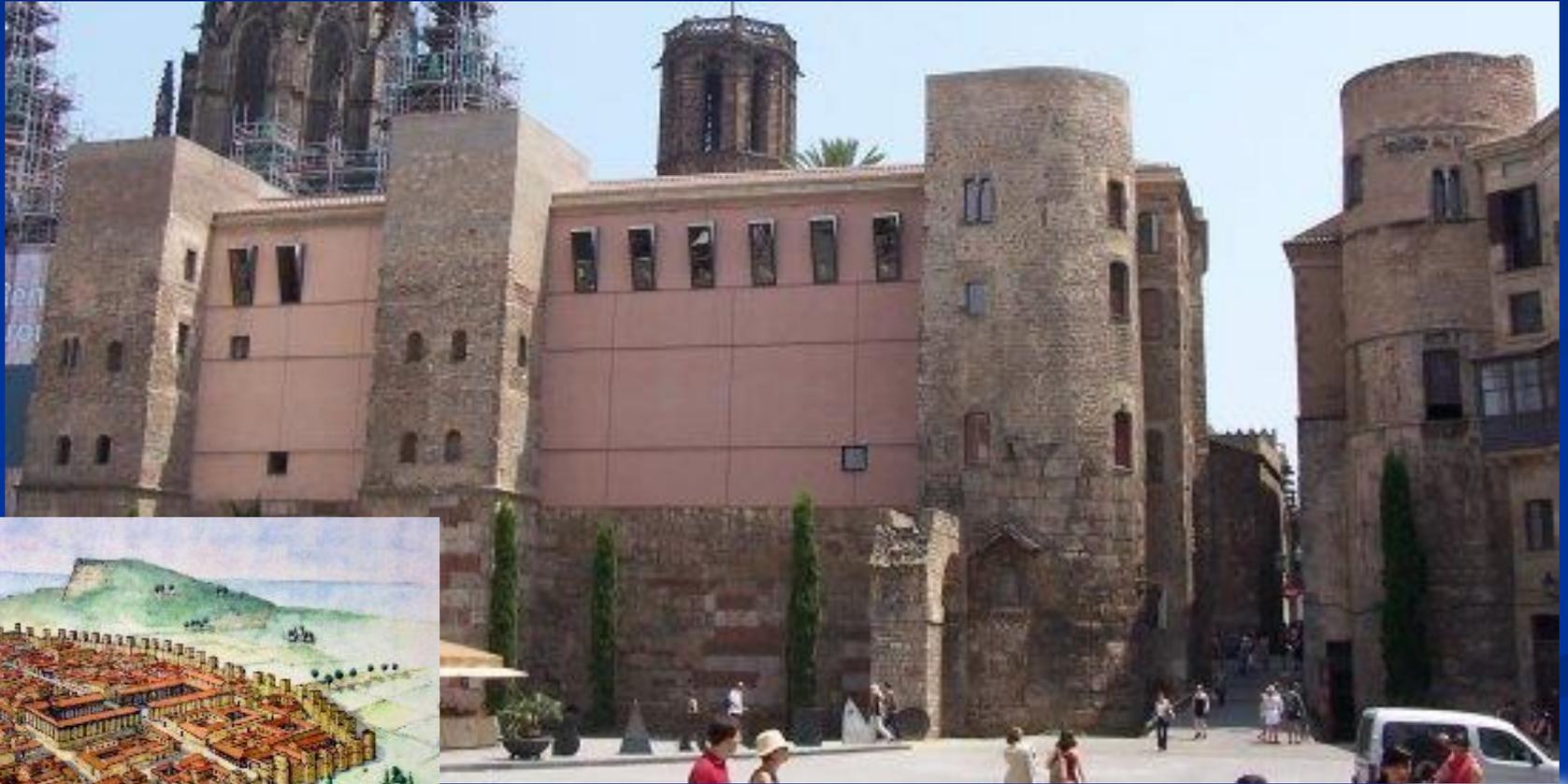


Barcelona fue fundada por el Imperio Romano en el siglo I a. C. (fue llamada Iulia Augusta Faventia Paterna Barcino) en una pequeña colina llamada "Mons Taber".

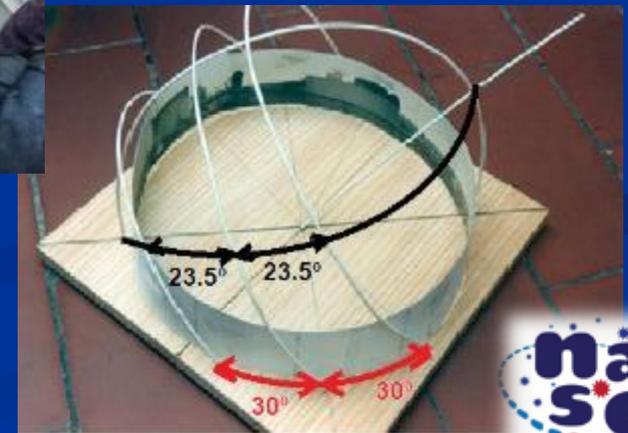
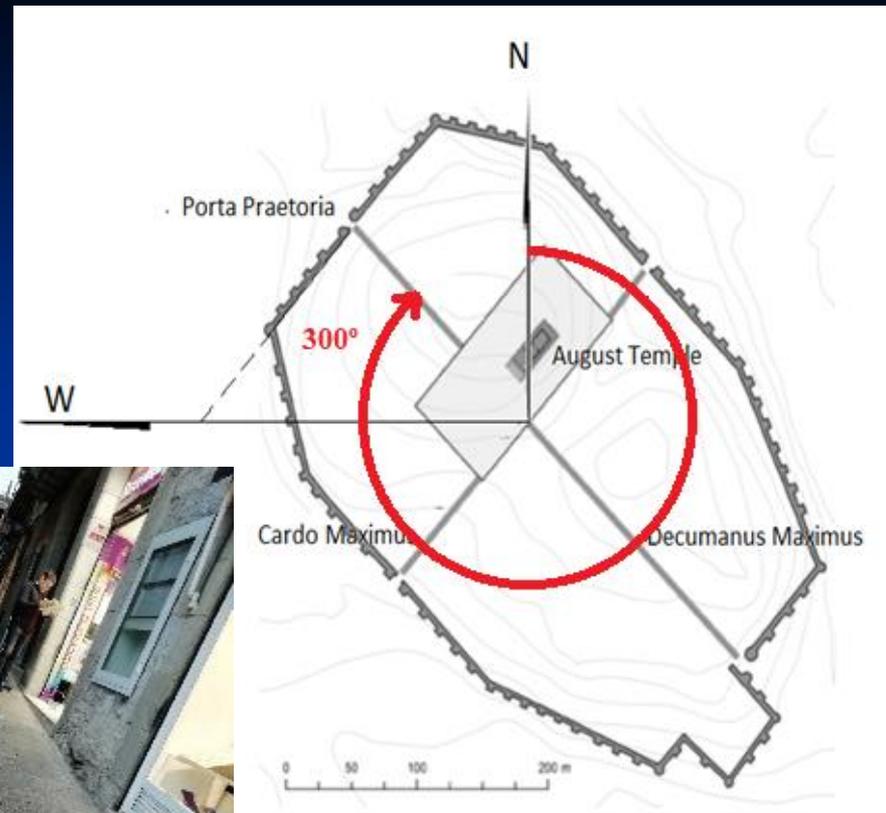
El Templo de Augusto estaba ubicado en el punto más alto de Mons Taber



Barcino estaba atravesada por el Decumanus Maximus (calle principal con orientación aproximada de este a oeste), y el Cardo Maximus (de norte a sur) que cruzaba la ciudad.



