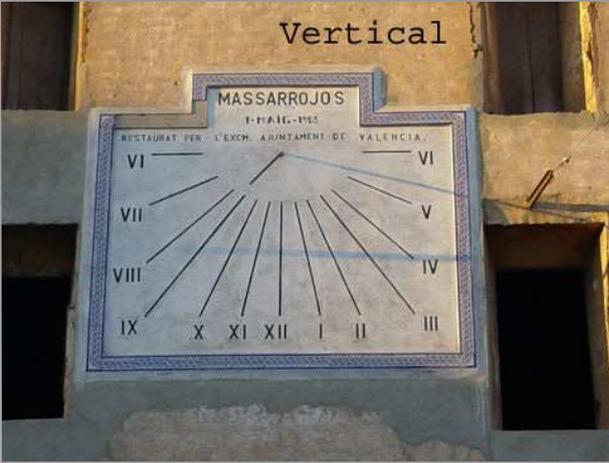


Vertical

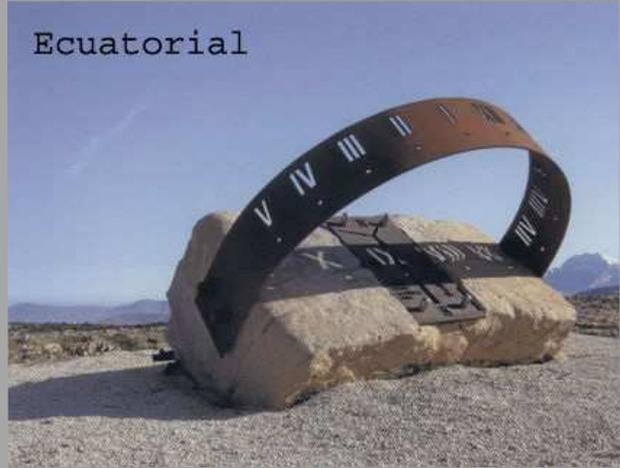


Analematico

Armilar



Ecuatorial



Ecuatorial



Horizontal



Horizontal



Polar



**RELOJES SOLARES**

## El por qué de los relojes solares

Desde tiempos ancestrales, la medición del tiempo fue para el Hombre no sólo una inquietud, sino una necesidad. Sin embargo, cualquier subdivisión más allá de los tres obvios intervalos diarios (la mañana, la tarde y la noche, determinados por los *fenómenos naturales* del alba, el mediodía y la puesta de sol), requiere la aplicación de alguna técnica de medición. Durante siglos, la solución técnica por excelencia a dicho problema fueron los relojes solares.

En estos tiempos de relojes atómicos, donde cualquiera tiene un reloj pulsera o un celular que le indica la hora con una precisión absolutamente inimaginada tan sólo 200 años atrás, podría parecer una pérdida de tiempo entender, construir y hasta utilizar relojes de sol para medir el tiempo. Y ello es estrictamente cierto si creemos que el tiempo es únicamente la hora que marcan nuestros relojes modernos, y que cualquier otra medición que de ella se aparte es incorrecta.

En verdad, recién alrededor de los últimos 350 años el Hombre tuvo “necesidad” de inventar la moderna medición del tiempo que ahora nos resulta tan normal. Durante los siglos y siglos anteriores nos desenvolvimos *según nuestros ritmos vitales*, absolutamente influenciados por la cadencia y duración natural de las horas diurnas y nocturnas. La medición “natural” del tiempo era lo (único) válido y pertinente, a lo que todos estaban acostumbrados, tal como hoy lo estamos a la *hora civil*, es decir, la que indican nuestros relojes.

En el marco del Año Internacional de la Astronomía, queremos resaltar la importancia de los relojes de sol. A diferencia de lo que miden nuestros relojes modernos, los relojes de sol marcan una hora que está *naturalmente relacionada con nuestra propia vida*, y como tal, referida exactamente al lugar donde vivimos. El inicio del día que ellos marcan corresponde efectivamente al momento de la primera luz solar, el mediodía es efectivamente el instante en que el Sol está más alto (el instante que divide el total del tiempo “diurno” en dos partes iguales), y el fin del día se corresponde con el ocaso.

### ¿Qué es lo que mide un reloj de sol?

Un reloj de sol tiene por finalidad indicar el *Tiempo Solar Verdadero*, esto es, el resultante de la posición que el Sol va ocupando en el cielo local debido a su constante movimiento aparente. Como el movimiento aparente del Sol en el cielo local no es uniforme (esto es, que no siempre se desplaza *angularmente* a la misma velocidad), no es posible seguirlo con nuestros relojes mecánicos o electrónicos y sólo la sombra de un elemento indicador permite conocer el valor del Tiempo Solar Verdadero del instante y lugar de la observación.

Hay dos factores responsables de la no uniformidad del movimiento aparente del Sol en el cielo local, y por tanto de la imposibilidad de usar el Tiempo Solar Verdadero como medida uniforme del tiempo. Uno de ellos es la *excentricidad de la órbita terrestre* (esto es, el hecho que la Tierra describe una elipse alrededor del Sol), y el otro es la *inclinación de la órbita terrestre* (o sea que el plano de dicha elipse no es perpendicular al eje de rotación terrestre).

