

**Dos días tiene la semana totalmente inútiles:
Ayer y mañana.**

Solsticio de verano
Día 21 de Junio a las 05:46 U.T
El sol entra en Cáncer

Elipse total de sol: 21/22 de Julio
visible en toda Asia excepto en el
Norte.
Eclipse de luna: 07/07 y 05-06/08

SUMARIO DE LA EDICIÓN DE JUNIO 2009



Relojes proyectivos (IV). De Francesc Clarà
Sigue el autor con esta interesante propuesta. Esta vez sobre un Foster-Lambert universal.

Reloj de repisa. De Luís Hidalgo
Cálculo y diseño de un reloj horizontal que indica el Tiempo Verdadero y el Tiempo Medio.

Inventario de los relojes de sol en la diócesis de Vitoria (XI). De Antonio Cañones.
Pedro Novella Y M^a Josefa Urteaga son los autores de este excepcional documento que describe con todo lujo de detalles los relojes de sol de Vitoria. Décima entrega.

Reloj analemático premiado. De Joan Serra.
Reloj analemático en el IES Vega del Guadalete premiado por el proyecto “El patio como recurso pedagógico”

El túnel de Valdealgorfa. De Rogelio Meléndez
Estudio detallado del único momento al año en que el sol atraviesa este túnel de más de 2 km. de longitud

El reloj de sol y el tiempo. De F. Javier Albertos
Citas literarias y poéticas donde aparece el reloj de sol y la medida del tiempo.

Poema gnomónico. De Antonio Barceló
Una vez más nuestro poeta gnomónico particular nos deleita con un nuevo poema.



TALLER DE BRICOLAJE

Relojes Projectivos (5)

Por Francesc Clarà

Recordareis que terminaba mi anterior “Taller de Bricolaje”, publicado en Carpe Diem del pasado mes de Marzo, disculpándome por el retraso en la construcción de las maquetas de los dos relojes Foster-Lambert verticales que describía en el artículo, retraso que me impedía publicar la correspondiente fotografía.

En la **Figura 1** podéis ver las citadas maquetas ya terminadas y fotografiadas a las 10 horas y unos pocos minutos de la mañana del día 15 de Abril (Horario solar).

Me queda la duda de si la precisión del Foster-Lambert vertical con el gnomon inclinado hacia arriba seguirá siendo la misma en los días cercanos al solsticio de verano cuando a consecuencia de la latitud de Olot ($42^{\circ} 11' 17''$ N), por la que el reloj ha sido calculado, su gnomon deba desplazarse por la escala de fechas hasta sobrepasar el círculo horario.

Hasta el momento de escribir estas líneas, la comprobación práctica de las lecturas horarias que he podido realizar, confirman por completo la validez y exactitud de los cálculos teóricos.

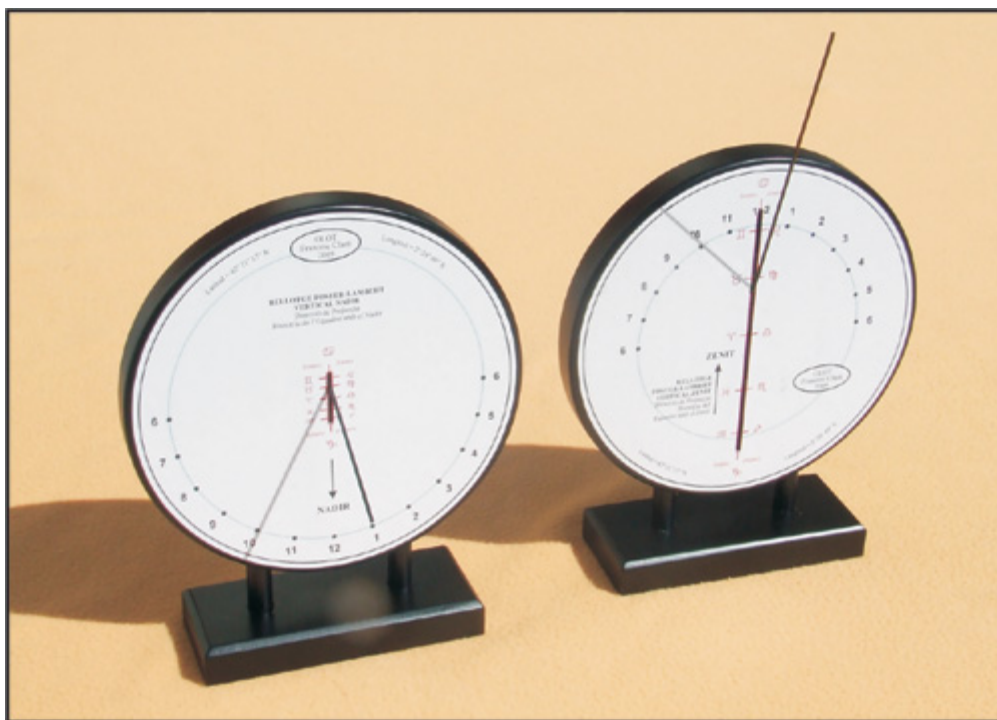


Figura 1

En el “Taller de Bricolaje” de hoy quiero presentaros el reloj Foster-Lambert más sencillo y fácil de calcular y construir y que además sirve para cualquier latitud variando simplemente su inclinación.

En este nuevo reloj la dirección de proyección (**DP**) será la bisectriz del ángulo formado por el Ecuador con el plano de proyección (**PP**), que en este caso es el plano Polar y también en este caso, como en todos los Foster-Lambert, el reloj proyectado será homólogo con el reloj ecuatorial, con las horas repartidas de 15 en 15 grados sobre el círculo horario.

En el dibujo de la **Figura 2** podemos ver gráficamente que, en cualquier latitud, el plano del Ecuador y el plano Polar forman siempre un ángulo de 90° y que, en consecuencia, la bisectriz de estos dos planos será siempre un ángulo 45° .

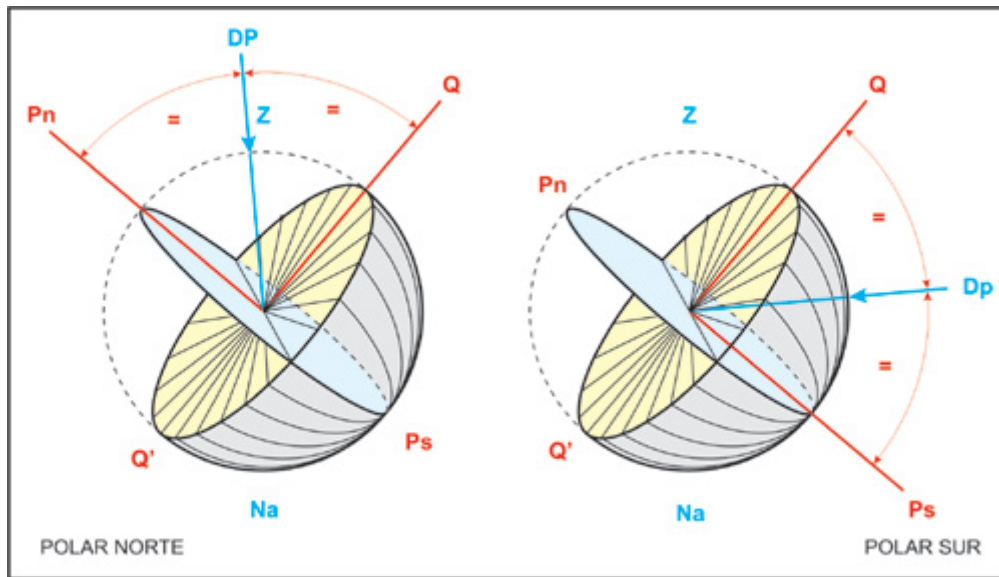


Figura 2

Igualmente podemos comprobar que este reloj polar también admite dos posibilidades según tomemos como dirección de proyección una u otra de las bisectrices de los ángulos que forma el Ecuador (QQ_0) con las direcciones Norte (Pn) y Sur (Ps) del plano Polar.

En la **Figura 3** he representado la proyección del reloj ecuatorial sobre un plano polar desde la dirección de proyección correspondiente a la bisectriz del ángulo formado por el Ecuador y la dirección Norte del Plano Polar.

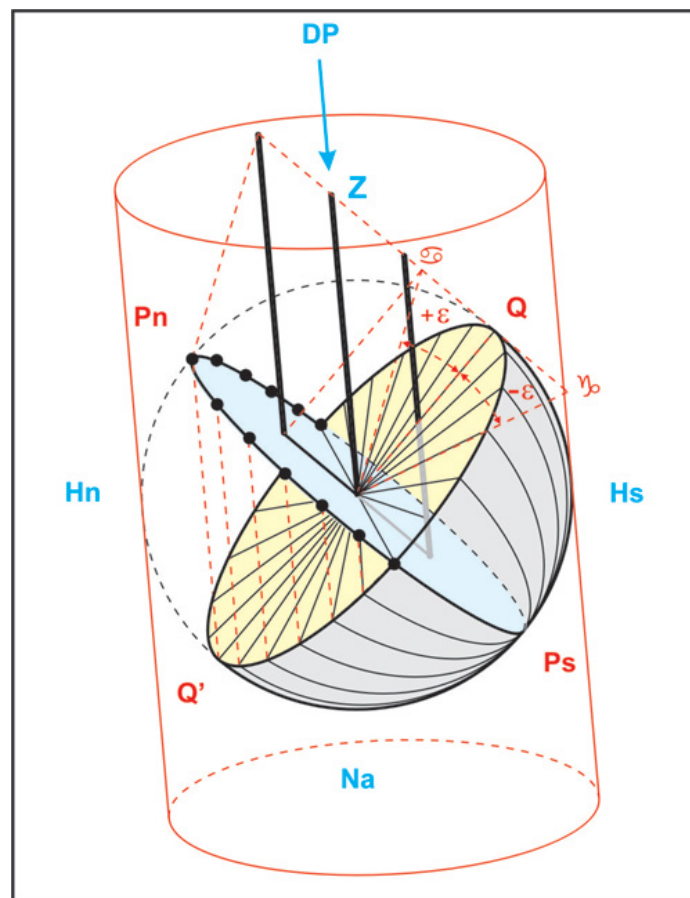


Figura 3

FOSTER - LAMBERT POLAR

DP = Dirección de proyección = Bisectriz del ángulo que forma el Ecuador con el plano polar.

PP = Plano de proyección = Polar

Inclinación de gnomon = 45°

Oh = Escala horaria = Distribución uniforme de las horas, de 15 en 15 grados, sobre el círculo horario.

Of = Escala de fechas = $R \cdot \tan \delta$

Lg = Largo gnomon = $R / \tan 45$

Como en los artículos anteriores, en estas fórmulas:
R = Radio del círculo que contiene el reloj.
 δ = Declinaciones solares ($23'44''$, $20'15''$, $11'48''$, etc.)

Las ecuaciones para el cálculo matemático de este reloj las he agrupado en el recuadro de la **Figura 4**. Observareis que estas ecuaciones son muy simples y que en ellas no interviene para nada la latitud ya que, como he comentado al principio, este reloj es universal y para que funcione en cualquier sitio basta inclinarlo con un ángulo igual a la latitud del lugar en que vayamos a utilizarlo.

Dicho de otra forma: Como el **plano horizontal equivalente** de este reloj está situado en el Ecuador, todo queda reducido a trazar un reloj Foster-Lambert horizontal para el Ecuador (Latitud = 0) cuyo gnomon inclinado 45° coincida con la bisectriz de la vertical y el horizonte Norte.

Pero también es posible trazar en el Ecuador un reloj Foster-Lambert horizontal, pero

Figura 4

con el gnomon igualmente inclinado 45° pero en sentido contrario, de forma que coincida con la bisectriz de la vertical y el horizonte Sur.

Es evidente que este segundo reloj será la imagen especular del primero y que si unimos los dos relojes en un único cuadrante el resultado será un reloj con dos estilos perpendiculares entre sí y con una sola circunferencia horaria, con las horas dispuestas en sentido horario en la mitad norte y en sentido antihorario en la mitad sur.

En la **Figura 5** podéis el dibujo de este doble reloj y en la **Figura 6** la fotografía de la maqueta del mismo, que he construido para mi colección.

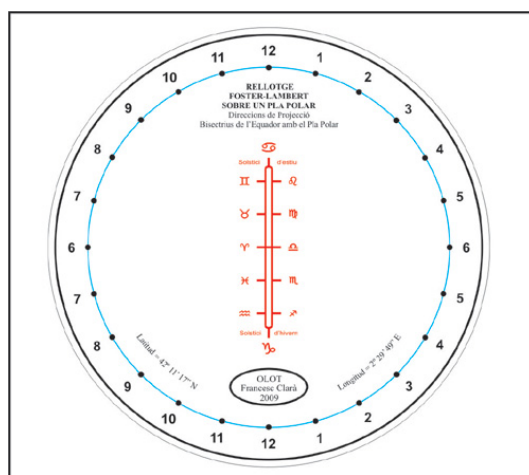


Figura 5

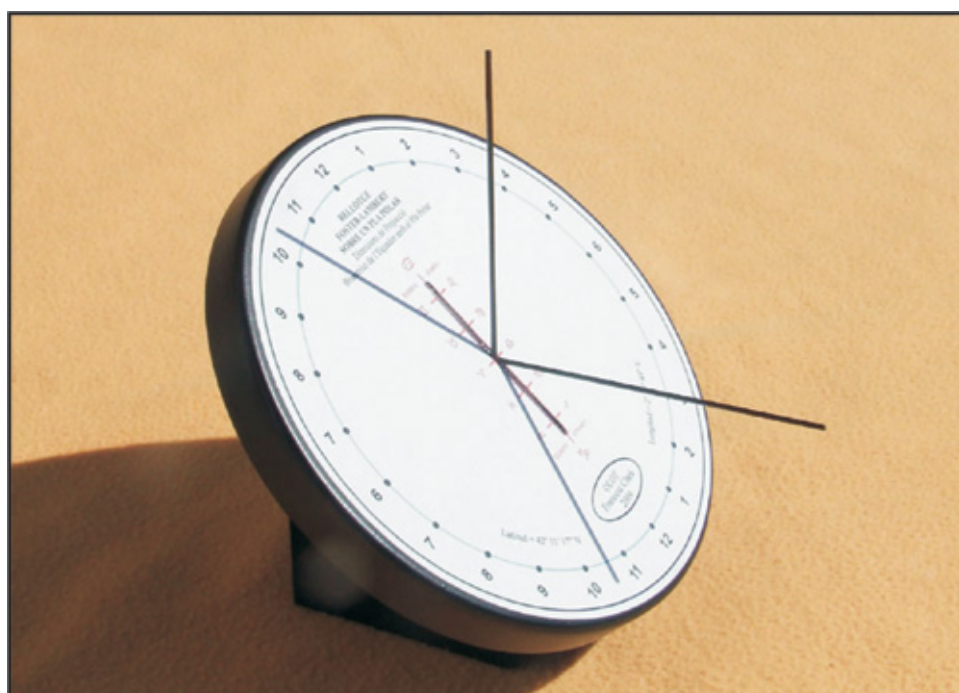


Figura 6

Naturalmente podía haber construido dos maquetas diferentes, una para cada tipo de gnomon, pero me ha parecido que la unión de los dos relojes en un mismo cuadrante era estéticamente una composición equilibrada, además de curiosa.