El Decumanus Maximus (Este-Oeste) es fácil de encontrar en la Barcelona actual y no es difícil calcular su ángulo hacia el Oeste  $300^\circ - 270^\circ = 30^\circ$  y comparar el resultado obtenido con los resultados de los arqueoastrónomos profesionales.

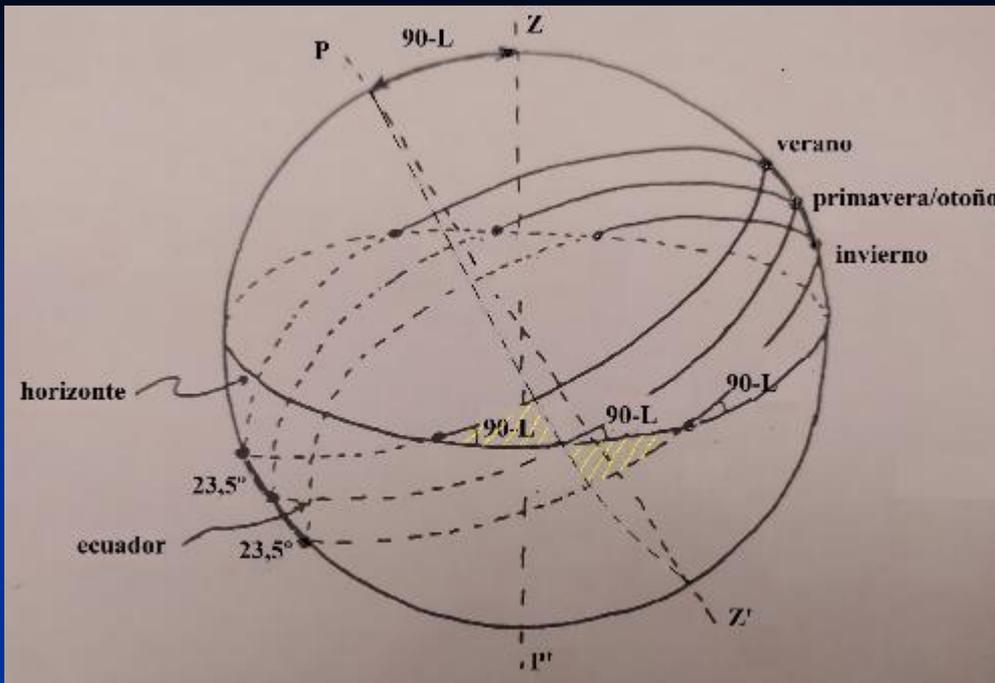


Por ejemplo, en la tabla se resume el resultado de un estudio llevado a cabo por J. A. Belmonte sobre 270 estructuras urbanas y asentamientos militares medidos

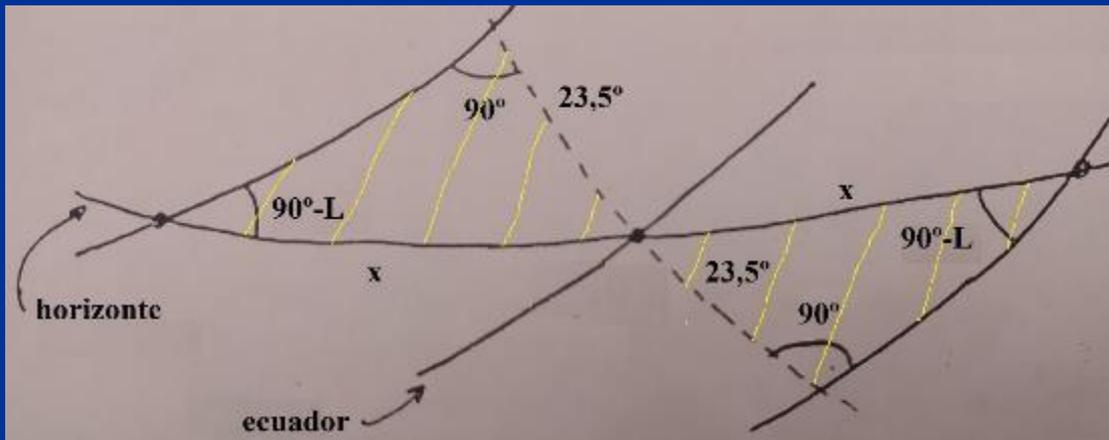
Declinación	Festividad	Zona
+23,5°	Puesta Solsticio de verano 21 junio <i>Sol invictus</i> , Apolo	Cartago Nova Zona de Mediterráneo Norte de África, Oriente próximo
+7 °	Amanecer y Puestas 1 marzo <i>Festividad de Marte</i>	Britania, Limes Arabicus Limes Germanicus
0°	Equinoccios 21 marzo - 23 septiembre	Origen Ibérico Norte de África y Oriente próximo Grupos Berberes
-23,5°	Puesta Solsticio de invierno 21 diciembre <i>Saturnalias</i>	Este y Oeste de Roma

Documanus máximum esta a 30° del Oeste que en Barcelona (latitud 41°) corresponde al solsticio de verano 23,5°





