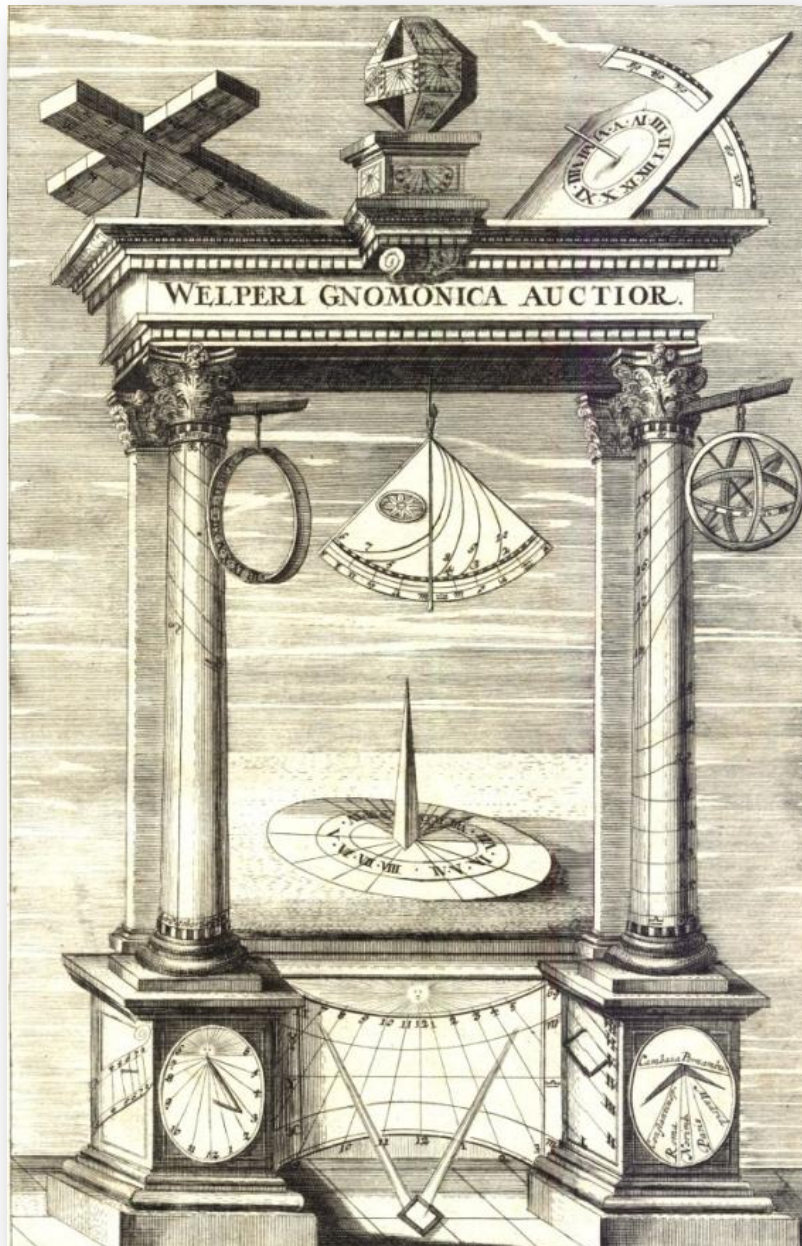


# El Reloj de Sol



**¿Qué son y para qué sirven?  
Un reloj ecuatorial en Santa Cruz  
¿Cómo se lee la hora?**

Por Nani Morello

# ¿Qué son y para qué sirven?

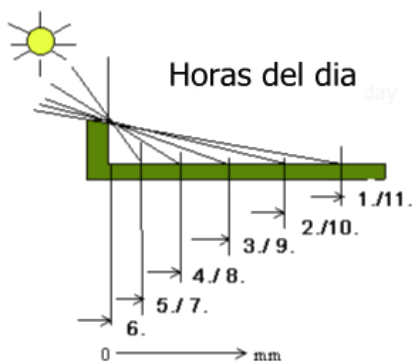
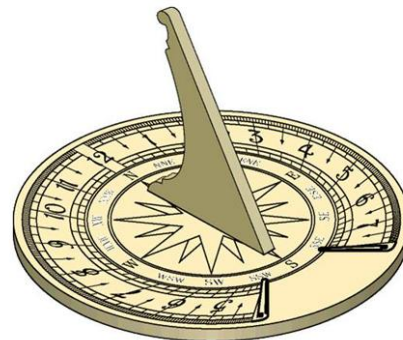


El reloj de sol es un instrumento usado desde tiempos remotos con el fin de medir el paso del tiempo.