Efectivamente, si os fijáis en la secuencia de las fotos de la **Figura 7**, podréis observar el sorprendente recorrido de las sombras de los dos gnomones.

Con los primeros rayos de sol, estas dos sombras convergen hacia la dirección de las 6 de la mañana.

A medida que avanza el día, las sombras van separándose hasta que a las 12 del mediodía se proyectan en direcciones exactamente opuestas.

Y a partir del mediodía vuelven a juntarse lentamente hasta converger, a la hora del crepúsculo, hacia la dirección de las 6 de la tarde.

Un recorrido totalmente lógico pero que no ha dejado de sorprenderme por lo curioso.

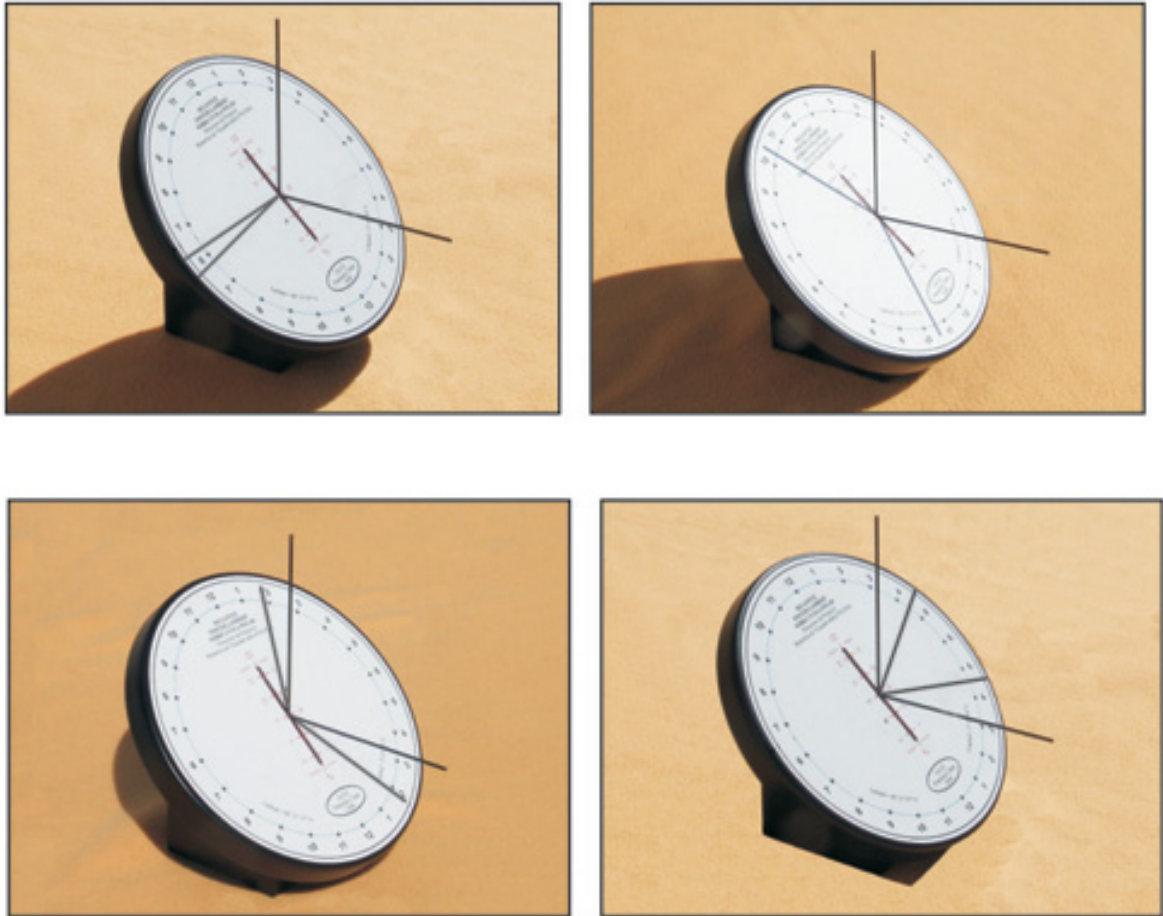


Figura 7

Con este artículo termino la descripción de los relojes llamados de Foster-Lambert, que son una clase más dentro del grupo de los **“relojes proyectivos”**.

Pero no son los únicos.

Abusando de vuestra paciencia, en próximos “Talleres de Bricolaje” seguiré con el tema comentando otras posibles variantes.

© Francesc Clarà, d'Olot, 2009

UN INTERESANTE RELOJ DE REPISA

Por Luís Hidalgo

Influenciado por los relojes de balcón que existen en muchos de los reales sitios de los palacios de España y sobre todo por un trabajo de Rafael Carrique y Antonio Cañones, en la Revista de Marzo del 2005 de Carpe Diem, sobre un reloj horizontal del siglo XVI del autor Padre Martín Galíndez, en la cartuja de santa Maria del Paular, en Rascafria, se ha pensado diseñar un reloj horizontal que proporcione tanto la hora solar, como la oficial.

Los relojes de balcón o repisa son relojes horizontales en el que el observador se sitúa mirando al reloj, contrariamente a lo habitual, es decir, mirando al Sur desde el Norte, de tal manera que el Sur lo tiene enfrente, el Este a su izquierda y el Oeste a su derecha. En nada se diferencian de un cuadrante horizontal salvo que el espectador sufre una rotación de 180°.

Como todos los relojes horizontales o de jardín tienen un polo (confluencia de las líneas horarias) y un estilo polar.

En el diseño que se presenta, el cuadrante carece de las líneas horarias que son sustituidas por un círculo. El problema es que los ángulos correspondientes a esas líneas horarias no son homogéneas o iguales, por lo que es imposible hacer las correcciones oportunas para transformarlas en homogéneas o separadas uniformemente, para obtener la hora oficial.

El presente trabajo viene a demostrar la posibilidad de obtener al mismo tiempo, en este tipo de cuadrante, las dos horas, la oficial y la solar.

Este diseño el reloj horizontal difiere del habitual de jardín, que vemos en tantos sitios, en que no tienen líneas horarias y que es el espectador está girado 180° con respecto al cuadrante; además al carecer de líneas

horarias, la obtención de la hora no se hace por sobre imposición, sino por intersección, y su parte central está sustituida por un círculo horario móvil. Al obtener la hora solar por intersección, es necesario hacer una determinación de la longitud mínima del estilo polar, para que en las peores circunstancias (21 Junio) a las XII solares, la sombra del estilo toque en el lugar donde está grabada dicha hora.

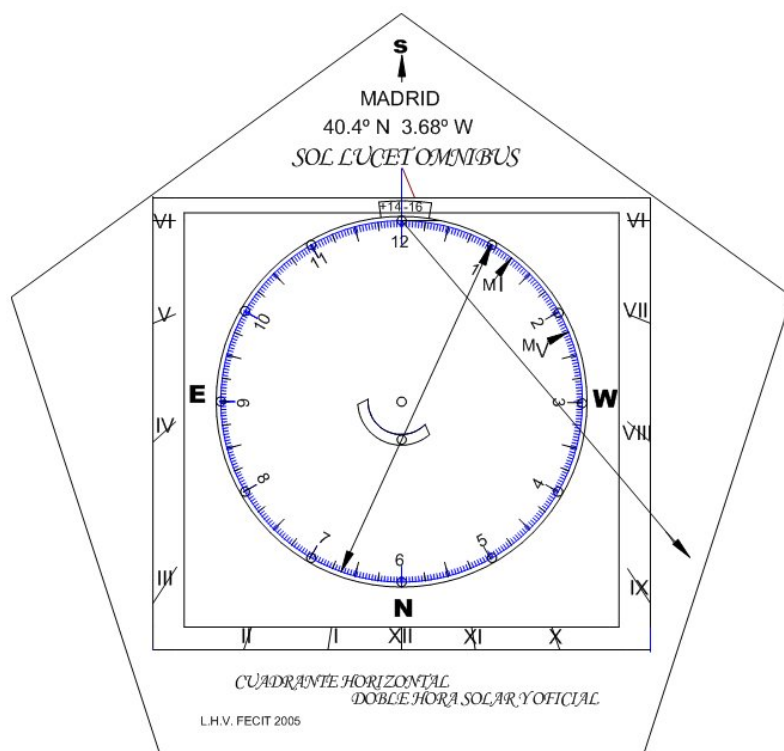


Fig. 1.

En la figura aparece un cuadrante horizontal con los puntos cardinales en la situación adecuada para ser observado desde el Norte. Carece de líneas horarias y el centro está ocupado por un

círculo con un centro de giro y en cuya su periferia figuran las horas, distribuidas según ángulos centrales de 30° (homogéneas). Este círculo puede girar libremente alrededor del centro algo más de 90°, limitándose el giro por a una ranura, que salva al punto P que es fijo.

El cuadrante va provisto de una alidada telescópica que pivota sobre el punto P (pieza clave del diseño), que gira libremente conectando un extremo, con el punto de intersección de la sombra del estilo con la circunferencia, mientras que el otro extremo opuesto señalará en el círculo la hora oficial, para lo que previamente se debe de haber enfrentado las marcas **MI** o **MV** (corrección de la longitud) según sea invierno o

Se puede utilizar como círculo móvil la esfera de cualquier reloj mecánico, en el que las horas tienen una separación de 30° y el sentido es creciente (dextrógiro) El estilo polar esta abatido en el dibujo, y forma un ángulo con la subestilar igual a la latitud del lugar para el que esté diseñado. En la parte superior existe una escala para la corrección de la E T (ecuación del tiempo).



Debe justificarse el artificio de la conversión de las horas marcadas por el cuadrante solar horizontal (no homogéneas) en horas con una separación igual entre si (homogéneas) para lo cual es fundamental determinar la situación del punto **P**, que debe ubicarse sobre la subestilar, a una distancia desde el polo del cuadrante, de **QP**

En el triángulo **QOP** interesa conocer **QP**.

Si aplicamos a dicho triángulo plano el teorema de los senos, se tiene que: $QP / \text{Sen } t = OQ / \text{Sen}[180 - (\beta + t)]$

En el triángulo rectángulo **QON**, rectángulo en **O**, **OQ = 2R cos β**; sustituyendo en la anterior **2R cos β / Sen (β +t) = 2R cos β / (senβ cost + cosβ sent)**.

$$QP = 2R \cos\beta \operatorname{sent.} / (\operatorname{Sen}\beta \cos t + \cos\beta \operatorname{sent}).$$

Dividiendo por $\cos\beta \operatorname{sent.}$, queda $QP = 2R / (\operatorname{tg}\beta/\operatorname{tgt} + 1)$.

Pero $\operatorname{tg}\beta = \operatorname{sen}\phi \operatorname{tgt}$ y sustituyendo en la expresión anterior queda

$$QP = 2R / (\operatorname{sen}\phi + 1)$$

Podemos ver, además, que esta distancia, desde el polo hasta el punto P, solo depende de la latitud ϕ .

Otro cálculo importante, es la determinación de la longitud del estilo polar, para que en las peores circunstancias sea capaz de arrojar sombra sobre las XII solares el 21 de Junio, ya que la hora se obtiene no por sobreimposición (ya que no existen las líneas horarias que parten del polo del reloj hacia las correspondientes horas) sino por intersección de la sombra sobre las horas grabadas en la periferia del cuadrante.

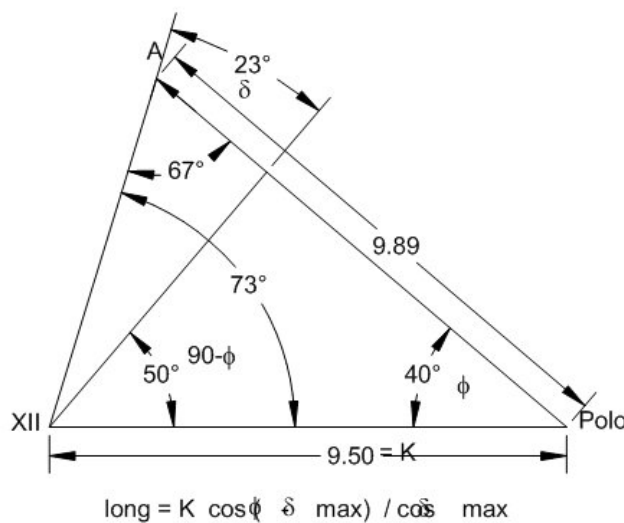


Figura 3.

En el triángulo A – XII - polo, se conocen 2 ángulos y un lado

Datos conocidos:

K = Distancia Polo - XII

ϕ = Latitud 40.4

Angulo A – XII - Polo = $(90-\phi) + \delta_{\max}$

Aplicando el teorema de los senos:

$$K / \operatorname{sen}[180 - ((90-\phi) + \delta_{\max}) + \phi] = L / \operatorname{sen}((90 - \phi) + \delta_{\max})$$

$$K / \operatorname{sen}(90 + \phi - \delta_{\max} - \phi) = L / \operatorname{sen}[(90 - \phi) + \delta_{\max}.]$$

Simplificando:

$$K / \operatorname{sen}(90 - \delta_{\max}) = \operatorname{sen} [90 - (\phi - \delta_{\max})].$$

$$K / \cos\delta_{\max} = L / \cos(\phi - \delta_{\max}) \text{ y}$$

$$L = K \cdot \cos(\phi - \delta_{\max}) / \cos \delta_{\max}$$

Empleo.

Se escogerá una repisa de interior o exterior de una ventana orientada al Sur procurando que el cuadrante quede horizontal, cosa fácil de realizar empleando un nivel de carpintero y usándolo en direcciones ortogonales.

Previamente se tendrá dibujada sobre la superficie del alfilerar una línea que representa la meridiana. Para ello existen varios métodos, entre los que se encuentra el procedimiento de los círculos concéntricos, etc., aunque hay un modo sencillo y eficaz de hallarla utilizando un reloj de pulsera de cuarzo ajustado con las señales horarias de las emisoras de radio.

Se pretende hallar la meridiana tomando como lugar de implantación Madrid:

$$\phi = 40^{\circ} 24' \text{ N y}$$

$\lambda = 3^{\circ} 41' W$, que en tiempo equivale a 14m 45s el día 1 Junio, en el que la ET = -2m. Cuando sean las XII solares, en nuestro reloj de pulsera serán las 12 +2 horas de adelanto (verano) + 14m 45s (Oeste) – ET (2m de adelanto). Luego a las 14h 13m 45s marcaremos la meridiana con la sombra de una plomadita previamente instalada. Se señalarán dos puntos sobre ella y luego se unirán por una línea que nos servirá para siempre. El reloj deberá orientarse de forma que la línea S – N, se ajuste a esa meridiana.

Ya estará nivelado y orientado.

En el dibujo de la figura 2. La sombra del estilo polar está marcando la 1, hora solar PM. . Se procede a colocar un extremo de la alidada en el punto de intersección de la sombra con la circunferencia exterior. El otro extremo de la alidada marca también la 1 hora PM solar.