$$\sin x = \sin 23,5^\circ / \cos L$$



Latitude L	X°
0°	23,5°
10°	24°
20°	25°
30°	27°
40°	32°
50°	40°
60°	53°

$$\sin x / \sin 90^\circ = \sin 23,5^\circ / \sin (90^\circ - L)$$



# LALIBELA CIUDAD MONASTICA

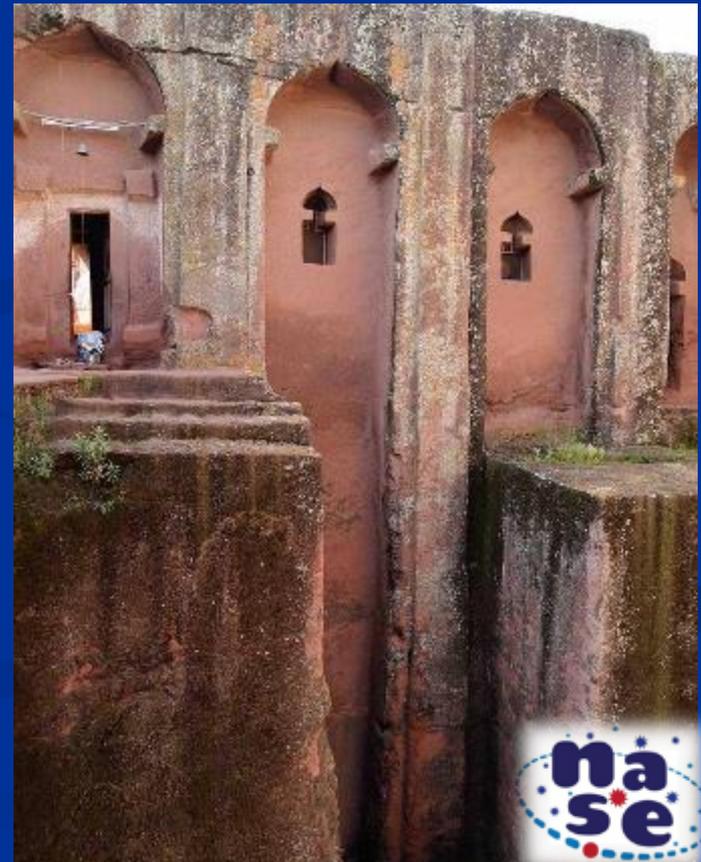
Lalibela, Ethiopia, Africa

1200



Según la tradición, el rey de Etiopia, Lalibela (1133-1173) viajó a Jerusalén. Después que esta ciudad cayó en manos musulmanas, Lalibela decidió crear una nueva Jerusalén en Etiopía, dándole su propio nombre a esta ciudad de Iglesias.

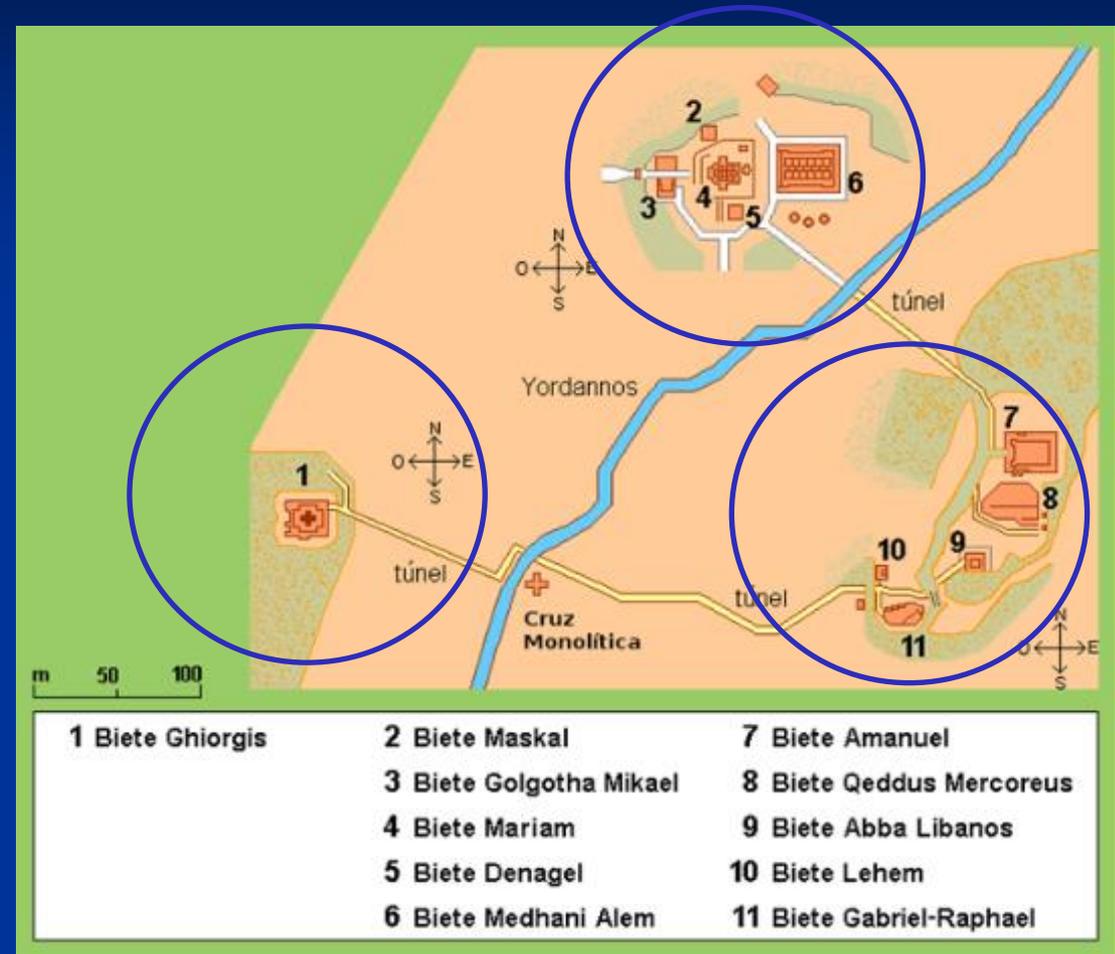
Las iglesias de Lalibela se construyeron entre los siglos VII y XIII. Están talladas en bloques únicos en roca basáltica roja, sin ladrillos ni argamasa.



Las iglesias de Lalibela se encuentran divididas en dos grupos, separados por el río Jordán (río excavado en la roca).

El grupo del Noroeste se compone de iglesias nuevas (construidas XII), bien orientadas con decoraciones del Imperio de Axum.

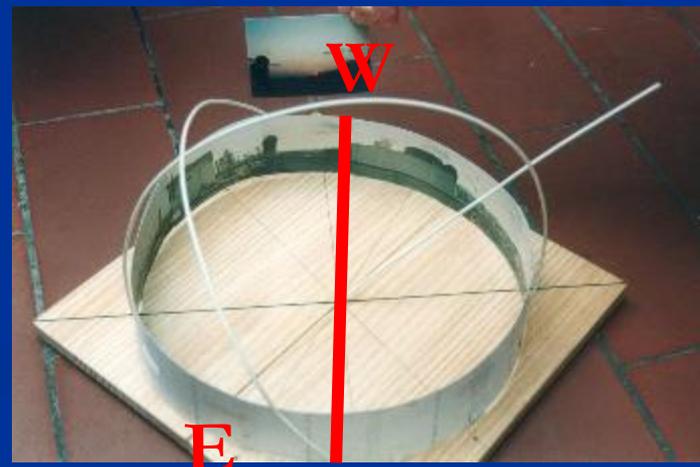
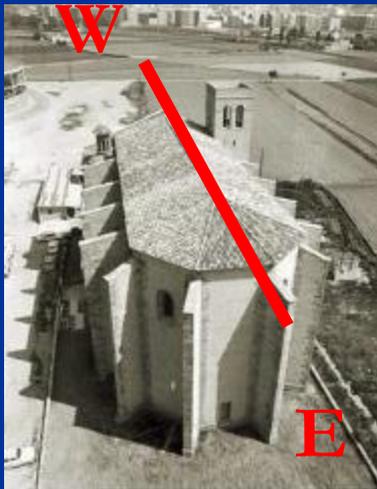
El grupo del Sudeste está compuesto por iglesias adaptadas y antiguos palacios y fortificaciones de finales del reino Axum (del siglo VII al X) y no están orientadas.