En efecto, si la Tierra orbitase alrededor del Sol en una órbita circular (y por tanto, moviéndose siempre a la misma velocidad), y si además dicha órbita coincidiese con el plano ecuatorial terrestre, entonces el movimiento aparente del Sol en el cielo de cualquier punto del planeta sería siempre igual y uniforme día a día. En estas condiciones, cualquier reloj de sol, ubicado en cualquier punto de la Tierra y para cualquier día del año, podría indicar una hora válida como medida uniforme del transcurso del tiempo.

Esta es la base de la determinación de la hora civil que comúnmente todos usamos, denominada el *Tiempo Solar Medio*: es la que resultaría de la posición de *un Sol ficticio*, que se moviese siempre a velocidad angular constante, durante todo el día, durante todos los días del año. Dependiendo de la longitud del lugar donde nos encontremos, el Tiempo Solar Medio es igual a lo que indican nuestros relojes, con una diferencia *fija*.

En cambio, la diferencia entre el Tiempo Solar Verdadero y el Tiempo Solar Medio va variando a lo largo del año. Esta diferencia *variable* entre lo que indica un reloj de sol y el Tiempo Solar Medio se denomina *Ecuación del Tiempo*, y puede ir desde poco más de 14 minutos de atraso para mediados de febrero, hasta casi 16 minutos y medio de adelanto hacia principios de noviembre.

## Diferentes tipos de relojes de sol

Todo reloj de sol utiliza un elemento principal (técnicamente denominado *gnomon*, generalmente una varilla o una pieza aproximadamente triangular) cuya sombra se proyecta sobre una superficie plana o curva, donde hay una escala de referencia (técnicamente denominado *dial*). Dependiendo de la superficie donde se ubica el dial los relojes de sol básicamente se dividen en *planos*, *cilíndricos*, o *esféricos*, pudiendo ser cualquiera de ellos fijos (estacionarios) o portátiles.

Los relojes planos son más sencillos de construir. Según la ubicación del dial, pueden ser:

- *horizontales* (el más común en parques y plazas, y el más fácil de todos de construir e instalar), tienen la ventaja de que indican la hora cualquiera sea el momento del día natural
- *verticales*, a su vez subdivididos en *orientados* (el dial exactamente orientado hacia alguno de los cuatro puntos cardinales, teniendo la ventaja de que los diales orientados al Este y al Oeste no dependen de la latitud del lugar) o *declinantes* (el dial orientado hacia cualquier punto, el caso más común de reloj vertical), presentan el inconveniente que solo “funcionan” durante algunas horas del día natural
- *ecuatoriales* (el dial paralelo al plano del ecuador terrestre), son los más simples conceptualmente y además tienen la ventaja de que su dial no depende de la latitud del lugar, aunque su instalación resulta más difícil que para el simple reloj horizontal
- *polares* (el dial paralelo al eje de rotación terrestre), al igual que los ecuatoriales, tienen la ventaja de que su dial tampoco depende de la latitud del lugar, pero también su instalación requiere cuidado
- *oblicuos o inclinados* (el dial se ubica en un plano cualquiera que no se corresponde con ninguno de los cuatro casos particulares anteriores)

Los relojes cilíndricos son los que tienen el dial trazado sobre una superficie cilíndrica, pudiendo dicho cilindro ubicarse tanto paralelo al eje de rotación terrestre (en cuyo caso el gnomon coincide con el eje mismo del cilindro, y el reloj se denomina *armilar*) como de forma vertical (en cuyo caso el gnomon se coloca paralelo al eje de rotación terrestre). Los relojes esféricos, como su nombre indica, son los que tienen el dial dibujado sobre una superficie esférica, pudiendo ser tanto en su parte externa, como interna (o sea, sobre el interior de una semiesfera hueca).