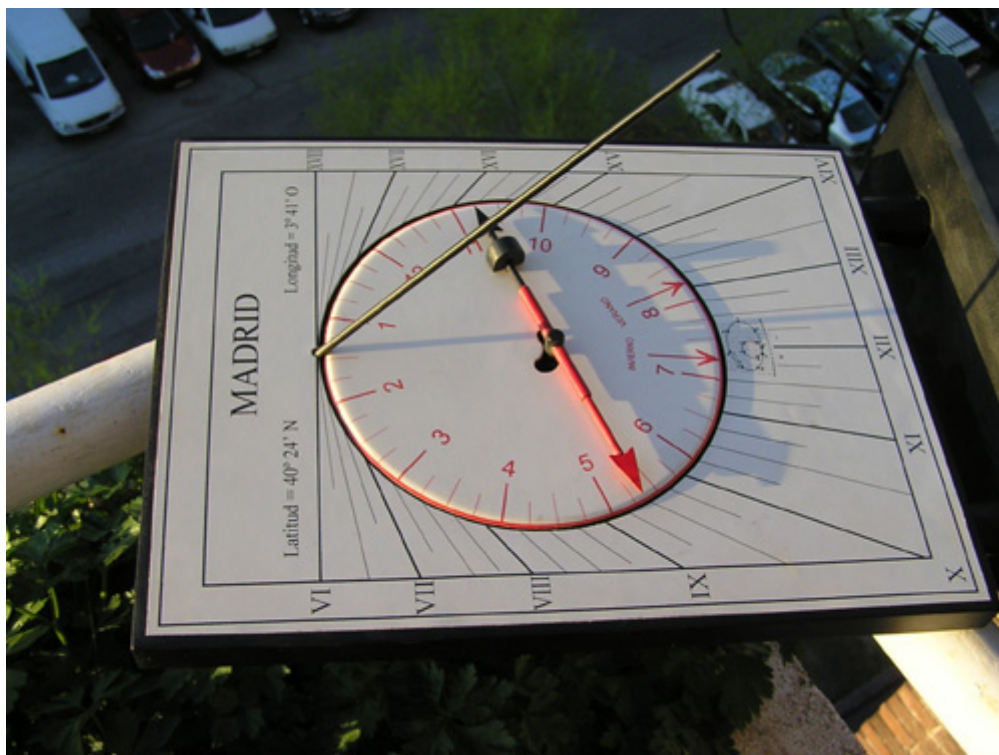
Si se desea saber la hora oficial, por ejemplo para el día 1 de Junio, en el ejemplo precedente, debemos enfrenar la marca MV, con el -2 de la escala de la ET. Automáticamente el extremo marcará las 3h 13m PM o las 15h 13m. La misma que debe ser la del reloj de pulsera...

Fija la esfera en esa posición marcará la hora oficial durante el resto de horas de insolación posibles, durante un par de días o tres sin cometer error apreciable, pasado ese tiempo, tendremos que ajustar la ET (Se supone que el lector tendrá información de la ecuación del tiempo a través de libros, efemérides o programas informáticos de astronomía o gnomónica).

Si alguien después de leer estas líneas está interesado en la construcción de este cuadrante y de confeccionarse uno para la localidad en que se encuentre, y tiene alguna duda sobre problemas prácticos de realización, puede dirigirse a mi gran amigo y asiduo colaborador de esta revista Francesc Clará, experto en la construcción de maquetas de cuadrantes, yo doy buena fe de ello por la calidad del cuadrante que me regaló hace años y que guardo con mucho cariño.

© Luís Hidalgo, 2009

A falta de una foto de un reloj horizontal como el descrito insertamos aquí la foto de un reloj vertical de las mismas características colocado en posición horizontal. (Por tanto, inoperativo).



INVENTARIO DE RELOJES DE SOL DE LA DIÓCESIS DE VITORIA (XI)

Por Pedro Novella y M^a Josefa Urteaga con la colaboración de Antonio J. Cañones

Relojes semicirculares

En el cuarto periodo predominan los relojes de modelo circular y rectangular. Se puede afirmar que el final del periodo es de dominio casi exclusivo del cuadrante de modelo rectangular. El modelo semicircular, abundante en los dos periodos anteriores, casi desaparece de los muros de las iglesias durante el tercer periodo. Dos excepciones. Uno de ellos ubicado en la iglesia de Zambrana y otro en el caserío Marutegi de Araya, encontramos otro cuadrante de modelo semicircular. Ambos labrados en sillares que sobresalen del muro, cuadrado en Marutegi, circular en Zambrana..

ARAYA (caserío Marutegi, 1811). Semicircular. VM. Horas en números romanos las VI de la mañana a las VI de la tarde.

ZAMBRANA (1767). Semicircular en relieve de borde en arista.. Horas de VI de la mañana a VI de la tarde. Varilla de dos apoyos desaparecida.

A RAYA. Zona V. (ARAIA)

Caserío Marutegi. Situado al norte del pueblo al pie de la peña del castillo. Semicircular. Vertical a mediodía (1811).

Caserío y reloj se encuentran descritos con detalle por Vitu Palacios, en El Inventario de Arquitectura Rural Alavesa VII- Llanada Alavesa: Asparrena Salvatierra- Agurain y San Millán, pág 147:



Caserío Marutegi. Fachada principal orientada al mediodía.

“El caserío Marotegui muestra la tipología de los caseríos barrocos de zonas al otro lado de la muga de la sierra de Urquilla, como la del alto Deva. Se trata de una edificación exenta, bifamiliar en origen, de notables dimensiones y simétrica respecto del plano vertical que contiene al caballete de su cubierta. Posee planta rectangular cubierta a doble vertiente con un pequeño faldón ocupando el tercio central de su parte posterior.”

“En la planta principal son cuatro los vanos abiertos, de características constructivas análogas a las de la planta del zaguán, las extremas formando eje con las de la planta baja y las intermedias sobre el arco carpanel constituyendo eje con los huecos del desván. Un reloj de sol en el eje vertical del gallur y sobre el arco se encarga de adornar la fachada que en otras ocasiones está reservado al escudo de armas”

Está grabado en un gran sillar que sobresale en el muro de mampostería de la fachada. No tiene líneas horarias. Las horas van escritas en romanos de VII (V y VI ilegibles) de la mañana a VI de la tarde

en la correspondiente banda semicircular exterior. Medias horas señaladas por puntos. Las VII y las VIII de la mañana están muy separadas. Varilla acodada con el punto de apoyo en el extremo de la línea de mediodía.



José L. Apaolaza describe el cuadrante de Marutegui en el artículo Reloj solar, publicado en la revista Asparren, 23.zka, 1944ko iraila-urria, 20. or.:

“En el municipio de Asparrena el único modelo que hay en la actualidad, se encuentra en el caserío Marutegui. Está trazado sobre piedra de arena, a una altura del suelo de unos tres metros, encima de la puerta de entrada y fue construido en 1811. Puede medir el tiempo durante 12 horas desde las seis de la mañana a las seis de

la tarde, tiene orientación sus, su estado de conservación y funcionamiento son buenos. Este tipo de reloj solar se denomina “vertical” y esta construido para funcionar en una determinada zona, pues fuera de esta puede falsear la lectura de las horas”

ZAMBRANA. Zona X

Iglesia de Sta. Lucía. Semicircular en relieve. Borde en arista. Vertical declinante a levante (1767).

La cabecera de la iglesia y el crucero se edificaron en el siglo XVIII. El reloj se encuentra tallado en un sillar de la esquina SE del crucero.



Zambrana. El reloj en el muro del crucero.



Semicircular en relieve de borde en arista. VDL.

Es semicircular y labrado en relieve, ejemplar único entre los relojes de este grupo. Está fechado en el 1767, año en que se edificó el crucero.

El orificio de la varilla está perforado en el centro de un pequeño círculo de donde parten las líneas de las horas y tiene el punto de apoyo en el extremo de la línea horaria de las once, indicando que el reloj declina a levante. La orientación de la varilla no se corresponde con la traza que es casi simétrica respecto de la meridiana. Las horas, escritas en la corona semicircular exterior en números romanos, marcan de VI de la mañana a VI de la tarde. El mediodía va señalado con un circulito. .

10.4.- Relojes cuadrados y rectangulares

Es el modelo de reloj más frecuente en el último cuarto del XVIII y principios del XIX. Escasean los cuadrantes de modelo circular a finales del XVIII.

Solamente cinco ejemplares están grabados directamente en el muro, la mayoría se ubica en sillares preparados para albergar la traza. Dos cuadrantes de este modelo, BERRÍCANO y MENDIOLA, están clasificados en el grupo de los relojes de tipo popular. El de la ermita de la Virgen de la Plaza (1765) de ELCIEGO, cuadrado en relieve de borde moldurado, se ha clasificado en el grupo de relojes “no natos” porque la traza es moderna.

La mayoría de relojes “no natos” también pertenecen al modelo rectangular (BAÑOS DE EBRO, BERROSTEGUIETA, MIÑANO MAYOR, PIPAÓN, ELCIEGO y SANTA CRUZ DEL FIERRO).

Todos llevan las líneas horarias inscritas en un cuadrilátero (cuadrado, rectángulo vertical o rectángulo horizontal) con una banda alrededor donde se escriben los números de las horas.

Trece ejemplares llevan las horas escritas en romanos, ocho las llevan escritas en arábigos.

Numeración árabe: BARAMBIO, IZORIA, LLODIO, MURGA, MOREDA, MURGUÍA, RESPALDIZA (iglesia) y RIVAGUDA.

Numeración romana: ALEGRÍA (ayuntamiento e iglesia), ANGOSTINA, APELLÁNIZ, BASABE, LAGUARDIA (San Juan), OLLÁVARRE, PEÑACERRADA 1 y 2, QUINTANILLA de Valdegovía, RESPALDIZA (palacio), SALINILLAS DE BURADÓN y URIBARRI de Aramayona.

Numeración combinada: ONDÁTEGUI (XI y XII en romanos, el resto en arábigos).

Cuadrantes sin numeración: MAESTU y el vertical a poniente de Nª Sª de Oro de MURGUÍA (posiblemente las tuvo pintadas).

Domina la traza vertical a mediodía. Los constructores de relojes evitan la complicación de las trazas declinantes orientando el sillar.

Hay 20 ejemplares con trazas verticales a mediodía, 10 de ellas están grabadas en un sillar orientado (ALEGRÍA, APELLÁNIZ, IZORIA, LLODIO, MAESTU, MURGA, MURGUÍA (Oro), QUINTANILLA DE VALDEGOVÍA, RESPALDIZA (palacio), RESPALDIZA (iglesia), tres trazas declinantes (PEÑACERRADA y URIBARRI de Aramayona), una vertical a poniente (MURGUÍA) y otra con la meridiana desviada (BASABE). También se ha clasificado en este grupo un reloj doble: el del santuario de Nª Sª de Oro de MURGUÍA.

Todos tienen o han tenido varilla polar de dos apoyos. Carecen de varilla: BARAMBIO, ONDÁTEGUI, LAGUARDIA y URIBARRI. En mal estado: ANGOSTINA (ha desaparecido), el orientado a poniente de MURGUÍA (doblada) y el de QUINTANILLA (rota). Se la han repuesto no hace mucho los relojes siguientes: BASABE, RIVAGUDA, PEÑACERRADA (cuadrante del pórtico), OLLÁVARRE y SALINILLAS DE BURADÓN (1960). Los restantes ejemplares conservan la original.

ALEGRÍA (iglesia, 1785). Rectangular horizontal. VMO. De VI de la mañana a VI de la tarde. Líneas, cifras y rectángulo pintados de negro. Varilla original acodada, plana, tramo de apoyo en “ese”.

ALEGRÍA (ayuntamiento, 1788) Rectangular con las esquinas inferiores cortadas. VM. Horas de VI de la mañana a VI de la tarde. Fondo de color negro. Varilla original acodada.

ANGOSTINA (1777). Rectangular horizontal. VM MC. Horas de V de la mañana a VII de la tarde. Se leen desde dentro: V, VI, VII, VIII, V, VI y VII. Varilla suelta y mal orientada. Ha desaparecido.

APELLÁNIZ (1814). Rectangular vertical. VM. Horas de VI de la mañana a VI de la tarde. Varilla original de dos tramos.

BARAMBIO (1775). Rectangular horizontal. VM. Horas de 6 de la mañana a 6 de la tarde; las 6 de la tarde cubierta de yeso. Varilla de dos apoyos desaparecida.

BASABE. Cuadrado en relieve. MD. De VIII de la mañana VI de la tarde. Las VIII mal escritas: IIX. Le han puesto una varilla horizontal; la tuvo polar de dos apoyos.

IZORIA. Cuadrado. VMO. Horas de 6 de la mañana a 6 de la tarde. Varilla original acodada.

LAGUARDIA (iglesia de San Juan). Circular y rectangular superpuestos en un cuadrado lucido. Doble traza: VM. Horas en números romanos. Varilla de dos apoyos desaparecida.

LLODIO (parroquia de San Pedro de Lamuza, 1801). Rectangular horizontal. VMO. Horas en números arábigos de 6 de la mañana a 6 de la tarde. Varilla original de dos apoyos terminada en punta.

MURGA. Cuadrado. VMO. Horas de 6 de la mañana a 6 de la tarde. Varilla original, tramo de apoyo con anillo terminal.

MAESTU (ca.1817). Rectangular vertical. VMO. Sin horas grabadas. Varilla original acodada.

MOREDA. Cuadrado. VM. Legibles las 6,7, 8, 3, 4, 5, y 6. Varilla original plana de dos tramos. Restaurado.

MURGUÍA 1 (1775). Rectangular horizontal. VMO. De 6 de la mañana a 6 de la tarde. Varilla original plana, tramo de apoyo es “ese”.

MURGUÍA 2. (1775). VL. Sin horas. Varilla original de laña, doblada.

OLLÁVARRE (1785). Rectangular horizontal. VM. Horas de VI de la mañana a VI de la tarde. Se leen desde dentro las V y las VI de la tarde. Varilla de dos tramos repuesta

ONDÁTEGUI (ca. 1800). Rectangular horizontal. VM. Las XI y las XII en números romanos; las restantes horas en números arábigos. Sin varilla.

OZAETA. Rectangular horizontal. Desaparecido.

PEÑACERRADA 1. Rectangular grabado y pintado. VDP. Horas de VIII de la mañana a VI de la tarde. Pintadas, hace dos años, todas las líneas y cifras en negro. Varilla de un apoyo, desviada, colocada en la restauración.

PEÑACERRADA 2 (1785). Rectangular grabado y pintado. VDP. Horas de VI de mañana a VI de la tarde. Inscripción de la fecha, cifras de las horas y líneas de la banda exterior pintadas en negro. La pintura de las líneas horarias ha desaparecido. Varilla original de dos tramos.

QUINTANILLA DE VALDEGOVÍA (1801). VMO MC. Rectangular horizontal. Horas de VI de la mañana a VI de la tarde con muchas incorrecciones: las VI, VII, VIII, IX y IX de la mañana y VI de la tarde mal escritas. Ha perdido parte de la varilla, era triangular.