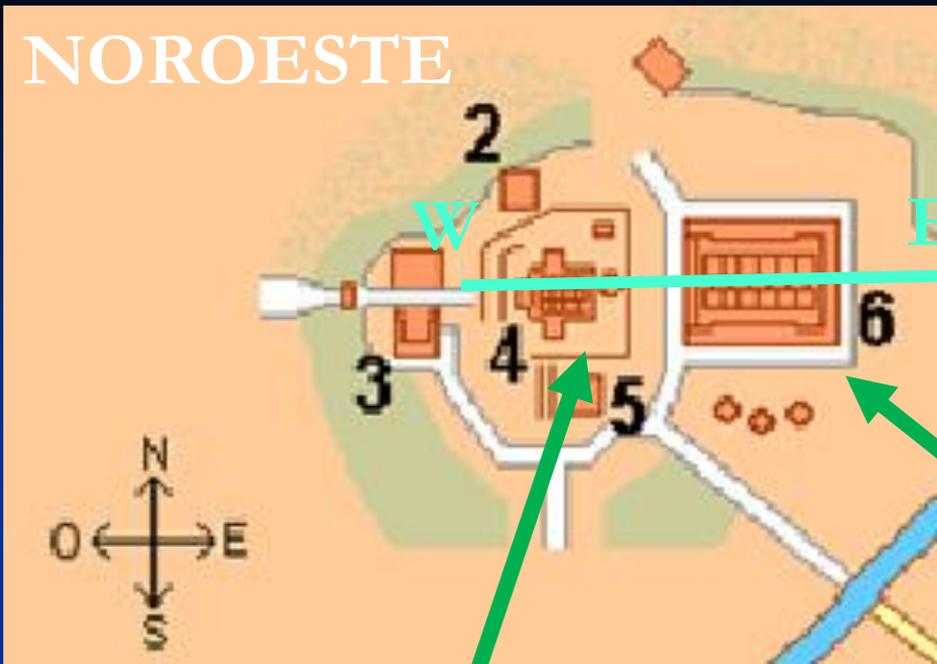
Separada esta la iglesia Bete Giyorgis del XII y orientada

En el Concilio de Nicea (325) se determinó que el ábside de una iglesia debía estar hacia el Este, y la puerta hacia el Oeste, para que el sacerdote estuviera mirando hacia el Este durante los servicios.

Las iglesias, según la costumbre ortodoxa de orientar sus templos al Este, para rezar hacia donde nace el Sol (Cristo representa la luz), colocaban tres puertas: una al Norte (por donde accedían los hombres), otra al Sur (destinada a las mujeres) y una tercera al Oeste (para el clero).



NOROESTE



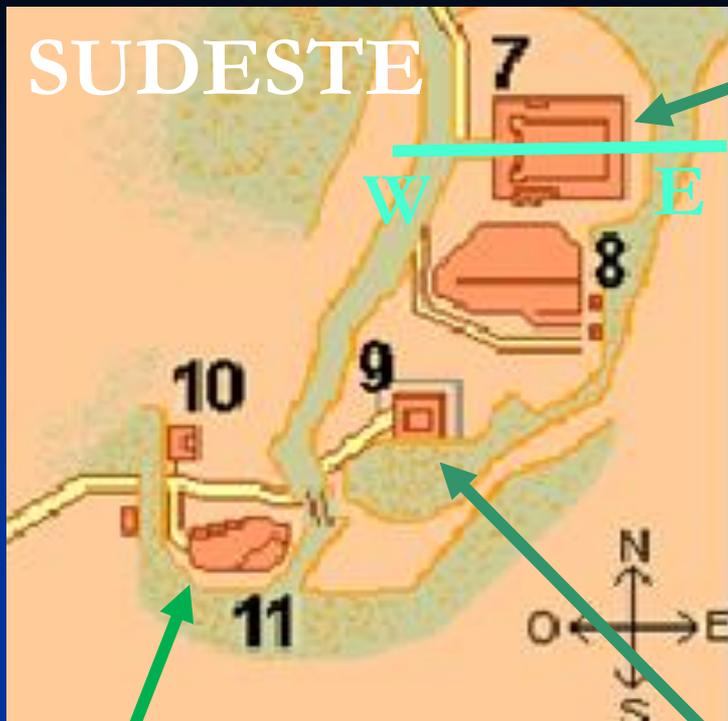
La iglesia de **Bete Medhani Alem** (Salvador del Mundo) es la mayor iglesia monolítica excavada del mundo. Esta orientada E-W Tiene tres entradas, una al Sur otra al Oeste y la principal al Norte.



La iglesia **Bete Maryam** (Maria) esta bien orientada. Sus tres puertas están enmarcadas con porches que han sido restaurados.



SUDESTE



## Biet Amanuel (Emmanuel)

En su origen fue la capilla del palacio real. Esta orientada.



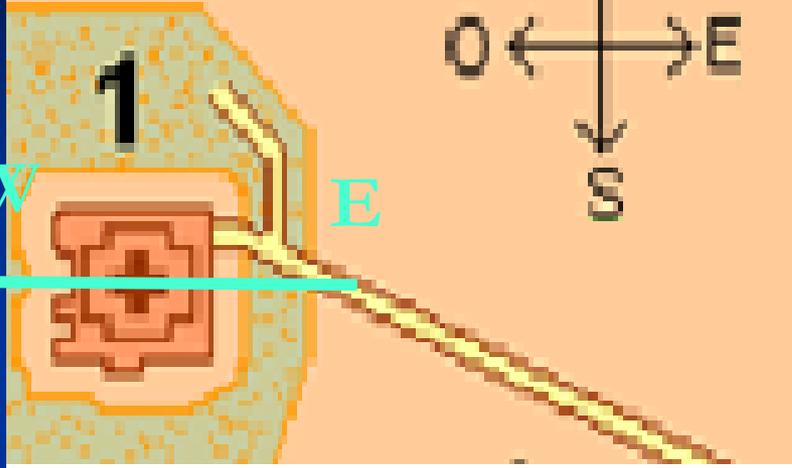
**Bete Abba Libanos** tallados los muros laterales pero la cubierta sin separar de la roca. No esta orientada.



## Bete Gabriel-Rafael (Gabriel y Rafael)

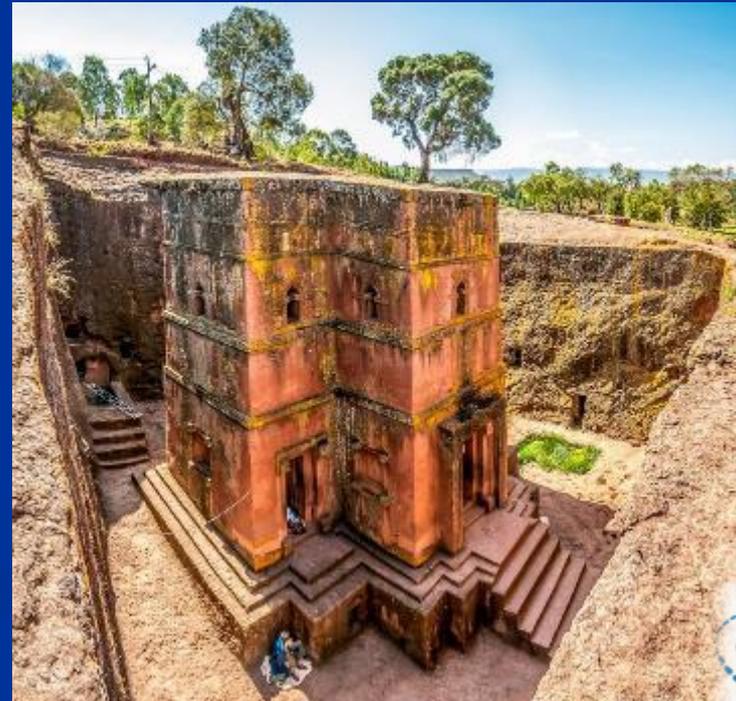
con apariencia de imponente fortaleza. Excavada como un complejo palaciego fortificado en los siglos VII y VIII. No esta orientada.