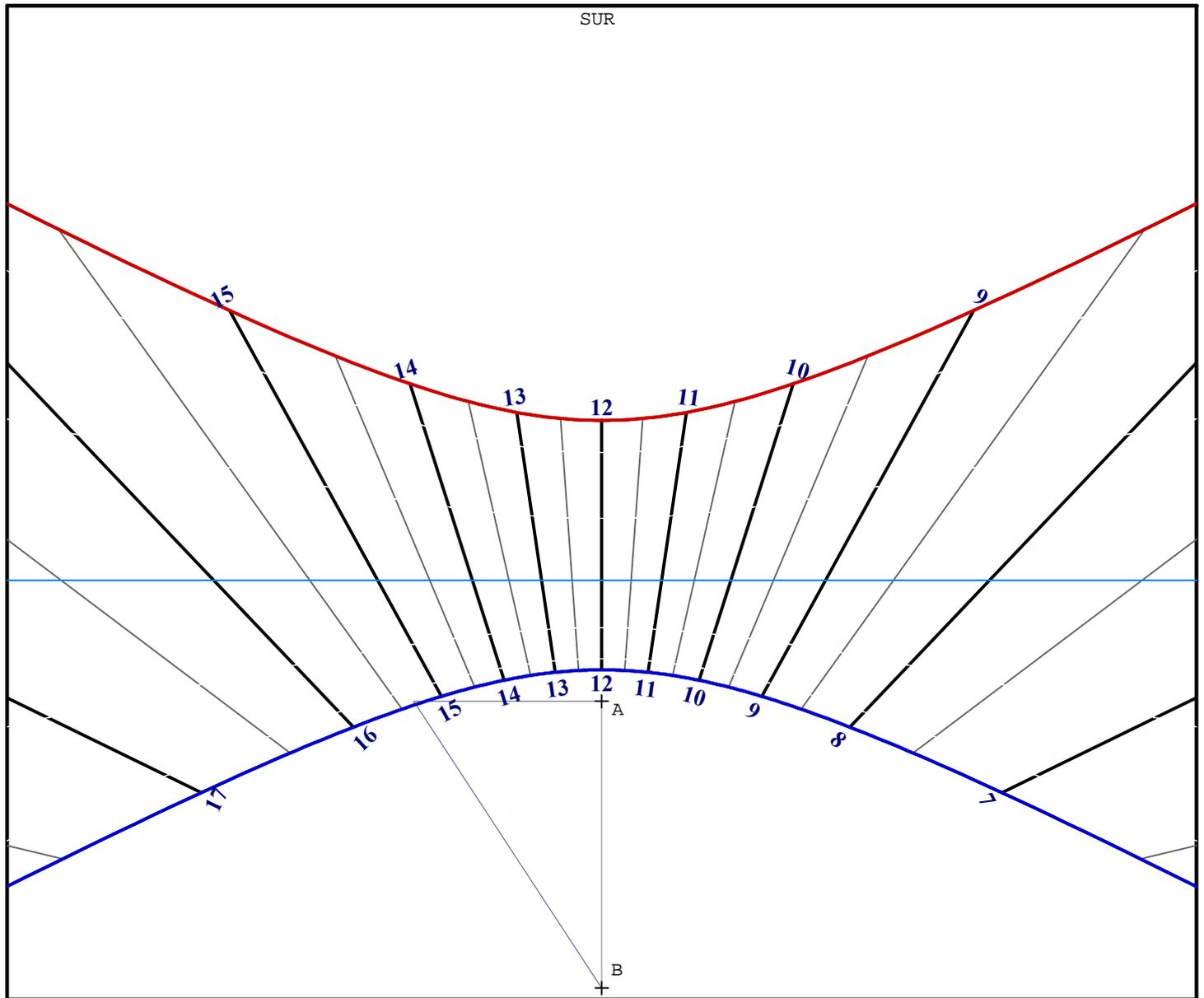
Por último, el caso del reloj en el que el gnomon no está fijo (como es lo más común) y en cambio se lo puede desplazar a lo largo del año para compensar la distinta declinación solar (generalmente se trata un gnomon vertical sobre un dial horizontal, donde las horas no están marcadas por líneas sino por puntos sobre una elipse), se denomina *analemático*. El caso típico es el del reloj solar en el que el propio observador oficia de gnomon, parándose sobre la marca que corresponde al día de la fecha, como el ejemplo que mostramos tomado del sitio del Arq. Eduardo di Mauro ([www.eduardodimauro.com.uy](http://www.eduardodimauro.com.uy)). En Uruguay existen numerosos relojes solares, un catálogo interactivo en googlemaps está disponible desde el sitio web del Nodo Uruguayo del AIA2009.

## ¿Cómo construir un reloj de sol?

Cada tipo de reloj solar se proyecta de una manera particular, habiendo sido históricamente diseñados a partir de la aplicación de fórmulas analíticas o mediante métodos gráficos más empíricos, propios para cada tipo. Hoy en día se pueden construir a partir de programas informáticos que hacen los cálculos por nosotros, algunos de ellos de acceso libre en Internet. En tal sentido, recomendamos a todo aquel que desee iniciarse en la construcción de relojes solares que acceda al programa denominado *Shadows*, que inclusive está traducido al español: [www.shadowspro.com](http://www.shadowspro.com). Con este programa se diseña fácilmente el dial y gnomon de cualquier reloj plano (horizontal, vertical, ecuatorial o polar) a partir del único ingreso de las coordenadas del lugar. ¡Con todo esto ya hay para divertirse y aprender bastante!

¡MANOS A LA OBRA!

A continuación un reloj solar horizontal muy sencillo construido con Shadows aproximadamente válido para usarse en todo el Uruguay pues está calculado para una latitud media de 33 grados Sur. El triángulo representa el gnomon o aguja abatido sobre el plano horizontal. El gnomon debe construirse respetando la proporcionalidad indicada en el gráfico y debe ser colocado verticalmente sobre la línea AB. El reloj puede tener cualquier dimensión pero debe respetarse la escala y ser colocado sobre una superficie exactamente horizontal y orientado exactamente hacia el Sur.



La curva azul indica el recorrido del extremo del gnomon el 21 de Diciembre, la curva roja el recorrido el 21 de Junio y la línea recta al medio indica el recorrido durante los equinoccios (21 de Marzo y de Setiembre).