RESPALDIZA (palacio, 1823). Rectangular vertical. VMO. De VI de la mañana a VI de la tarde. Varilla original.

RESPALDIZA. (iglesia, 1773). Rectangular horizontal. De 6 de la mañana a 6 de la tarde. Varilla original de dos tramos.

RIVAGUDA (1798). Rectangular horizontal. VM. De 6 de la mañana a 6 de la tarde. Se la han puesto una barra con perfil de “T” como varilla.

SALINILLAS DE BURADÓN. Rectangular grabado. VM. Horas de VI de la mañana a VI de la tarde. Varilla de un apoyo. Remodelado en 1960.

URIBARRI DE ARAMAYONA. Cuadrado grabado. VDL. Horas de 7 de la mañana a 5 de la tarde, líneas de cuarto de hora. Tuvo varilla polar de dos apoyos.



Quintanilla de la Ribera. Maquinaria del reloj mecánico de la torre.

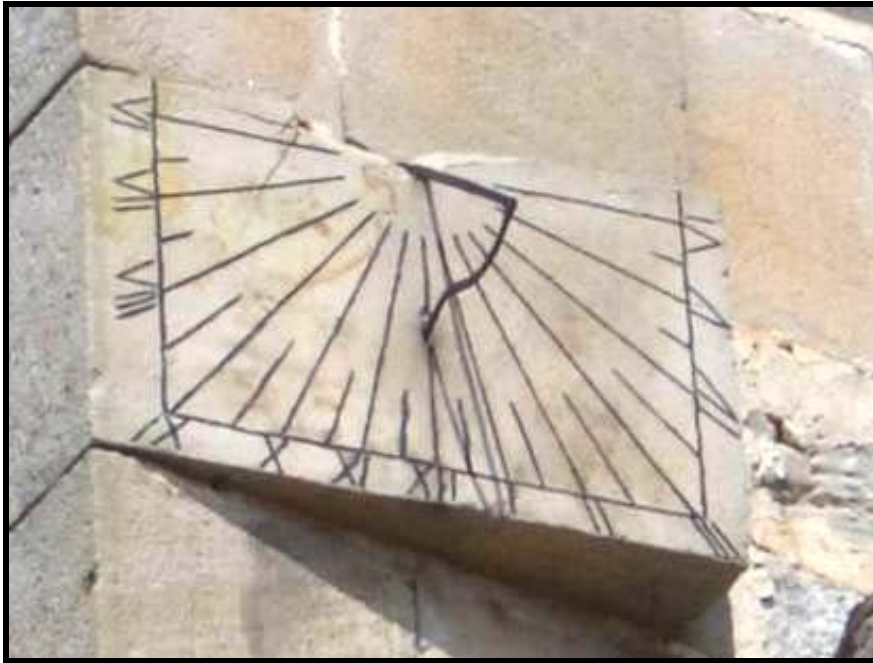
A LEGRÍA-DULANTZI. Zona IV

Parroquia de San Blas. Rectangular horizontal. Vertical a mediodía orientado (1785). Cantero Juan Agustín de Echevarría.



A finales del XVIII se construyó a los pies del templo un atrio porticado que consta de nueve arcos de medio punto, cinco al oeste, tres al sur y uno al norte. En el medallón central de la bóveda del tramo del pórtico bajo la torre se lee la fecha de construcción: año de 1785. En esta misma fecha, en la esquina SO de la dependencia superior labraron un sillar girado, corrigiendo la declinación a levante de la pared para orientar al mediodía la cara donde se trazó el reloj.

Alegoría. El reloj se empequeñece bajo la imponente torre de la iglesia.



Rectangular horizontal. VMO. Varilla original. Año de 1785.

Modelo rectangular horizontal. Tal como sucede en todos los ejemplares del modelo rectangular de finales del XVIII, las líneas horarias parten de un semicírculo dibujado alrededor del polo y terminan en el rectángulo exterior; también lleva líneas de medias horas, estas más cortas. Las horas van escritas en la banda rectangular exterior, en números romanos, de VI de la mañana a VI de la tarde. Conserva la varilla, el tramo del apoyo tiene forma de ese abierta.

Ayuntamiento. Rectangular con las esquinas inferiores cortadas. VM (1788). Cantero Juan Agustín Echevarría.



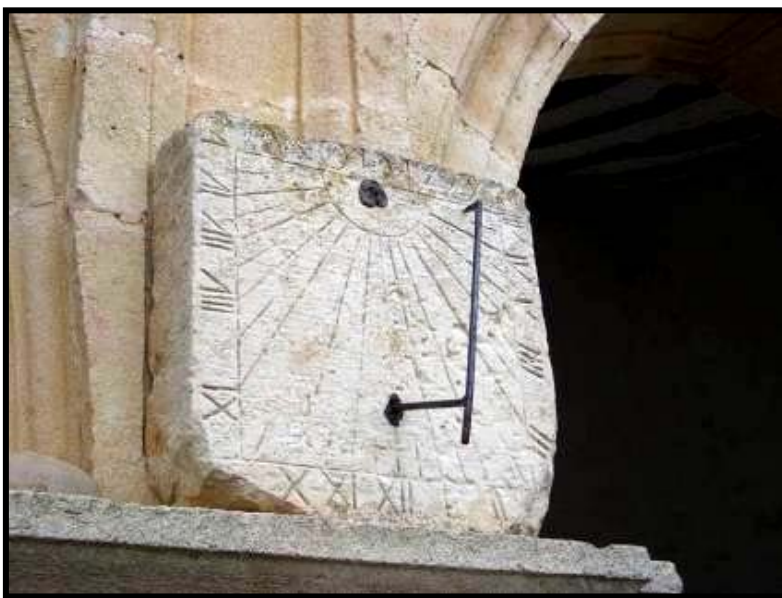
Ayuntamiento. Reloj vertical a mediodía bajo el escudo. 1788.

El reloj de la iglesia no está situado en un lugar muy a mano para consultar la hora; el pueblo se extiende en suave pendiente al norte de la iglesia hasta alcanzar el río. Había que atravesar toda la plaza para consultarlo; así que, no habían transcurrido tres años, cuando el Concejo decidió colocar su propio reloj en la fachada del Ayuntamiento.

La fachada del Ayuntamiento está orientada al sur. Al rectángulo se le han cortado las dos esquinas inferiores, formándose un hexágono cuyos vértices inferiores coinciden en los extremos con una línea horaria. Tiene también líneas de medias horas. Las horas, muchas de ellas ilegibles, van escritas en la banda exterior de VI de la mañana a VI de la tarde. Fondo negro.

A NGOSTINA. Zona II

Parroquia de Santa Coloma. Rectangular horizontal. Mal calculado (1777).



Labrado en 1777, coincidiendo con la construcción del pórtico. Trazado en un sillar rectangular horizontal exento, apoyado sobre la repisa que forma la imposta entre los dos arcos del pórtico.

Marca de las V a las VII estando ambas horas en la horizontal, quedando dividido en 14 sectores simétricos respecto a la meridiana, trazados al azar. Las horas se leen en tres tramos como en los relojes circulares.

La varilla que vemos suelta en la fotografía ha desaparecido.

Angostina. Rectangular horizontal. MC. Año de 1777.

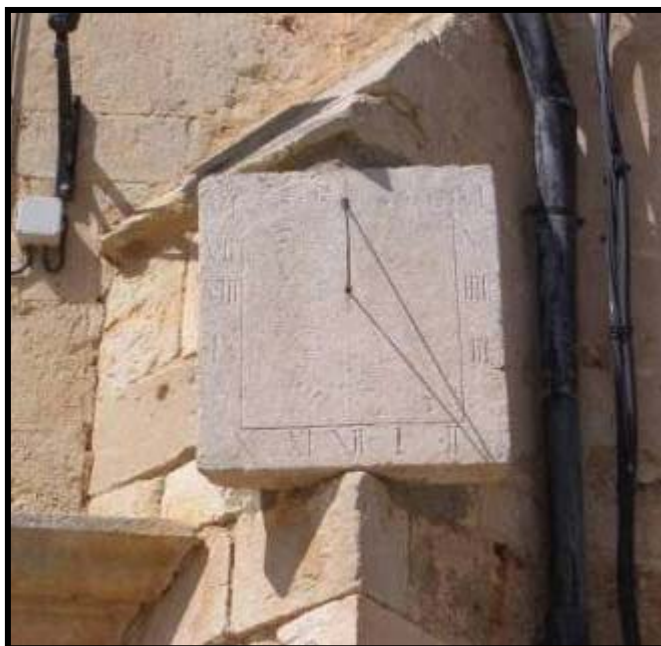
A PELLÁNIZ. Zona V (APINAIZ)

Parroquia de la Asunción de Nuestra Señora. Rectangular vertical. Vertical a mediodía (1814).

El reloj mecánico comprado en 1770 dio tantos problemas que el Ayuntamiento decidió cambiarlo en 1814 por uno nuevo. En esta misma fecha se colocó el reloj de sol a la derecha del pórtico, empotrándolo en el contrafuerte de la esquina SO del brazo del crucero. Pagaron por el trabajo 105 reales y 22 maravedís. El reloj mecánico había costado 3800 reales.



Apellániz. El reloj está situado en el contrafuerte del crucero.



Reloj vertical a mediodía de formato rectangular vertical. Las cifras de las horas van escritas correctamente en la banda exterior, de VI de la mañana a VI de la tarde. Conserva la varilla. Está ligeramente desequilibrado hacia la izquierda. Es igual que el de Maestu.

Del Semanario Pintoresco del año 1837, entresacamos estas líneas que explican como se “arreglaba” (poner en hora) o “gobernaba” el reloj mecánico de Apellániz a partir del cuadrante solar:

Rectangular vertical. VM. Año de 1814. Desequilibrado.

Método práctico para arreglar péndolas y relojes de faldriquera

Aun hay quienes piensan que estas máquinas deben ir con el sol y estar acordes con el. Hay pocas personas que sepan que no emplea el sol el mismo tiempo de un medio día al otro, y que por consiguiente no son todos los días del año de 24 horas: porque unas veces emplea el sol 24 horas y algunos segundos desde un mediodía al inmediato, y otras 24 horas y algunos segundos menos desde el mediodía al inmediato que le sigue. Así es, pues, que el sol unas veces se adelanta y otras se atrasa.

Además de esto las péndolas y relojes de faldriquera deben dividir el tiempo de un modo perfectamente regular, y designar el mediodía a las 24 horas justas. Se ha dado el nombre de tiempo verdadero al tiempo medido por el sol, y el de tiempo medio al reducido a una igualdad constante por medio del jiro regular de las péndolas y relojes. Se ve pues que un buen reloj ó péndola no puede estar todos los días exacto con el punto de las doce que marque un cuadrante solar.

Los astrónomos han calculado una tabla que indica para todos los días del año la hora que debe señalar un buen reloj ó péndola en el punto verdadero de mediodía.

Supongamos que el día 23 de diciembre pone uno su péndola ó reloj de faldriquera 4 segundos atrasado con el sol, el 24 de diciembre el mediodía del sol atrasará 30 segundos con respecto al mediodía de la péndola, y esta diferencia irá siempre en aumento hasta el once de febrero día en el cual el mediodía del sol se atrasará respecto a la péndola 14 minutos y 44 segundos. Este atraso se irá aumentando desde el 11 de febrero hasta el 14 de abril, en el que estarán enteramente acordes el sol y la péndola. El 15 de abril el mediodía del sol se adelantará 5 segundos y continuará adelantando así hasta el 10 de mayo, en que estará adelantado 3 minutos y 59 segundos. Irá aproximándose el mediodía del sol al de la péndola hasta el 15 de junio, en que ambos estarán acordes. El 16 de junio se atrasará el sol respecto a la péndola 8 segundos, y continuará en atrasarse más y más hasta el 25 de junio, en que será su atraso de 5 minutos y 56 segundos. Proseguirá disminuyéndose este atraso hasta el 31 de agosto, día en que ambos mediodías volverán a coincidir. En fin el 1º de septiembre adelantará el sol 27 segundos, y proseguirá adelantando siempre, de modo que ambos mediodías no estarán perfectamente acordes hasta el 25 de diciembre.

*Se ve pues según lo espuesto que para poner á la hora una péndola ó reloj de bolsillo cuando el sol señala el mediodía, no debe señalar ninguno de estos las doce precisas, sino la hora de la tabla de la que hemos hecho mención. Conviene poner el reloj a la hora de 8 á 8 días con una buena péndola o cuadrante solar. **Semanario Pintoresco, T. II, Madrid, 1837.***

Cuatro años antes, Francisco Salcedo, había publicado en San Sebastián el libro titulado “Manual para gobernar y arreglar los relojes, con explicación de la ecuación del tiempo”.

BARAMBIO. Zona VI (BARANBIO)

Parroquia de N^a S^a de la Asunción. Rectangular horizontal. MC (1775).

La iglesia se reconstruyó a finales del XVIII. Si el crucero fue construido en 1796, el sillar del reloj tuvo otra ubicación.



Barambio. Empotrado junto al farol.



Rectangular horizontal. MC. Año de 1775.

Empotrado en el crucero, cerca de la esquina SO, apoyado sobre un sillarejo y un poco desequilibrado hacia la derecha.

Carece del habitual semicírculo alrededor del polo: las líneas de las horas parten directamente del orificio del estilo y terminan en el rectángulo exterior. Horas en números árabigos de 6 de la mañana a 6 de la tarde, esta última hora cubierta de yeso. Mal calculado. Ha tenido dos varillas de doble apoyo.

BASABE. Zona X

Iglesia de El Salvador. Cuadrado en relieve. Meridiana desviada.



Basabe. Sobre la pequeña ventana se apoya el reloj.