# OESTE



## Bete Giyorgis (San Jorge)

Esta aislada. Excavada por debajo del nivel del suelo con forma de cruz griega. Tiene tallada una cruz triple sobre el tejado. Tiene tres puertas en el lado oeste. Fue construida la última. Esta bien orientada.



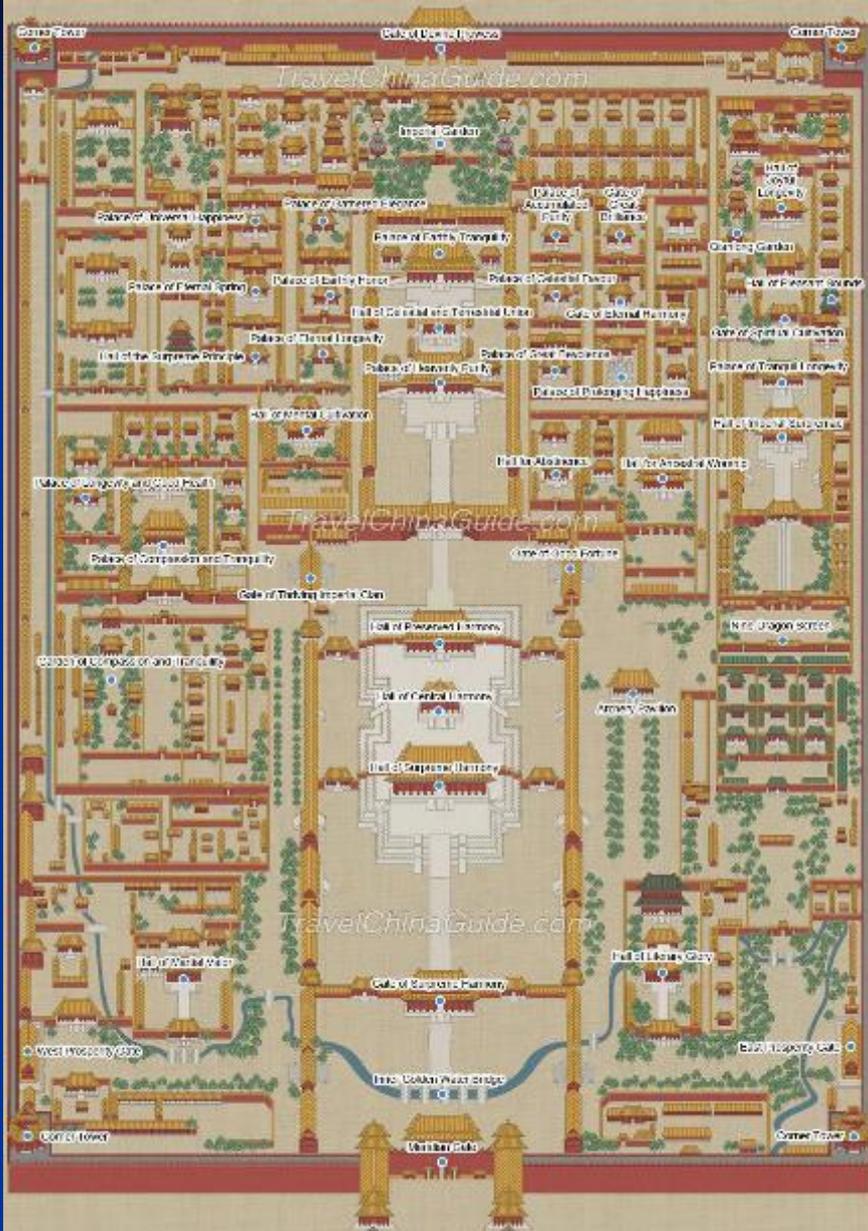
# LA CIUDAD PROHIBIDA

Beijing, China, Asia

1420



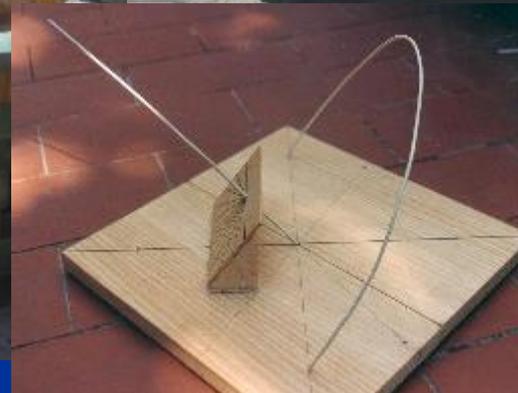
A Full Map of the Forbidden City

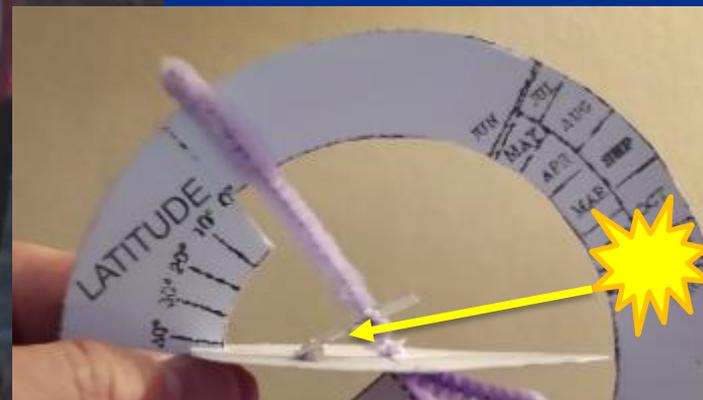
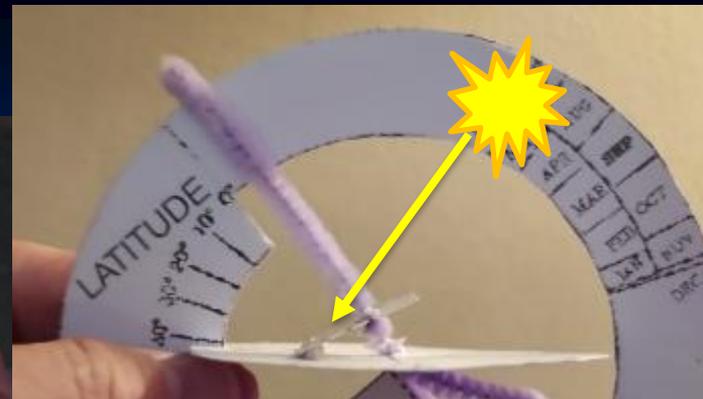


El mapa completo está orientado Norte-Sur según el meridiano local.