Emplea la sombra que un gnomon o estilo arroja sobre una superficie, o con auxilio de un simple rayo de luz, ya directo, ya reflejado o refracto proyectado sobre aquella superficie, para medir el paso del tiempo.

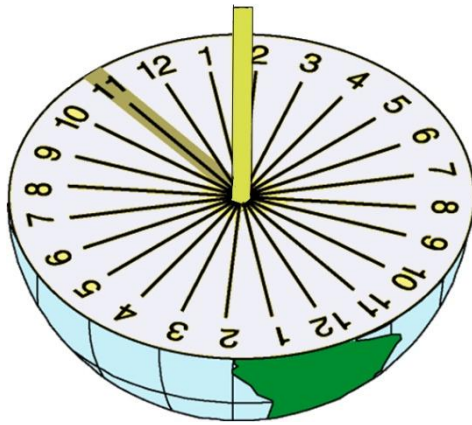
Superada su utilidad práctica queda una hermosa conjunción entre ciencia (Matemáticas, física, geometría, astronomía), cultura y arte.

Los relojes de sol existen en multitud de formas. Los hay circulares, cuadrados, rectangulares, cónicos y sin forma precisa. Las dimensiones no obedecen a ninguna regla y los materiales tampoco, los hay de piedra, mármol, cartón, CD, muy pequeños y gigantes.



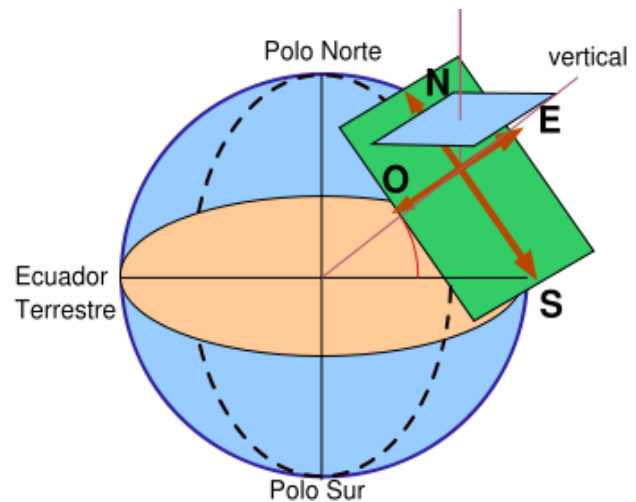
En la antigüedad se necesitaba mucho tiempo de observación y tener conocimientos astronómicos y matemáticos para construir relojes solares, actualmente programas de computación hacen esa tarea más fácil.

Los cuadrantes solares más antiguos que se conocen pertenecen a los egipcios.



Desde la Tierra vemos como el Sol, desde que sale hasta que se pone describe un paralelo celeste, llamada eclíptica, por el que avanza junto otros astros situados en la esfera celeste. El Sol da una vuelta completa de  $360^\circ$  en un día de 24 horas, así que cada hora recorre  $15^\circ$  girando, como toda la esfera celeste, alrededor del eje del mundo.

Si se coloca una barra (gnomon o estilo) paralela al eje de la Tierra y un plano perpendicular a esa barra, las sombras de ésta avanzarán sobre el plano con la misma regularidad que el Sol: cada hora la sombra se desplazará  $15^\circ$ . Así tendremos un cuadrante ecuatorial el más fácil de construir.



Podemos utilizar fórmulas matemáticas para diseñar un reloj solar o programas para computadora, algunos de ellos son:

[ZW2000](http://www.de-zonnewijzerkring.nl/eng/index-vlakke-zonw.htm) (gratis) - <http://www.de-zonnewijzerkring.nl/eng/index-vlakke-zonw.htm>

[SONNE](http://web.utanet.at/sondereh/sun.htm) (gratis) - <http://web.utanet.at/sondereh/sun.htm>

[SHADOWS](#) (una de las tres versiones es gratis.) -

<http://perso.orange.fr/blateyron/sundials/shadowspro/gb/index.html>

# Un reloj solar ecuatorial en Santa Cruz- Bolivia

Latitud: 17° 58' Sur  
Longitud : 63° 22' Oeste

Colocado de la base



Elección del material para el cuadrante, en este caso una piedra Sucre rosada por tener tono claro donde se podrá leer con claridad la hora.

Creación de las líneas horarias y de declinación para las coordenadas arriba mencionadas.

Grabado del cuadrante

Un cuadrante lleva líneas e inscripciones características que tienen un sentido preciso

- Las líneas rectas se llaman líneas horarias. Permiten conocer la hora a partir de la sombra del estilo. Este cuadrante tiene grabadas las líneas de las horas y media hora.
- El estilo es recto y colocado en forma perpendicular a la superficie horaria.
- La línea horaria que corresponde al mediodía solar es la recta de mayor pendiente y corresponde a la intersección del meridiano del lugar con la superficie del cuadrante.