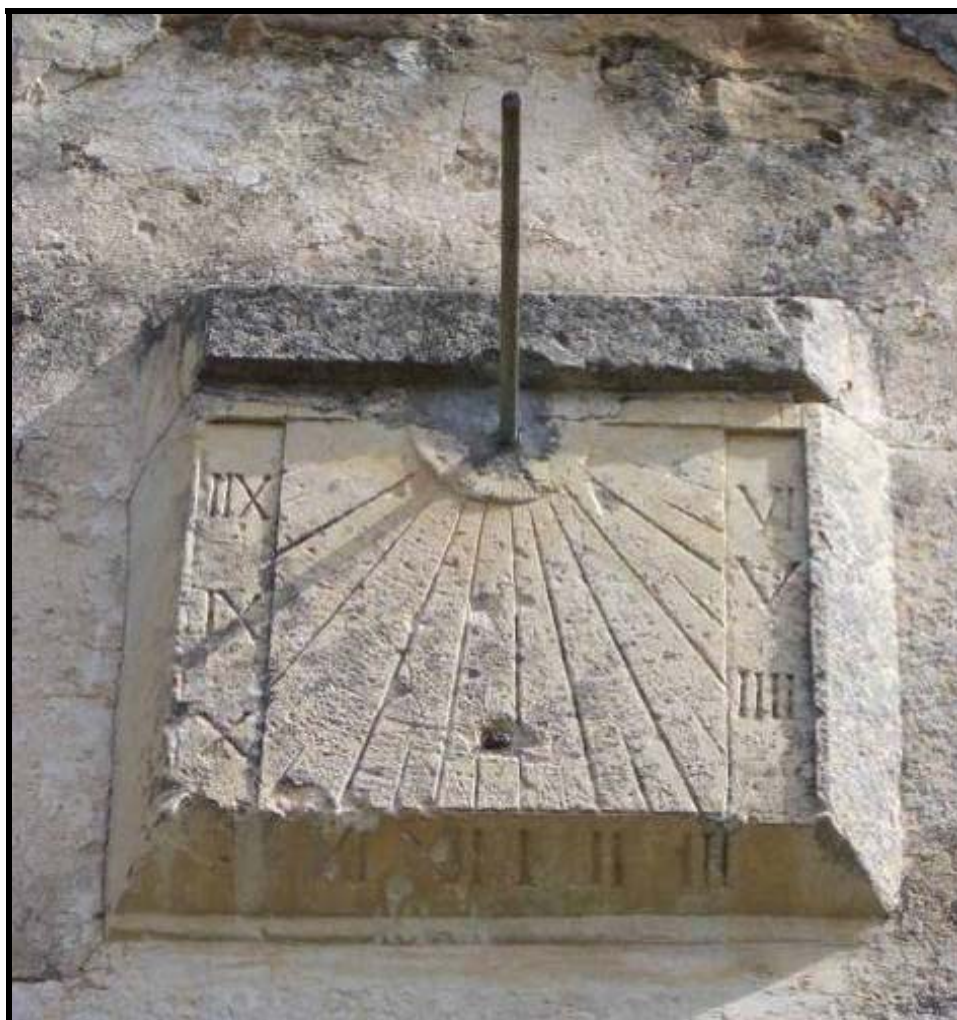
Además de éste que vemos en la fotografía, hay otros dos relojes en la pequeña iglesia de El Salvador de Basabe: uno medieval y otro semicircular de 12x15°, clasificados en su correspondiente grupo.

El tercer reloj de esta iglesia está grabado en un sillar cuadrado (43 cm) de bordes labrados a bisel, empotrado y apoyado sobre el dintel de una pequeña ventana cercana a los pies de la iglesia a 3 metros de altura. Tiene la meridiana girada unos 12° hacia el oeste; la declinación de la pared es mayor.

En la fotografía siguiente se puede observar con detalle una traza con la meridiana desviada. Hemos visto en los relojes del periodo anterior que el cantero se limitaba a grabar en la junta del sillar el reloj- la mayoría de las ocasiones sin tener en cuenta la declinación- y a dividir el semicírculo en 12 partes aproximadamente iguales.

Cuando la pared es declinante, la sombra de la varilla se desplaza hacia el lado donde declina la pared. Las medidas de los sectores de este cuadrante son arbitrarias.

Los relojes de 12X15° situados en paredes bien orientadas señalaban con exactitud solamente la hora del mediodía, los de meridiana desviada sólo señalan con exactitud el mediodía dos días a lo largo año.



Reloj de Meridiana desviada: el muro declina a poniente.

La varilla horizontal no es la original: el orificio de apoyo indica que tuvo una varilla polar mal orientada. Las horas están grabadas en números romanos, en dos bandas cajeadas laterales y en el plano del bisel inferior del sillar, de VIII de la mañana a VI de la tarde. Las “IIX” están mal escritas.

I ZORIA. Zona VI

Parroquia de San Julián y Santa Basilisa. Cuadrado grabado. VMO.

La iglesia se reconstruyó de nueva planta a mediados del XVIII. Grabado en una placa cuadrada de de bordes biselados, de unos 30 cm de lado, colocado en la esquina SE del crucero, y girado para orientar el plano del reloj a mediodía.



Izoria. El reloj en la esquina SE del crucero.



Reloj cuadrado, vertical a mediodía orientado.

Tiene dos trazas superpuestas. La que lleva las horas numeradas tiene el polo un poco más abajo que la otra y líneas de medias horas. Horas escritas en números arábigos de 5 a 7. La segunda pudo estar pintada. Conserva la varilla acodada.

L AGUARDIA. Zona I

Iglesia de San Juan. Dos relojes.

Reloj circular en un cuadrado lucido.

Dos trazas superpuestas: vertical a mediodía y vertical declinante a levante.

Está grabado en un cuadrado lucido en el muro sur de la capilla de la Virgen del Pilar, construida a mediados del XVIII, a los pies de la iglesia de San Juan.



El reloj de las dos trazas. A su lado el reloj del “tonel”.

En este cuadrado, muy deteriorado por el paso del tiempo, llama la atención el elevado número de líneas de la traza del reloj. Si se observa con detenimiento la fotografía, se distinguen dos grupos de líneas: un grupo termina en la circunferencia y otro en el cuadrado.

En el cuadrado lucido se construyeron dos cuadrantes solares superpuestos. En primer lugar se grabó en la superficie lucida un reloj circular vertical a mediodía: el apoyo de la varilla perfora el extremo de la línea de las 12. Después posiblemente cayeron en la cuenta de que marcaba mal porque la pared declina a levante y corrigieron la traza, dibujando un reloj rectangular declinante, grabándolo y pintándolo encima.

Al desaparecer la pintura han quedado a la vista las trazas de los dos relojes. Las horas van escritas en romanos en las correspondientes bandas exteriores. La banda del cuadrante rectangular se corta en la parte superior en el encuentro con la banda horaria del cuadrante circular.



Capilla del Pilar. Los dos cuadrantes superpuestos. Detalle.

José Manuel Ramírez Martínez lo recoge en la página 77 del libro *Relojes de sol en la Rioja*:

“Al exterior de la capilla de Nª Sª del Pilar, situada a los pies de la iglesia de San Juan, una de las obras más encantadoras de producción del maestro de obras Juan de Arbaiza en el segundo cuarto del XVIII, hay un reducido muestrario de cuadrantes solares que hoy en día aparecen condicionados por los árboles cercanos.

Quizás los más atractivos sean estos dos. Y, aunque su estado de conservación resulte lastimero, la verdad es que son todavía fácilmente recuperables partiendo de los elementos que los configuran.

La fuerza estética del situado en el ángulo izquierdo, compuesto sobre una capa de mortero pegada al muro, permite aventurar que fue trazado por Juan Bautista de Arbeiza como una parte más de toda su estructura. De otra parte, el circular, a base de tablas, aunque popular, resulta francamente útil para medir el periodo comprendido entre las 6 de la mañana y las 6 de la tarde.”

También J. I. Domínguez lo describe en el artículo titulado *Relojes de sol II*, publicado en *El Correo*, el 3 de julio de 2006:

“En esta misma iglesia encontramos también un reloj que parece ser de horas iguales, muy dañado. Se leen números de horas, pero hay un exceso de trazas horarias que hace pensar en intervenciones para aumentar de hora a medias horas o fracciones. Sea lo que fuere, es un reloj superpuesto a los sillares de la iglesia y por tanto de fechas más modernas que sus muros.”

L LODIO. Zona VI (LAUDIO)

Parroquia de San Pedro de Lamuza (1801).
Rectangular horizontal. Vertical a mediodía orientado.

La iglesia se construyó de nueva planta en el siglo XVIII. El reloj está grabado en una placa de caliza empotrada en la esquina SE de una casa adosada a la cabecera de la iglesia, girado 30° a levante para corregir la desviación de la pared.



Casa adosada a la cabecera de la iglesia de San Pedro.



Llodio. Rectangular horizontal. VM. Año de 1801.

Las líneas horarias parten de un pequeño semicírculo que tiene como centro el polo y llegan hasta el rectángulo exterior que inscribe la traza. Las horas van escritas alrededor del rectángulo en números árabigos de 6 de la mañana a 6 de la tarde. Varilla original de dos apoyos terminada en punta de flecha, ligeramente doblada hacia arriba.

MAESTU. Zona V (MAEZTU)

Parroquia de la Invención de la Santa Cruz. Rectangular vertical. Vertical a mediodía orientado (ca. 1817).

En 1817 se construye una capilla lateral que invade el pórtico, razón por la que se ciega su tercer arco. En ese mismo momento se debieron construir las tres estrechas dependencias del flanco sur de la iglesia. En la esquina SE de la que está ante la sacristía se colocó un reloj idéntico al de Apellániz. Posteriormente se construyó un casa al este de la iglesia, en la fotografía se observa como le hace sombra al reloj por la mañana.



El reloj en sombra a primeras horas de la mañana.



Maestu. Rectangular vertical. VMO. ca. 1814.

Vertical a mediodía orientado. Grabado en una placa rectangular de arenisca y girado 45° para corregir la declinación de la pared. Conserva la varilla acodada original de dos apoyos. Aunque lleva dibujada la habitual banda exterior, no grabaron las cifras de las horas. Porta un yelmo de remate.

MOREDA. Zona I

Parroquia de Santa María. Cuadrado grabado. Vertical a mediodía.

Grabado en una placa cuadrada de arenisca, sujeta al muro mediante tres anclajes de hierro, apoyada sobre la ménsula de arranque del arco de la pequeña bóveda que protege la portada plateresca de la iglesia.



Reloj sujeto con anclajes sobre la ménsula.

Se había desprendido de la placa por efecto de la erosión parte de la superficie de la mitad inferior, desapareciendo una buena parte de la traza. También tenía la esquina superior izquierda partida y sujeta con una serie de pequeñas lajas superpuestas para evitar su desprendimiento.

Ha sido restaurado hace unos años, trazando las líneas de las horas en la oquedad dejada en el cemento fresco, y luciendo el hueco del costado izquierdo que tapa el anclaje y produce el efecto de que el reloj está grabado en un robusto sillar y no en una delgada placa de piedra.

Las líneas horarias parten del pequeño semicírculo que rodea el polo y terminan en el rectángulo interior de la banda reservada para escribir las horas. Lleva las horas escritas en números arábigos. Se leen las 6, 7, y 8 de la mañana, y las 3, 4, 5 y 6 de la tarde. Gráfica de las cifras 3, 4 y 5 alterada en la

restauración. Varilla polar de dos apoyos, de perfil plano y apuntado en su extremo.



Reloj de Moreda antes. Foto de J. A. Chasco.



Moreda. Reloj vertical a mediodía. Restaurado.

José M. Ramírez Martínez lo recoge en el libro *Relojes de sol en la Rioja*:

EDIFICIO: Iglesia parroquial de Santa María, vinculado al pórtico.

FORMA: cuadrado.

MATERIAL: Piedra de sillería estucada y fijada con grapas sobre una de las ménsulas de las que arranca el arco que configura el pórtico.

TIPO DE NUMERACIÓN: Árabe grabada.

COBERTURA: Desde las 6 de la mañana a las 6 de la tarde.

TIPO DE ESTILO: Fleje de doble apoyo.

ESTADO DE CONSERVACIÓN: Regular.

CONSIDERACIONES: Quizá lo realizara el cantero Martín de Garaizabal, tan relacionado profesionalmente con Nalda, a finales del siglo XVI.

También lo describe con detalle J. I. Domínguez en el artículo titulado *Relojes en la Rioja*, publicado en El Correo, el 27 de noviembre de 2006:

“De esta población medieval (Labraza) nos desplazamos a su vecina Moreda. Allí existe un reloj en la portada de su iglesia de Santa María. Por su aspecto, este reloj puede ser de finales del siglo XVI o principios del siglo XVII. Esta formado por un bloque apoyado en el capitel derecho de la preciosa portada. Se observa una especie de columnas en sus costados. Este reloj ha sido restaurado hace poco tiempo, según me indica el estudioso de la villa José Ángel Chasco. En la actualidad, se le aprecia un desgarró en la piedra producto del paso del tiempo que produce una oquedad. Las líneas pintadas sobre este desgarró, supongo que en su restauración, no marcarán con precisión la hora al perder el reloj el plano vertical. De cualquier manera, es un buen ejemplar que presenta lo que parecen restos de un curioso sistema de anclaje”

Son numerosas las diferencias (clasificación, cronología, número de ejemplares inventariado, descripción de los mismos, etc.,...) entre lo publicado por J.I. Domínguez en la sección Nuestro Patrimonio de El Correo en los tres artículos dedicados a los relojes de sol de la Rioja alavesa y el contenido del Inventario I. Por ejemplo: data el cuadrante de Moreda “por su aspecto” a finales del siglo XVI o principios del XVII.

También José M. Ramírez apunta la posibilidad de que sea obra del cantero Martín de Garaizabal, constructor de los dos últimos tramos de la nave a finales del siglo XVI.

Los cuadrantes de finales del XVI y principios del XVII de las iglesias de la Diócesis se graban directamente en el muro y son semicirculares de doce sectores. También podemos ver estos relojes semicirculares en iglesias navarras de pueblos cercanos a Moreda (CABREDO, GENEVILLA). El modelo de cuadrante, la técnica de construcción y la grafía de las cifras de las horas responden a las características de clasificación del conjunto de relojes rectangulares del siglo XVIII. Relojes sujetos con

anclajes, asignables a este periodo, los podemos ver también en pueblos navarros cercanos: VIANA, TORRES, SANSOL y ZÚÑIGA.

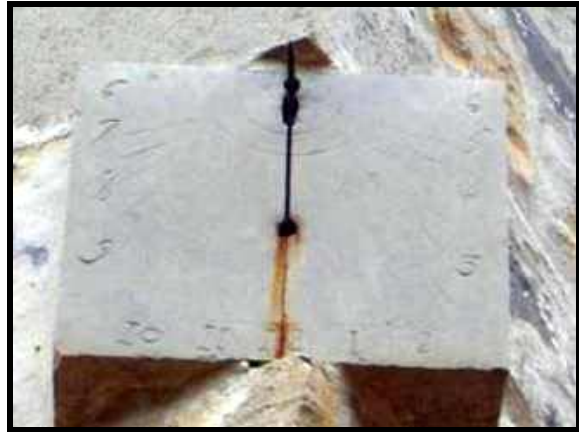
MURGA. Zona VI

Parroquia de San Juan. Cuadrado. Vertical a mediodía orientado.

La iglesia de San Juan se edificó de nueva planta a mediados del siglo XVIII. El reloj, vertical a mediodía orientado, está grabado en una placa cuadrada, girado a levante, y empotrado en la esquina SE del crucero, a no mucha altura sobre el tejado del pórtico.



Murga. El reloj en la esquina SE del crucero.



Cuadrante vertical a mediodía orientado.

Las líneas horarias arrancan de una pequeña corona semicircular grabada alrededor del polo y terminan en el rectángulo que determina con el borde del sillar la banda donde van escritas las horas, en números arábigos, de 6 de la mañana a 6 de la tarde.

La varilla del reloj de Murga presenta una particularidad que sólo habíamos visto en el de San Miguel de Vitoria: el tramo de apoyo lleva en su extremo un pequeño anillo por donde pasa el estilo. Este reloj y el del cercano pueblo de Izoria parecen ser obra del mismo cuadrantero, incluso la grafía de las cifras coinciden.

MURGUÍA. Zona VII. (MURGIA)

Santuario de N^a S^a de Oro. Pareja de relojes grabados en el mismo sillar. Vertical a mediodía orientado y vertical a poniente (1775).