Hay una  
colección de  
relojes de sol  
ecuatoriales en  
toda la ciudad  
alineados con  
el meridiano  
local





El plano del reloj de Sol es paralelo al ecuador y el gnomon está de acuerdo con el eje de rotación terrestre.



**MONUMENTO**  
**“Mitad del Mundo”**  
**Quito, Ecuador, América**  
**1992**

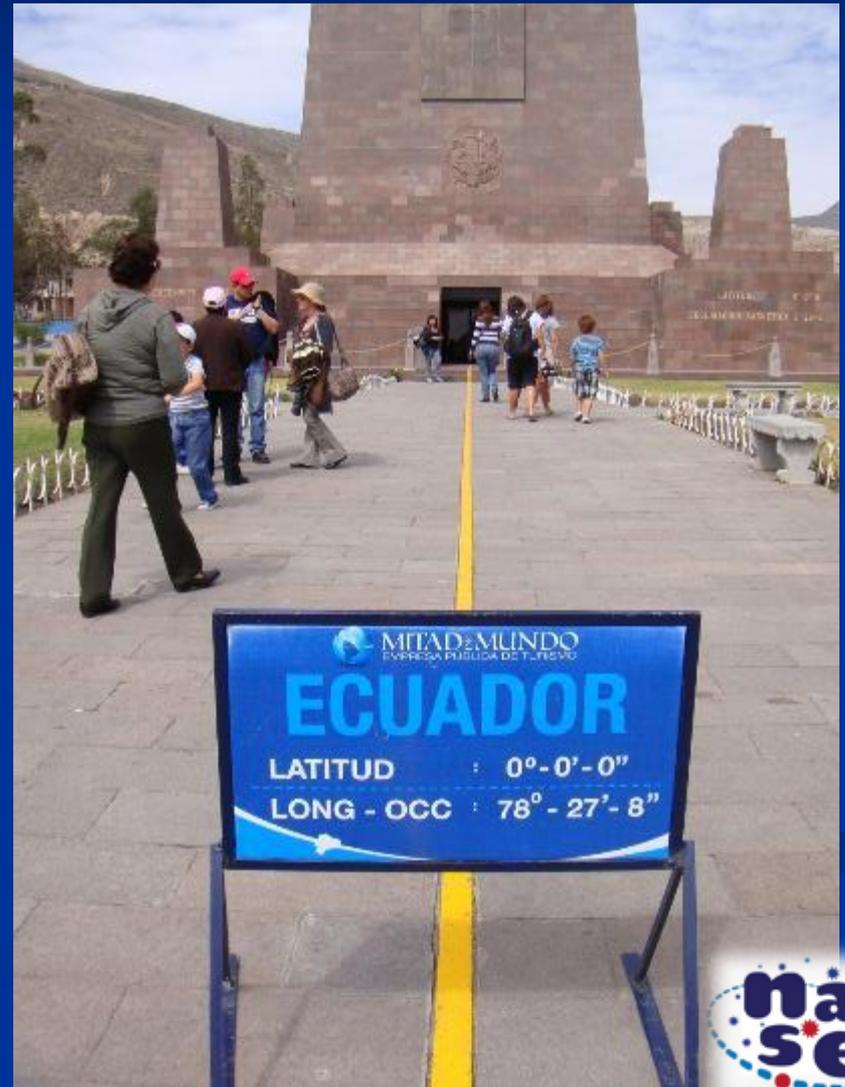


# Monumento en Ecuador sobre la línea del Ecuador



Tierra Paralela, con la línea del Ecuador arriba

# Línea Ecuatorial



# ¿Tierra Paralela? unas semanas después del equinoccio



Hay un error  
en la posición!!!!

# BOSQUIMANOS

## Desierto Kalahari, Africa

### 2014



# Desierto de Kalahari

Botswana  
Zimbabwe  
Namibia  
South Africa



La Vía Láctea fue creada por una niña que deseaba un poco de luz para que la gente pudiera ver de regreso a casa. La niña recogió un puñado de cenizas de madera del fuego, las arrojó al cielo, y creó un camino brillante. Más tarde creó algunas de las estrellas más brillantes echando raíces al cielo. Según la leyenda, las estrellas blancas están listas para comer, pero las rojas son raíces viejas que ya no son comestibles.



La rojiza Antares, en Escorpión, es “La estrella que acaba con el fuego” porque en ciertas épocas del año se pone muy tarde cuando las fogatas del campamento se han apagado.

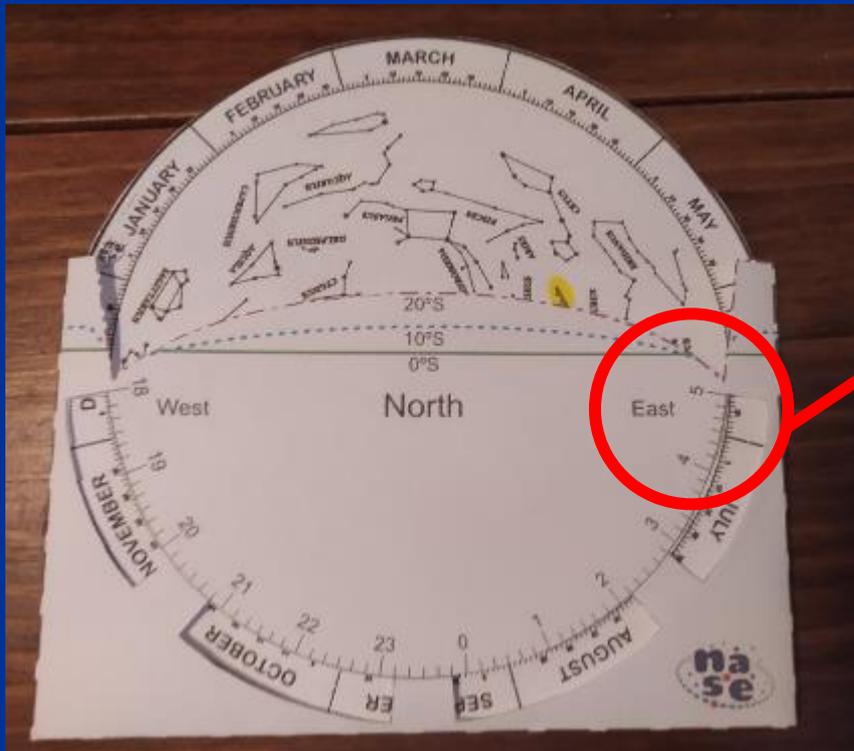


# Los bosquimanos ven en Orión tortugas, según la tribu:

- a) Estrellas del Cinturón de Orión como “3 tortugas machos (colgadas de un palo)”, y la Espada de Orión como “3 tortugas hembras (colgadas de un palo)”.
- b) Las estrellas de los pies y las rodillas de Orión (quizás porque parecen moverse por el cielo más lentas que las estrellas de la cabeza y los hombros de Orión).