- Según la estación, la sombra es más o menos larga, en función de la declinación del sol.
- Están marcados momentos reseñables como los solsticios (línea de declinación con menor radio) y las curvas del tránsito del sol en las diferentes casas zodiacales. Los equinoccios no están marcados en este tipo de reloj porque la sombra del estilo cae fuera del cuadrante y es en el momento que el sol va en tránsito a su cara opuesta.

Aparte del aspecto de la medida del tiempo (que de ninguna manera puede competir con los modernos relojes), el cuadrante solar debe caracterizarse por un grafismo y una decoración original. Los cuadrantes alegran las fachadas y los jardines en todo el mundo, algunos de ellos son verdaderas obras de arte.

Las divisas o lemas que llevan los cuadrantes les dota de personalidad. En los cuadrantes modernos, son menos frecuentes en latín pero siempre están impregnadas de filosofía. Pueden proceder de una obra literaria o formar una máxima sentenciosa.



Los cuadrantes solares son fuente de placeres artísticos, científicos e históricos. En este caso el lema grabado “Tiempo para amar y soñar” nos recuerda que debemos hacer un alto en nuestra agitada vida para disfrutar de las cosas simples y al alcance de todos.



Alineado del estilo paralelo al eje terrestre.

El plano horario con la latitud del lugar.

# Reloj de sol acabado y funcionando

Foto tomada durante el **solsticio** de invierno 2008



Abajo pueden apreciar como cada cuadrante solar es único para cada lugar. Un mismo diseño (egipcio modificado) se transforma de acuerdo a la posiciones geográficas. Uno alineado hacia el sur y con un ángulo de inclinación mayor que el otro que está orientado hacia el norte.

## Bremen-Alemania

Lat. 53° 6' Norte  
Long. 8° 53' Este



## Santa Cruz- Bolivia

Lat. 17° 58' Sur  
Long. 63° 22' Oeste



Foto R Kriegler  
WWW.ta-dip.de

## ¿Cómo se lee la hora en un reloj solar?

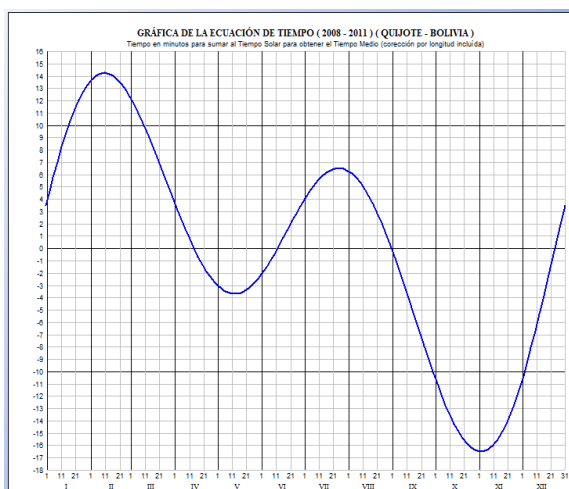
El cuadrante solar no da en general una lectura directa de la hora legal . Es necesario hacer correcciones. Muy a menudo los cuadrantes indican la hora solar local verdadera. Ciertos cuadrantes, sobre todo entre los modernos, incluyen todas o parte de estas correcciones. Es recomendable comprobar la naturaleza y el proceso de fabricación del dial para saber qué correcciones realizar a la hora proporcionada por el estilo.

Cuando el sol pasa por la meridiana en determinado lugar, se dice que es mediodía local. Al tiempo definido sobre esta referencia se le llama tiempo solar local. Sin embargo, todos los países han adoptado desde hace más de un siglo una hora uniforme para una región determinada. En Bolivia los habitantes de Santa Cruz tienen la misma hora que los de La Paz porque pertenecen al huso horario de Bolivia: el huso TU -4. lleva cuatro horas de retraso con respecto a Greenwich.