El pórtico se encuentra a los pies de la iglesia y ,sobre él, las salas del Ayuntamiento y de la Cofradía. En la esquina SO del segundo piso, destaca un sillar rectangular girado hacia el mediodía. Los relojes de este periodo están asociados a la construcción de torres, pórticos y sacristías. El reloj doble de N^a S^a de Oro no es una excepción.



Del libro Santuarios de Oro y Jugatxi de José Iturrate Sáenz de Lafuente, se entresacan los datos siguientes y se copia al pie de la letra la descripción del reloj: En 1771, tras la subasta, tomó la obra de la sacristía el vecino de Sarriá Agustín Ibarondo. Trabajan con él los maestros albañiles Francisco de Arratia y Francisco de Aguirre, conocidos canteros ayaleses (conocerían el reloj doble de N^a S^a de La Encina), que realizan la segunda fase de la obra, terminando prácticamente el trabajo en 1775.

Murguía. Santuario de Nª Sª de Oro.

Así describe el cuadrante: *“Fijamos, por último, la atención en el reloj de sol, situado en la esquina suroeste, encima del refugio de la derecha. Se trata de una piedra caliza oportunamente situada, que rompe la línea descendente del esquinal. El cuadrante sigue aún marcando las horas, que apenas nadie entiende, sobre las líneas incisas y borrosos números. Cuando se construye la nueva sacristía en 1775, se fabrica también el cuadrante a cargo quizás de los experimentados canteros Francisco Antonio de Arratia o Francisco de Aguirre.”.*

Micaela Portilla también escribe unas líneas sobre el mismo asunto en la página 207 del recién publicado tomo IX del C. M. D. V: *“En el esquinal sudoeste, a media altura, se halla incrustado el cuadrante o reloj de sol. Se trata de una piedra bien labrada, con las incisiones necesarias y su aguja correspondiente. Se construyó y se instaló en 1775 por los canteros que trabajaban en la obra de la sacristía.”* (Este cuadrante y el de Argote son los únicos que se describen en el Catálogo Monumental de la Diócesis).

Reloj 1. Vertical a mediodía orientado. Carece del habitual semicírculo que rodea el orificio del estilo. Las líneas horarias arrancan casi directamente del orificio de la varilla y terminan en el rectángulo que delimita la traza. Tiene las horas escritas en números arábigos, de 6 de la mañana a 6 de la tarde, en la franja que queda entre el rectángulo y el borde del sillar. Varilla polar de perfil plano, ligeramente desviada hacia la derecha. El tramo de apoyo tiene forma de “ese” muy abierta.



Reloj 1. Vertical a mediodía orientado. Varilla original.



Reloj 2. VP. Varilla original doblada. M. Urteaga.

Reloj 2. Vertical a poniente. No son frecuentes los relojes verticales a poniente, hasta la fecha sólo se han inventariado dos.(En Matauco hay otro asociado a un vertical a levante). La fotografía tomada desde el tejado del portegado nos permite observar las malas condiciones de conservación tanto de la traza como de la varilla. Las líneas horarias han desaparecido en parte al desprenderse la superficie del sillar; aún así, queda lo suficiente de la traza para recomponerla. La varilla, doblada y casi desprendida de los anclajes de plomo, se encontraba en buen estado en 1989.

El cuadrante estuvo pintado. J. I. Domínguez recoge este interesante dato en el artículo titulado *Relojes de sol en Zuya*, publicado en El Correo, el 5 de marzo de 2007:

“Lo que no tiene duda es que el reloj de sol estuvo pintado, porque en el siguiente punto se escribe: “Item al dicho dorador por un trabajo de colores en la fábrica del quadrante treinta y dos reales”. El dorador citado es Manuel Rico, vecino de Vitoria...”

O LLÁVARRE. Zona X

Parroquia de San Esteban. Cuadrado. Vertical a mediodía (1785).

Grabado en una placa de arenisca, empotrado en el costado sur de la torre en el centro del muro, a unos cuatro metros de altura, bajo la segunda saetera. Aunque al empotrarlo se eligió como apoyo un mampuesto alargado bajo la saetera, se encuentra ligeramente desequilibrado hacia la derecha.



Las líneas horarias parten del orificio del estilo y terminan en el cuadrado que delimita la banda donde se escriben las horas. Éstas van grabadas en romanos de VI de la mañana a VI de la tarde; las V y las VI de la tarde se leen desde dentro. Restaurado hace unos años: números de las horas repasados en negro, varilla repuesta ligeramente doblada y cemento en los bordes.

Dos líneas horarias situadas por encima de la horizontal determinan con el borde superior un triángulo que hace de marco a la inscripción de la fecha: año de 1785. Tiene la esquina inferior derecha rota.

El reloj empotrado en la torre medieval.



Ollávarre. Reloj cuadrado. VM. Año de 1785.

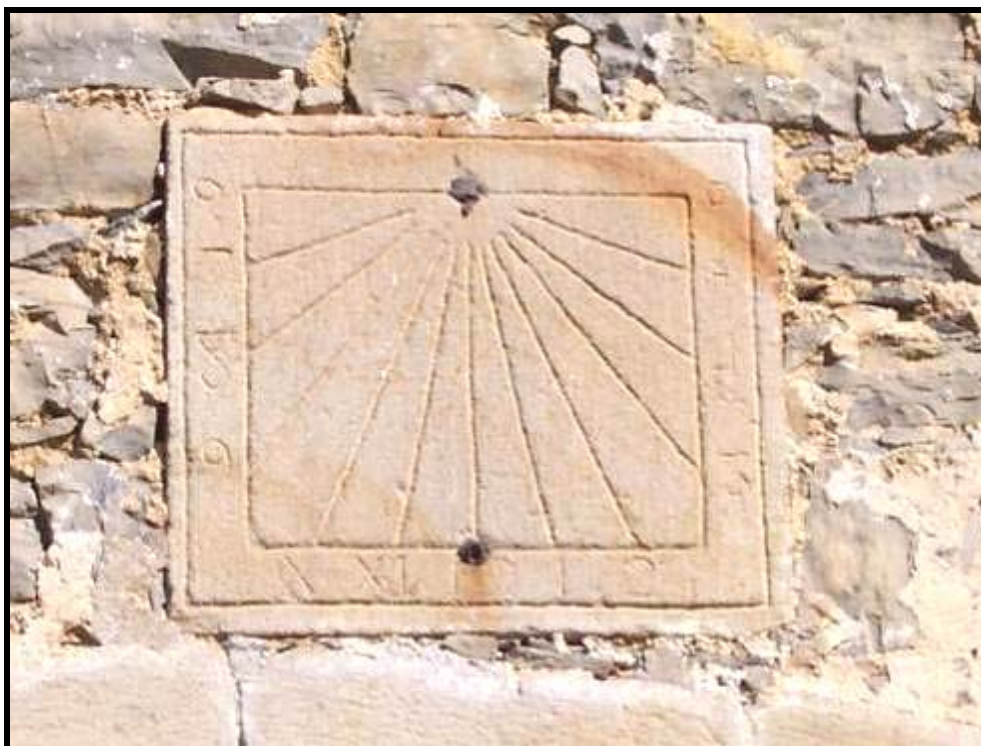
ONDÁTEGUI. Zona VII. (ONDATEGI)

Parroquia de San Lorenzo. Rectangular horizontal. VM. (ca. 1800).



El alero da sombra al reloj a mediodía.

La bóveda del pórtico se construyó en 1805; el pórtico es anterior, en 1795 se enlosaba su pavimento. En 1804 estaban ya levantados los tres primeros cuerpos de la torre. Por estas mismas fechas, o en fecha anterior cercana, se colocó el reloj de sol sobre la clave del arco de medio punto del pórtico, empotrado en la mampostería del muro.



Reloj rectangular. VM. Las XI y las XII en números romanos.

La traza, vertical a mediodía, va inscrita en la correspondiente banda rectangular reservada para escribir las horas. Los números árabigos y romanos aparecen mezclados en las horas, escritas de 6 de la mañana a 6 de la tarde en números árabigos; excepto las X y las XI, escritas en romanos. Le falta la varilla que estuvo sujeta con plomo a dos orificios, el de apoyo perforado en el extremo de la línea horaria del mediodía.

OZAETA. Zona V *

Parroquia de San Juan Bautista.

Rectangular horizontal. Reloj desaparecido entre los dos arcos del pórtico.

Hasta no hace mucho el pórtico había permanecido lucido y encalado. Las mamposterías se raseaban con mortero o argamasa para proteger las piedras y sus juntas; para que agarrara bien la masa se apiconaban los muros.

Es la suerte que corrió el sillar rectangular empotrado entre los dos arcos del pórtico de la iglesia de Ozaeta. Al sacar recientemente las juntas lo han tapado en parte con cemento, dejando sólo a la vista una línea en su parte inferior que podría ser lo único que queda de la traza de un reloj.

PEÑACERRADA. Zona II. (URIZAHARRA)

Iglesia de la Asunción. Dos relojes

Cuadrado grabado y pintado. Vertical declinante a poniente.

Cuadrado grabado y pintado. Vertical declinante a poniente (1785).

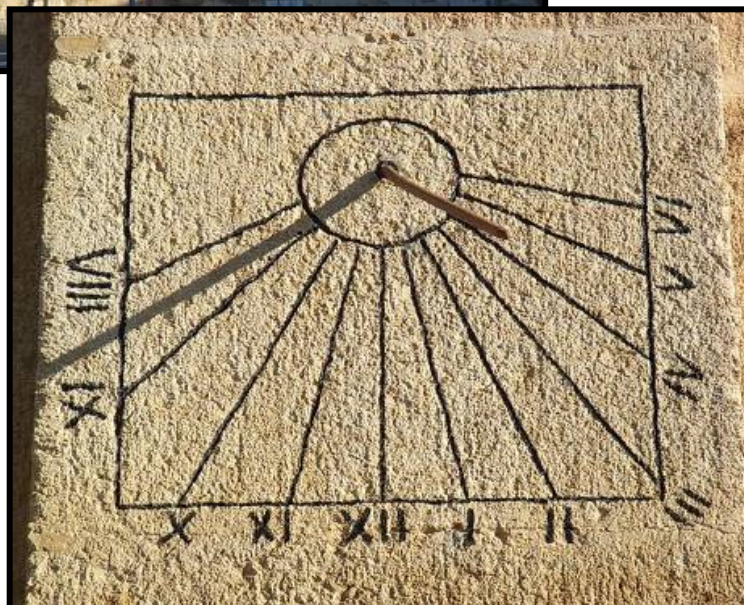


Parroquia de la Asunción de Nuestra Señora. Fachada sur.

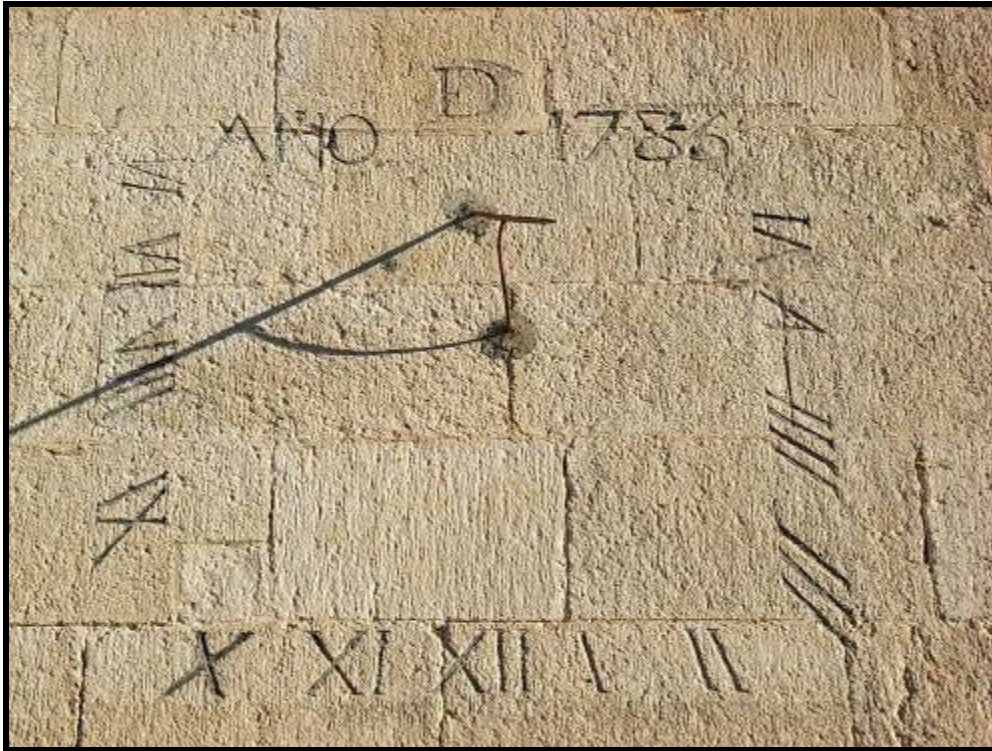
Reloj 1. Cuadrado grabado y pintado. VDP. Restaurado recientemente.

Reloj 1. Cuadrante cuadrado de media vara de lado, grabado y pintado a poca altura en el pilar central del pórtico. Vertical declinante a poniente unos 12 grados. El año pasado le colocaron la varilla y le pintaron las líneas horarias de negro. La varilla está desviada por lo que marca media hora más que el reloj nº 2 que tiene la misma traza.

Las líneas horarias van desde el agujero del estilo



hasta los lados del rectángulo. Las horas corren por el exterior, de VIII de la mañana a VI de la tarde, en números romanos escritos correctamente.



Reloj 2. Cuadrado grabado y pintado. VDP. Año 1785.

Reloj 2. Cuadrado de vara y media de lado, grabado en el muro sur de la segunda capilla lateral y de igual traza que el anterior. Fechado en el año 1785. Declina a poniente unos 12°. Las líneas horarias casi han desaparecido porque se trazaron muy finas; las de la tarde todavía son perceptibles a simple vista

Horas en cifras romanas de VI a VI, correctamente escritas leídas desde el exterior. Conserva la varilla. Aunque es mucho suponer, quizás se trazara este reloj porque el otro no se veía desde la casa cural que queda enfrente.

Estuvo pintado de negro. Los números de las horas y la banda exterior todavía conservan restos de color; la pintura de las líneas horarias ha desaparecido. Varilla repuesta de dos apoyos, de dos tramos soldados y terminada en punta. Pegotes de cemento en sus dos orificios afean el reloj. Está doblada.

QUINTANILLA DE VALDEGOVÍA zona X

Parroquia de San Julián y Santa Basilisa. Rectangular horizontal. Vertical a mediodía orientado, mal calculado (1801).

La torre de la iglesia de Quintanilla se edificó en el año 1801, reinando Carlos IV, según reza la inscripción de la ventana que se abre al costado de levante a la altura del reloj.

Cuadrantes de reloj mecánico como el que vemos en la fotografía, construido en una placa de piedra, con numeración romana y de una sola manecilla, suelen ser confundidos por las gentes de los pueblos con relojes solares.



Los dos cuadrantes: el solar y el del reloj mecánico.