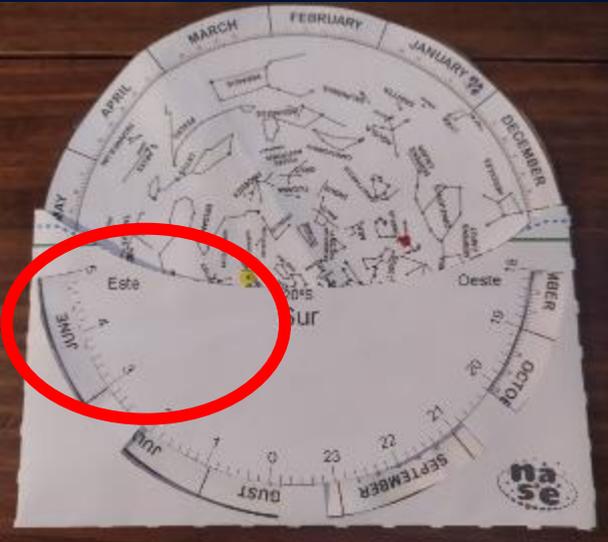
# La primera visibilidad de las Pléyades en el crepúsculo matutino anuncia el comienzo de la temporada de lluvias



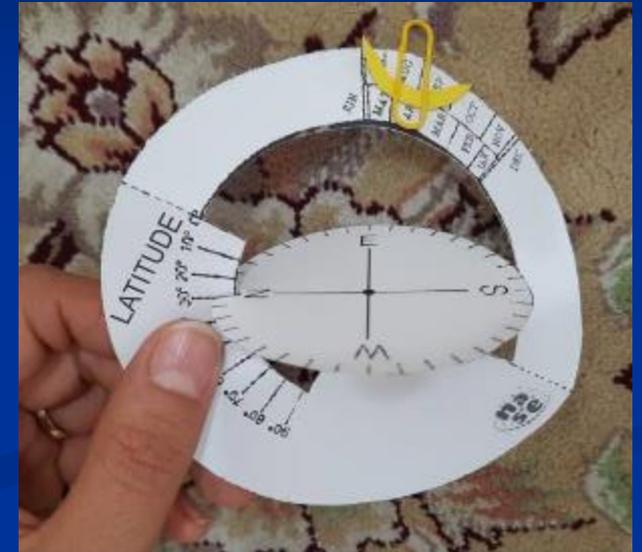
“Sirius es la abuela de Canopus”, porque Sirius sale después de Canopus, y los ancianos suelen seguir detrás de los jóvenes más ágiles.

Cuando se vé a **Canopus en el cielo de la mañana en invierno**, (el Sol esta más pálido) y lo asocian a un rico alimento y su nombre es «**La estrella del huevo de hormiga**».

Con la aparición de Sirius al calor del Sol de la mañana, **las mujeres salen temprano en busca del arroz bosquimano (huevos de termitas)**.



Ciertos grupos de bosquimanos creen que cuando la luna creciente se inclina hacia abajo, se dice que está mirando hacia una tumba y esto es señal de que muchas personas morirán pronto. Una media luna apuntando hacia arriba es una señal favorable. La luna llena redonda es un signo de satisfacción y de que la gente encontrará comida en abundancia.



Ver la Luna como una U o una n corresponde a una latitud en la zona ecuatorial entre  $+20^\circ$  y  $-20^\circ$   
Namibia o Boswana



# LINEA ECUATORIAL

## Uganda, África

### 2018



# El Ecuador en el Lago Victoria en Uganda.



# El Ecuador en medio de la carretera de Mbarara a Kampala”.



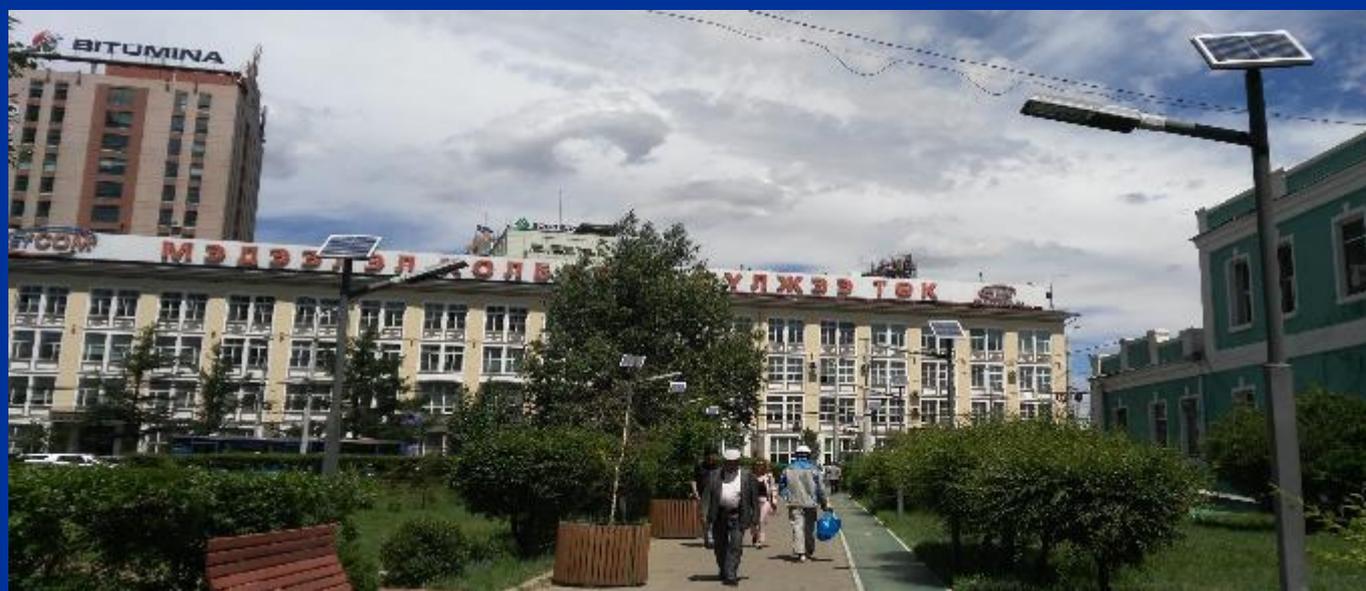
# PANELES SOLARES

## Ulaanbaatar, Mongolia, Asia

### 2019



# Paneles solares ... con diferentes orientaciones?



En Ulaanbaatar ¡¡SIEMPRE con la misma orientación según la trayectoria solar !!