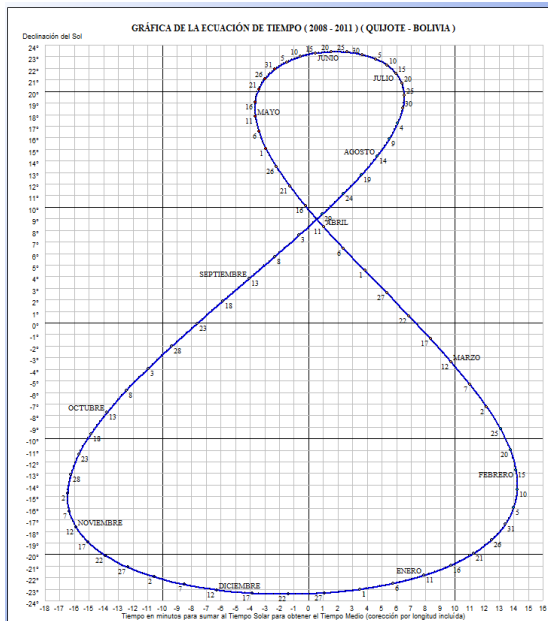
Las siguientes explicaciones permiten pasar de la hora solar indicada por un cuadrante a la hora legal dada por un reloj mecánico.

### Corrección por la ecuación de tiempo

La sombra del estilo indica sobre el cuadrante solar el Tiempo Solar y éste tiene una duración variable durante el año, contrariamente al Tiempo Medio usado en los relojes. La diferencia entre el tiempo medio y el tiempo solar se expresa por la ecuación del tiempo (esta diferencia es debida a la variación de la velocidad de la Tierra sobre su órbita elíptica alrededor del sol y a la excentricidad de esta órbita). La corrección por la ecuación del tiempo puede llegar a 16 minutos de adelantado o de retraso según el período del año.



La ecuación del tiempo se pone a veces en forma de curva aparte del cuadrante, y a veces directamente incluida en él, pero en muchos cuadrantes falta limitando así su precisión.



También se puede representar en forma de analema.

Esta curva es la base de la construcción de relojes solares más precisos.

También en forma de tabla .

### VALORES DE LA ECUACIÓN DE TIEMPO (2008 - 2011) (QUIJOTE - BOLIVIA)

Tiempo en minutos para sumar al Tiempo Solar para obtener el Tiempo Medio

	1	6	11	16	21	26
<b>Enero</b>	3 min 29 s	5 min 46 s	7 min 51 s	9 min 42 s	11 min 16 s	12 min 31 s
<b>Febrero</b>	13 min 35 s	14 min 05 s	14 min 15 s	14 min 06 s	13 min 39 s	12 min 56 s
<b>Marzo</b>	12 min 20 s	11 min 15 s	10 min 00 s	8 min 37 s	7 min 09 s	5 min 39 s
<b>Abril</b>	3 min 50 s	2 min 23 s	1 min 02 s	-0 min 13 s	-1 min 18 s	-2 min 13 s
<b>Mayo</b>	-2 min 55 s	-3 min 23 s	-3 min 38 s	-3 min 38 s	-3 min 25 s	-2 min 58 s
<b>Junio</b>	-2 min 10 s	-1 min 19 s	-0 min 21 s	0 min 42 s	1 min 47 s	2 min 51 s
<b>Julio</b>	3 min 52 s	4 min 46 s	5 min 31 s	6 min 04 s	6 min 25 s	6 min 32 s
<b>Agosto</b>	6 min 20 s	5 min 53 s	5 min 12 s	4 min 16 s	3 min 08 s	1 min 48 s
<b>Septiembre</b>	-00 min 00 s	-1 min 38 s	-3 min 22 s	-5 min 08 s	-6 min 55 s	-8 min 40 s
<b>Octubre</b>	-10 min 20 s	-11 min 53 s	-13 min 16 s	-14 min 28 s	-15 min 24 s	-16 min 04 s
<b>Noviembre</b>	-16 min 27 s	-16 min 24 s	-16 min 00 s	-15 min 15 s	-14 min 08 s	-12 min 41 s
<b>Diciembre</b>	-10 min 57 s	-8 min 56 s	-6 min 43 s	-4 min 21 s	-1 min 53 s	0 min 35 s



## Corrección por longitud

El tiempo medio obtenido en la etapa precedente sigue siendo una hora local válida solamente para los lugares con la misma longitud geográfica. El tiempo legal, dado por el reloj mecánico da el tiempo medio del meridiano de referencia regional. Se pasa del tiempo medio local al tiempo legal añadiendo la corrección por longitud que consiste en la expresión de la diferencia de longitudes entre el meridiano de referencia y el meridiano local, expresado en tiempo (a razón de 4 minutos por grado).

Bolivia, meridiano de Roboré	60° oeste
Santa Cruz.....	63° oeste
Total corrección.....	3° que en tiempo serian 12 minutos

### Ejemplo para el día 1 de agosto 2008

<b>HORA SOLAR</b> .....	10 h
Correcciones	
Ecuación del tiempo.....	6m 20s
Longitud .....	12m
Total corrección .....	18 m 20s
<b>HORA OFICIAL</b> .....	10h 18m 20s