El hecho de estar grabado en un sillar orientado, girado para compensar la declinación a poniente de la pared, empotrado en la esquina SE de la torre y apoyado deliberadamente sobre un estrecho y alargado esquinual, permite datarlo en 1801, fecha de erección de la torre.

Está mal calculado: los ángulos horarios son aproximadamente iguales. Las horas van escritas en números romanos en la franja exterior del rectángulo de la siguiente manera:

Las IX, IIX, VII y VI se leen desde el interior del reloj y hacia la derecha. Las VIII, escritas IIX, no cumplen las reglas de numeración romana. Esta grafía se repite en el cuadrante del cercano pueblo de Basabe.

Las 11 están escritas en números arábigos. Las VI y las V de la tarde se leen desde el interior del reloj y hacia la derecha.

Tuvo varilla triangular (en escuadra) de perfil plano de la que sólo ha llegado hasta hoy el lado que va unido a los dos orificios de apoyo.

Líneas horarias, rectángulo grabado y números de las horas conservan restos de pintura negra.

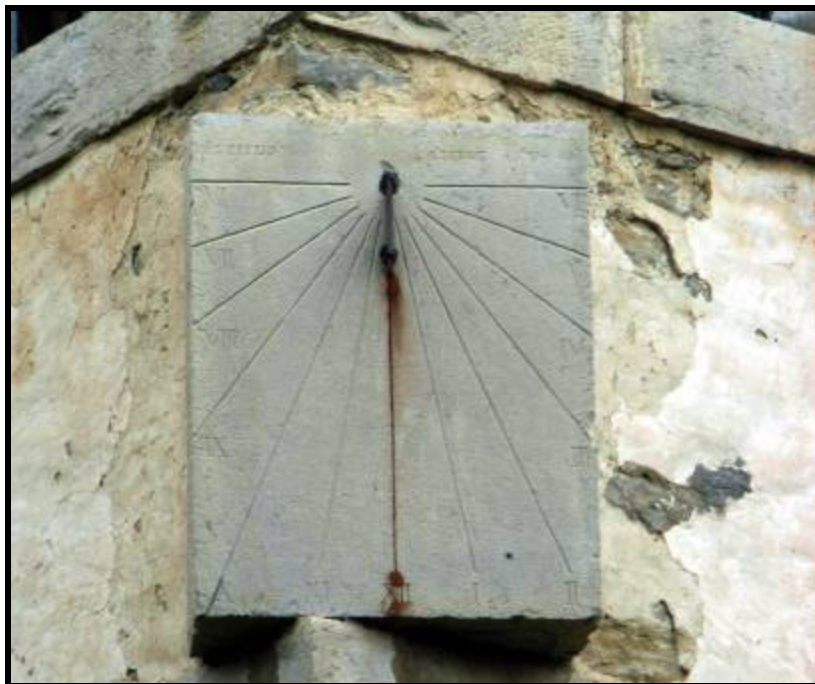
RESPALDIZA. Zona X. (ARESPALDITZA)

Palacio del marqués de Acha.

Rectangular vertical. Vertical a mediodía orientado (1823).



Respaldiza. Casa palacio del marqués de Acha.



Vertical a mediodía orientado. Año 1823. 43° 04' 40''

El palacio se edificó en 1639 según la inscripción del frontón de la portada.

En la misma portada, bajo la piedra armera, se lee que los propietarios lo rehicieron en 1823. En la esquina SE de la tercera planta se encuentra el reloj. Al carecer de la habitual banda horaria, las líneas llegan hasta el mismo borde del sillar. Horas en romanos de VI de la mañana a VI de la tarde. En la parte superior lleva escritas la altitud (no se lee) y la latitud del lugar. Original y artística varilla con el apoyo recortado en chapa.

Parroquia de Nuestra Señora de la Asunción.

Rectangular horizontal. Vertical a mediodía orientado (1773).



Situado en la esquina SE de la iglesia, en la sacristía.



Rectangular horizontal. Vertical a mediodía orientado.

En 1773 se ampliaba la sacristía, se erigía la cúpula actual y se enlosaba. En la misma fecha se colocó en la esquina SE un sillar rectangular de caliza orientado al sur para grabar el reloj. Las líneas horarias parten directamente del orificio del estilo. Horas en números arábigos de 6 de la mañana a 6 de la tarde. Líneas de medias horas. Varilla emplomada de perfil circular de dos apoyos, ligeramente doblada hacia arriba.

Los dos cuadrantes de Respaldiza han sido localizados por Julen Egia.

RIVAGUDA. Zona IX

Parroquia de N^a S^a de la Asunción. Rectangular horizontal. Vertical a mediodía (1798).

El extremo derecho de la imposta que corre a lo largo del pórtico y del primer cuerpo de la torre, sirve de apoyo horizontal al sillar rectangular donde está trazado el reloj.



El reloj de Rivaguda. VM. Año de 1798.

Las líneas horarias parten del pequeño semicírculo que rodea el orificio de la varilla y terminan en el rectángulo que delimita el reloj. Tiene líneas de medias horas más cortas que las horarias, excepto las correspondientes a las seis y media de la mañana y a las cinco y media de la tarde. En la parte superior lleva grabada la fecha: año de 1798.

Varilla recién puesta, perfil en “T” y de un solo apoyo. Todavía conserva en el orificio de apoyo el emplomado de la varilla original, que era de dos apoyos y tenía perfil plano.

SALINILLAS DE BURADÓN. Zona II. (GATZAGA BURADON)

Palacio de los condes de Oñate.
Rectangular horizontal. Vertical a mediodía.

El palacio, edificado a principios del siglo XVII, se ubica entre la iglesia y la plaza Mayor. En el centro de la segunda planta del costado sur, en un sillar empotrado se encuentra el reloj. En el año 1960, sufrió una aparatosa intervención que lo dotó de un gran marco a su alrededor y de un frontón encima, donde va la fecha en grandes números romanos (MCMLX) y también unas letras (C. LH), iniciales de Casimiro Las Heras, responsable de la restauración.



Fachada sur del palacio de los condes de Oñate.



Reloj rectangular horizontal. VM. Siglo XVIII. Podría ser de obra.

El cuadrante, vertical a mediodía y de muy buena factura, está grabado en una placa y muestra todas las características del modelo rectangular del XVIII. Cifras escritas paralelamente a las líneas horarias, en números romanos en la habitual banda exterior, de VI de la mañana a VI de la tarde. Varilla descentrada y mal orientada; la original era de doble apoyo.

URIBARRI. Zona VIII. (Aramaio)

Casa parroquial.

Cuadrado. Vertical declinante a levante. Trasladado de su primitivo emplazamiento.

La obra de la casa cural de Uribarri, acaso una reforma o reconstrucción con piedra de sillería en su fachada, está documentada en 1677. La planta de la casa tal como la conocemos hoy figura en el plano dibujado por el arquitecto Juan Ignacio de Urquiza en 1774, reproducido en la página 728 del tomo VIII del CMDV.

En la planta baja de la fachada se abren dos ventanas enrejadas, una a cada lado de la puerta. Sobre la ventana izquierda se observa un pequeño hueco cuadrado rebajado de 30 cm de lado, en el lugar donde se encontraba el reloj hasta hace cuatro o cinco años.



Casa cural. Hueco del reloj en su anterior emplazamiento.



Empotrado en la fachada del caserío Uribarri-Gainekoa.

El propietario de la casa, temiendo su desaparición, lo trasladó a la fachada de su caserío, conocido en el valle con el nombre de Uribarri-Gainekoa. La pared de la casa cural declina a levante. El la traza corregía la declinación de la pared. Actualmente está mal orientado porque la fachada del caserío mira al mediodía. El reloj, vertical declinante a levante (9°), está grabado en una placa cuadrada de piedra negra con vetas, de unos 30 cm de lado. Las horas van escritas en números arábigos en la banda exterior, de 7 de la mañana a 4 de la tarde. Es el único ejemplar del inventario con líneas para los cuartos.

UN RELOJ ANALEMÁTICO PREMIADO

Por Joan Serra Busquets

Fue en el mes de Julio de 2004 cuando me llegó un correo electrónico de Juan Gómez, profesor de Filosofía que impartía la asignatura de Ciencia, Técnica y Sociedad en un instituto de secundaria en una pedanía de Jerez de la Frontera llamada **La Barca de la Florida**.

En el correo me pedía consejo e información sobre algún reloj de sol que pudieran realizar los alumnos en el patio del colegio y, después de varios intercambios epistolares se decidió que lo más adecuado sería un reloj analemático por las ventajas frente a otros tipos y por la relativa facilidad de construcción.

El patio en cuestión está perfectamente despejado por el sur, sin embargo tanto al Este como al Oeste tiene edificaciones que a primeras y sobre todo a últimas horas del día proyectarían su sombra sobre el reloj.



No obstante lo anterior y dado que el reloj de sol formaba parte de un proyecto más amplio denominado “El patio como recurso pedagógico” en el que se tenía proyectado incluir otros elementos didácticos se dio por buena la ubicación, teniendo en cuenta que prácticamente toda la mañana el lugar estaría asoleado.

Con estas premisas se calculó por coordenadas un reloj para una altura mínima del observador de 180,41 cm. lo que dio por resultado una elipse cuyo semieje mayor era de 170 cm. y el semieje menor de 101,48 cm.

Se hizo también un modelo a escala tamaño CD para que cada alumno pudiera tener uno y comprender el diseño y el funcionamiento antes de ponerse manos a la obra con el reloj real y se instruyó convenientemente al profesor de cómo hallar la meridiana y construir el reloj sobre ella.



Foto parcial del patio

Como ocurre con frecuencia, el proyecto durmió en un cajón durante un curso entero y más, hasta que en enero de 2007 se empezó su construcción.



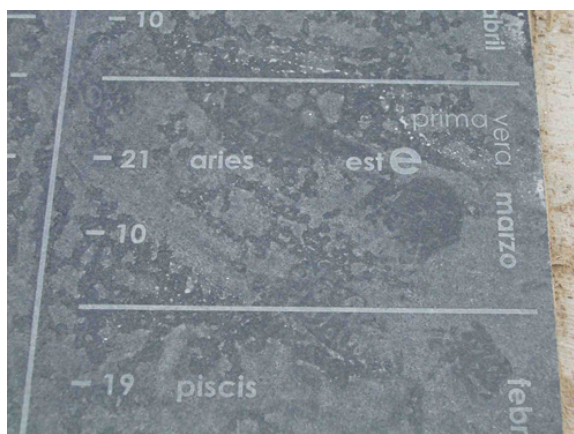
Realización del proyecto en el que se involucraron alumnas y alumnos.



Reloj ya terminado con su atril con las explicaciones para leer la hora.



Además del reloj puede apreciarse a la izquierda un tablero de ajedrez.



Detalle de la línea de fechas grabada sobre mármol

En definitiva podría considerarse otro reloj analemático sin más importancia, aunque hay que apreciar la muy buena realización del trabajo hecho por alumnos jóvenes sin experiencia en el tema de la construcción. Pero al margen de lo anterior, lo que hace este reloj un poco especial es el hecho de que la **Dirección General de Innovación Educativa de la Junta de Andalucía** les ha concedido el Primer Premio «Antonio Domínguez Ortiz», dedicado a investigaciones, experiencias y materiales dirigidos a la innovación y mejora de la práctica educativa.

La resolución de 3 de Diciembre de 2008 dice:

*Conceder un Primer Premio dotado con 6.000 euros al trabajo titulado «El patio como recurso pedagógico», por favorecer la innovación y la mejora de las prácticas educativas en un Instituto de Educación Secundaria, a través de un trabajo de innovación educativa que pretende incorporar el patio de recreo al proceso de enseñanza aprendizaje convirtiéndolo en un aula más. En el IES Vega del Guadalete, de La Barca de la Florida (Cádiz), han entendido que los espacios escolares son agentes educativos y como tales son portadores de valores, inculcadores de comportamientos, escenarios de aprendizaje. Basándose en estos principios han decidido hacer del patio de recreo algo más que un espacio para deambular o jugar al fútbol. En este Instituto el patio se transforma en diferentes espacios didácticos, además de convertirlo en un espacio estético y lúdico, en el que profesorado y alumnado pueden continuar el proceso de aprendizaje empezado en el aula, mediante actividades que les proporciona el espacio pitagórico, el rincón de la física, las columnas de números y letras, **el lugar del tiempo**, el espacio escénico clásico, la avenida de las culturas o el bosque mediterráneo. Esta modificación didáctico-arquitectónica supone cambios en la práctica docente y en la concepción del principio de enseñanza aprendizaje al distribuir los aspectos de la realidad curricular que se imparten en el centro, en lugares didácticos multidisciplinares e interdisciplinares dotados de un material didáctico versátil, estético y lúdico, ofreciendo una oportunidad inmejorable para la innovación y la mejora. Su autoría corresponde a Rosario Coca, Matías Palazón, Miguel Ángel Barrenes, Fátima Doña, Carlos García, Juan Manuel Martínez, **Juan Gómez**, María Isabel González, profesores del IES Vega del Guadalete, de La Barca de la Florida (Cádiz), y María del Carmen Ramos, profesora del IES Isla de León, de San Fernando (Cádiz).*

No puedo por menos de sentirme orgulloso de haber colaborado con mi pequeño grano de arena a que este proyecto se haya convertido en realidad y haya sido reconocido y premiado por la Dirección General de Innovación Educativa.

Poco a poco vamos viendo como los IES y colegios van incorporando el reloj de sol en sus patios, no sólo como elemento decorativo sino como elemento didáctico en las asignaturas de tecnología, matemáticas y astronomía y que, con frecuencia, suele ser un proyecto que dura todo el curso en el que se implican profesores y alumnos. Parece ser que la construcción de un reloj de sol en estos centros no se limita a la aplicación de una fórmula sin más, sino que se hacen numerosas observaciones a lo largo del curso para constatar los cambios de la sombra según las distintas horas del día y los distintos días del año lo que sin duda ayuda a la comprensión de la teoría gnomónica. Por otra parte, el hecho de que las observaciones reales coincidan con las calculadas teóricamente en la pizarra convierten el proyecto en algo real y tangible que estimula a los alumnos.

Precisamente hoy, sábado día 30 de Mayo acabo de recibir la noticia de oro reloj instalado en otro Instituto:

<http://www.nortecastilla.es/20090530/palencia/alumnos-instituto-condes-saldana-20090530.html>

EL TUNEL DEL SOL EN VALDEARGORFA (TERUEL)

Por Rogelio Meléndez Tercero

Justificación matemática de un curioso fenómeno.

1.-INTRODUCCION

Fue en los primeros meses del año en curso, cuando tuve noticia sobre el curioso fenómeno del que pretendo hablar. Desde el primer momento sentí gran interés por analizar el tema. Hay varios motivos, entre otros uno muy personal. Mi actividad profesional ha estado estréchamente vinculada a la minería del carbón (topografía y geología) y en una de las minas donde trabajé tenía lugar un fenómeno muy similar al que ocurre en Valdeargorfa. El caso de la mina lo estudié muy bien (mientras fue posible pues hace años que se cerraron sus instalaciones) y lo mismo espero hacer, en este caso digamos “hermano”. Debo señalar que los datos sobre el emplazamiento del túnel de Valdeargorfa los he conseguido a través de las imágenes y planos del SIGPAC. Es evidente que estos datos se pueden afinar y ajustar más. No obstante el grado de precisión que he logrado, creo que puede ser suficiente para este análisis, máxime si tenemos en cuenta que en todo caso la digamos “mecánica” del cálculo será la misma. Es mi deseo que este artículo sirva para que otros estudiosos lo analicen y corrijan (siempre hay algo que corregir) lo que estimen oportuno.