Dirección N-S con la inclinación = latitud local



# Mejores lugares en el autobús

Desde Ulaanbaatar a Tsetserleg



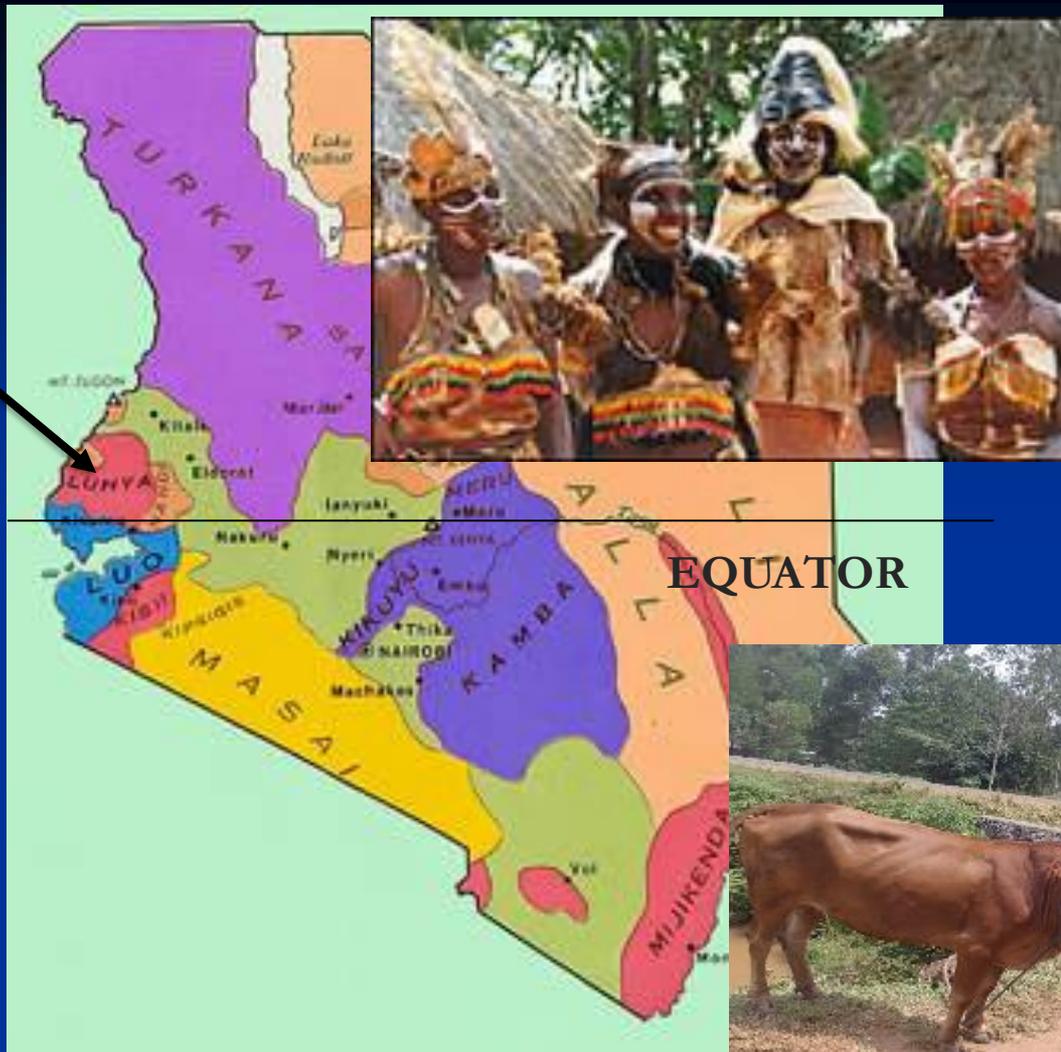
Latitud 48°N

Parte soleada en la zona Sur (a la izquierda), es decir es mejor sentarse a la derecha



TRIBU LUHYA  
Kenia, África  
2019





El 14% de los habitantes de Kenia pertenecen a la tribu Luhya en la zona occidental de Kenia



Un padre le dijo a su hijo "tienes que llevar los animales al río a beber cuando tu sombra esté en el medio de tus pies"



A lo largo del día las sombras cambian de dirección y longitud. Esta tribu esta en el Ecuador, al mediodía las sombras son las mas cortas y quedan entre los pies (más o menos) durante todo el año.



Cuando la sombra está en el medio de sus pies, el Sol está en el meridiano local, es decir, es aproximadamente al mediodía



# TRIBUS TUBU Y SANDAWE

## Tanzania, África

### 2020



Los Turu de  
Tanzanía estan a  
una latitud de 5°S  
en la región de  
Singida

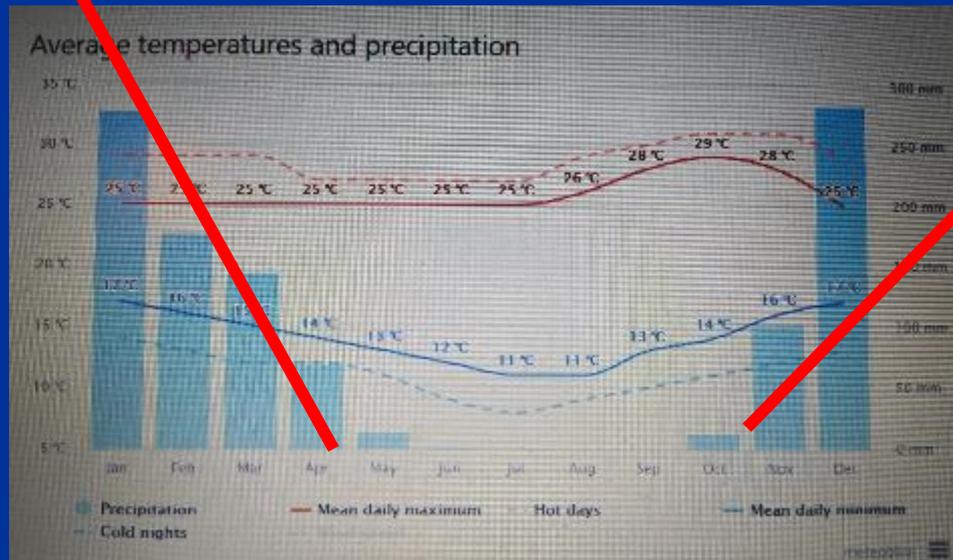


Los Turu consideran a la Luna como una mujer porque sus fases son similares a la ganancia y pérdida de peso asociada al embarazo.

Durante la Luna llena, cuando parece estar “preñada de todos los seres vivos,” llevan a cabo importantes ceremonias anuales.



Los Arimi llaman a las Pléyades “Kiimia” y las consideran la esposa y la madre suprema, marcando con su regreso en **Noviembre el fin de la estación seca**. Muestran los ideales de las mujeres en su cultura (cuidar a las personas y ofrecer agua a los necesitados).



**SINGIDA: TABLA CLIMÁTICA Y CLIMA DURANTE TODO EL AÑO**



Los Turu consideran que la Pequeña Nube de Magallanes es femenina, mientras que la Gran Nube de Magallanes es masculina. Durante la temporada de lluvias, creen que las Nubes de Magallanes ayudan a las Pléyades a traer las lluvias más intensas cuando aparecen una al lado de la otra (en diciembre).





Los Sandawe de Tanzania están en una latitud de 6°S en la región de Dodoma, capital de Tanzania





Los Sandawe de Tanzania consideran al Sol menos masculino cuando está más bajo en el cielo y es menos duro, y se vuelve más masculino a medida que alcanza su cenit. Los Sandawe están en la zona ecuatorial y el Sol en el cenit es mucho más fuerte y es más fuerte que en otra latitud.



**¡Muchas Gracias  
por su atención !**