2.-LOS DATOS SOBRE EL TUNEL

Según los datos que yo conozco, el túnel en cuestión tiene su extremo **oriental** en el punto de coordenadas $X= 752.283/Y=4.542.647$ y a cota (absoluta), 518 .y su extremo occidental en $X= 750.150/Y=4.542.480$ y a cota 480. Todo ello expresado en metros y en el huso 30. Con estos datos

podemos obtener la longitud del túnel, que son **2139,5** m. en planta y prácticamente lo mismo 2139,83 m en distancia inclinada. Asimismo estos datos nos indican que su eje tiene una pendiente de $1,0175^\circ$ y una orientación de $85,523^\circ$ respecto al Norte de la cuadrícula UTM del huso 30. Es evidente que el Sol solamente podrá atravesar el túnel en un instante muy próximo al orto. Además es obvio que debe ser una fecha muy próxima al equinoccio (dirección próxima a la alineación Este-Oeste). Pero hay que afinar y precisar más. Para ello transformaremos las coordenadas UTM en geográficas y hallaremos el valor correspondiente de la convergencia. Hay muchos modos de hacerlo. En la actualidad y desde hace ya algunos años es muy corriente el empleo de programas informatizados, que resultan de gran comodidad y precisión. Yo utilicé uno de estos, elaborado ya en el año 2.001, por Agustín Martín Guerra, Ingeniero Técnico de Minas en la comarca de El Bierzo y que se ha utilizado en varias explotaciones mineras de la zona. Los datos que he obtenidos son estos:

Extremo **oriental** (el que lógicamente interesa en este caso): $40^\circ 59' 43,046''$ N // $- 0^\circ 0' 2,88''$ O es decir el extremo oriental del túnel se halla $2,88''$ al Oeste del meridiano de Greenwich lo que equivale a 67 m. Este dato se puede confirmar en el SIGPAC.

La convergencia es de $1^\circ 58' 6,61''$ (es decir $1,9685^\circ$) en el extremo en cuestión y por tanto teniendo en cuenta la posición del norte geográfico y del norte UTM (huso 30) en el extremo del túnel aludido resulta que el acimut del eje del túnel es de $85,523^\circ + 1,9685^\circ = 87,4915^\circ$. Para el cálculo de la convergencia utilicé asimismo el precitado programa de cálculo.

Por otra parte es preciso tener en cuenta y muy especialmente en este caso la influencia de la **refracción**, que tendrá como efecto “elevar” sobre el horizonte al Sol. Si hacemos los cálculos oportunos (o consultamos las tablas correspondientes); resulta que a una altura observada de $1,0175^\circ$ le corresponde una valor de la refracción de $0,3958^\circ$, es decir un punto del disco solar que vemos a $1,0175^\circ$ está en realidad a sólo $(1,0175^\circ - 0,3958^\circ)$ es decir $0,6217^\circ$. Ciertamente con alturas tan bajas el valor de la refracción puede experimentar variaciones que, en ciertas observaciones astronómicas pueden ser de importancia. Yo espero sin embargo que no sea este el caso.

Tenemos pues ya que el acimut del **eje** del túnel es de **$87,4915^\circ$** y que la altura del Sol con la que hemos de operar son **$0,6217^\circ$** . Si se quiere hacer un cálculo más ajustado quizá habría que tener en cuenta (máxime en este caso pues es evidente que estamos hablando de alturas del Sol muy bajas) otro fenómeno: el paralaje. No obstante y dado que este en ninguna época del año supera los $9''$ y que por ello es muy pequeño frente al diámetro del disco solar que oscila entre $1890''$ y $1954''$, no lo tendremos en cuenta.

Estamos pues ya en condiciones de comenzar los cálculos planteando un problema clásico de **astronomía de posición**. Aunque puede haber más de un modo de abordarlo, o mejor si se prefiere más de una fórmula que se puede utilizar yo emplearé las dos que ya utilicé (con éxito comprobado) en el caso de la mina MILE. Son formulas de uso corriente en trigonometría esférica. No viene al caso explicar en detalle este tipo de problemás y lo único que entiendo merece la pena señalar es la conveniencia de hacer croquis de la situación, con el fin de no cometer errores.

Debido a la escasez de datos de que dispongo, doy por hecho que el horizonte visible desde el extremo oriental del túnel se halla a **exactamente 0°** . Este dato sería muy importante si pretendiésemos calcular por ejemplo el arco que queda por debajo del Sol cuando tiene lugar el fenómeno. Es evidente que en Valdealgorfa el horizonte hacia el Naciente debe estar a muy baja altura, algo que no ocurre en zonas montañosas como por ejemplo en El Bierzo donde yo resido.

3.-LA CLAVE MATEMÁTICA

Hay dos parámetros básicos DECLINACION y ANGULO HORARIO del Sol que es preciso determinar para saber en que fecha(s) y hora(s); sus rayos se alinearán con el eje del túnel y por tanto podrán atravesarlo.

La DECLINACIÓN solar (δ) nos sirve para determinar la fecha. Puede hallarse mediante la siguiente fórmula:

$$\sin \delta = (\cos A \times \cos \varphi \times \cos h) + (\sin \varphi \times \sin h) \quad (F-1)$$

φ = Latitud geográfica

A= Acimut del eje del túnel

h= Pendiente del túnel

El ANGULAR HORARIO , (H) sirve para conocer la hora . Viene dado por la fórmula siguiente :

$$\cos H = (\sin h - (\sin \delta \times \sin \varphi)) / (\cos \delta \times \cos \varphi) \quad (F-2)$$

δ = Declinación

φ = Latitud geográfica

h = Pendiente

En la fórmula primera (F-1) nos proporciona el valor de la declinación solar δ que podemos obtener como es evidente, ya que el resto de los valores los conocemos. Una vez obtenida la declinación podemos obtener en la fórmula (F-2) el valor del ángulo horario.

Estas fórmulas en la actualidad se manejan con rapidez y comodidad si se introducen en hojas de cálculo de uso corriente, como es bien sabido.

4. -BUSCANDO LA FECHA

PRIMEROS RESULTADOS

La fórmula F-1 nos da como resultado un valor de la declinación de **2,3625°** (2° 21' 45"). Es evidente pues que ha de ser en las proximidades del equinoccio cuando debe acaecer el fenómeno. Un poco ANTES del equinoccio de otoño y un poco DESPUES del de primavera. Para ello basta con considerar como fluctúa a lo largo del año la declinación.

Las fluctuaciones de la declinación y otros parámetros análogos en función del tiempo, son muy similares años tras año, pero **no exactamente** iguales. Aunque después volveré sobre este punto, opino en base a otros estudios que he realizado, que el año más representativo o si se quiere más "normal" dentro de un ciclo de 4 es el 3° si consideramos como 1° un año bisiesto. Es decir el año 1994, el 1998, el 2006, el 2010,... serían años más representativos. De todos estos el más cercano a nosotros de cuyos datos dispongo es el año 2006. Tomare pues este año como referencia. Según datos del Observatorio Astronómico de Madrid (en adelante lo denominaré con las siglas O.A.N con las que también es conocido), el valor de la declinación señalado, se alcanzó en el año 2006, el día 26 de marzo entre las 18 y 19 horas en tiempo universal (TU). Tal valor de la declinación también se alcanzó el 16 de septiembre prácticamente a las 22 h.(TU).

*Para no "liar mucho la madeja" y salvo indicación contraria hablaré siempre de horas en **tiempo universal (TU)**. Su equivalencia con el horario oficial (verano/invierno) es sobradamente conocida; así como las fechas de cambio de hora. Este último detalle es muy importante en este caso porque el cambio que se efectúa en marzo puede coincidir en la fecha con uno de los días en que tiene lugar el fenómeno que estamos analizando.*

Podría haber sido mucho más preciso en las horas señaladas; pero no lo hago por lo que a continuación explico. Se da la circunstancia de que ninguna de las dos horas citadas (marzo y septiembre) coinciden cerca de la salida del Sol, si no todo lo contrario, por lo que parece haber una contradicción. No hay tal contradicción ya que debido a que el túnel tiene una cierta **holgura**, lo que ocurre es que en vez de considerar un **valor concreto** del azimut y otro de la altura hemos de considerar un INTERVALO de valores en ambas magnitudes. Ello supone que en vez de hablar de un **instante** hay que hablar de un INTERVALO de tiempo, durante el cual los diversos valores que alcance la declinación se mantendrán **dentro de unos márgenes** tales que hagan posible el tránsito de los rayos solares cruzando el túnel, **siempre que se den además otras circunstancias** que luego veremos.

En efecto si admitimos que el túnel tiene unas dimensiones como las de la figura 1, (es decir 4 metros de ancho en la base y 4 metros de alto en su centro) y aún suponiendo que el Sol fuese un punto de luz resulta que existen unos intervalos en acimut y en altura en los cuales los rayos solares pueden cruzar el túnel. Es evidente que aunque la trayectoria de los rayos solares no sea exactamente paralela al eje del túnel, el fenómeno puede tener lugar. Teniendo en cuenta la latitud de Valdealgofa y que nos hallamos prácticamente en el equinoccio, el Sol se desplazaría "por detrás" de la boca oriental del túnel siguiendo trayectorias que podemos considerar (dadas las fechas y horas) ligeramente superiores a la línea A-B, es decir "sube" con unos 49°. Como no conozco en detalle las medidas de la sección de ese túnel, supondré que son como las de la fig 1. es decir que a una altura de 3,35 m. las paredes dejan de ser verticales y comienza la bóveda del túnel. De este modo el intervalo (holgura) que tenemos en azimut es de, $2 \times \text{arc tang.}(4/2139) = 0,214^\circ$. En altura (considerando sólo hasta 3,35 m); el intervalo será de $2 \times \text{arc.tang} (3,35/2139) = 0,179^\circ$. Esto quiere decir que el intervalo de valores del azimut adecuados para que se

produzca el fenómeno será de $87,4915^\circ - (\text{arc. tang } (4/2139))$ a $87,4915^\circ + (\text{arc. tang } (4/2139))$; es decir de $87,3845^\circ$ a $87,5985^\circ$. Siguiendo un razonamiento similar deducimos los intervalos en altura que serán la del eje $\pm$ la “holgura” en altura es decir el intervalo será de $0,5322^\circ$ a $0,7112^\circ$. Siempre que los valores correspondientes a la posición del Sol; se mantengan dentro de esos intervalos, tanto en azimut como en altura los rayos del mismo pueden atravesar el túnel. En realidad estamos hablando de unos intervalos menores de los reales. Lo dicho sólo sería rigurosamente válido si el túnel tuviese una sección rectangular de 4 m. de base y 3,35 de altura. No es así porque la bóveda (ver fig 1) supera los 3,35 m así pues el intervalo en altura aún puede ser ligeramente mayor. Todo sea por “asegurar el tiro”.

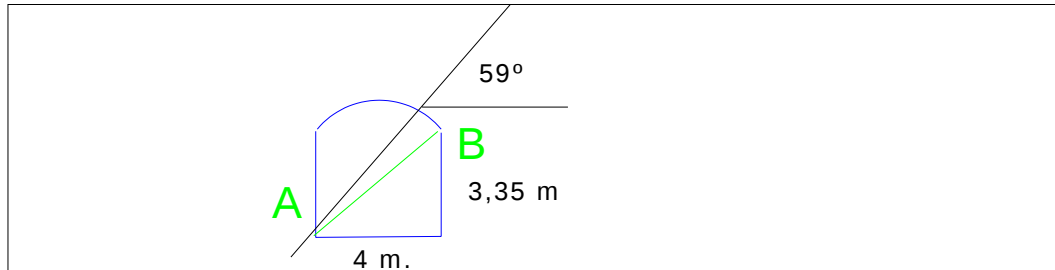


Fig .-1 Sección del túnel adoptada a efectos del cálculo.

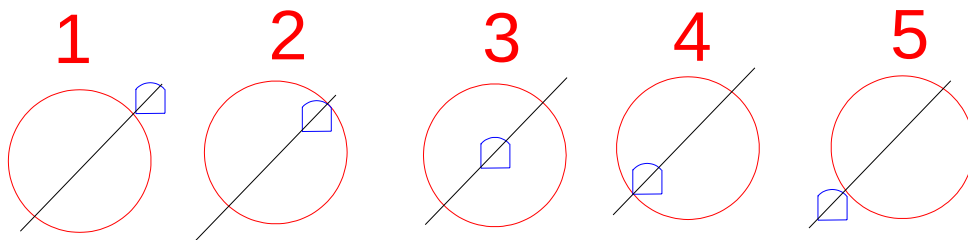


Fig .-2 Movimientos y tamaños relativos del túnel y del disco solar.

Si en la fórmula F-1 introducimos infinitos valores del acimut y los combinamos con infinitos valores de la altura; pero siempre dentro de los intervalos señalados; constataremos que los valores que obtenemos para la declinación oscilarán entre los $2,21419^\circ$ ($2^\circ 12' 51''$) y los $2,51082^\circ$ ($2^\circ 30' 39''$). Siempre que la declinación se mantenga dentro de estos valores indicados la altura y el acimut del Sol serán tales que permitan el paso de los rayos solares a través del túnel. Esto sería así aún cuando el Sol fuese un foco de luz rigurosamente puntual. Luego veremos como el hecho de que sea un disco facilita aún más las cosas.

En el año 2006 la declinación alcanzó el valor de $2^\circ 12' 51''$ (haciendo una interpolación lineal entre las 0 y las 24 h. TU a las 9h 16m 36s, del 26 de marzo y la declinación de $2^\circ 30' 39''$ se alcanzó a l día siguiente a las 3 h, 25 m. y algunos segundos. Luego **en base a estos datos** habría que concluir que en ese año y en tal fecha el fenómeno no podría haber tenido lugar, ya que el período favorable de la declinación no coincidió (por muy poco eso sí) con el momento del orto en ninguno de los dos días, en el 26 empezó demasiado tarde y en el 27 finalizó demasiado pronto.

No obstante también en septiembre se dio una situación similar. Si hacemos los cálculos oportunos y del mismo modo resulta que en la ocasión de septiembre el intervalo favorable de la declinación se mantuvo desde las 16h 45 m 37s (TU), del día 16 de septiembre hasta las 11 h. 11 m y algunos segundos en TU. del día siguiente Es decir en esta fecha el fenómeno se habría producido en el amanecer del día 17.

*Tras lo expuesto resulta evidente que para que **todos los años sin excepción** alguna los valores de la declinación sean los adecuados para que se produzca el fenómeno; es necesario que el intervalo (intervalos más bien porque son uno en marzo y otro en septiembre); con declinación favorable se mantenga durante **más de 24 horas**.*

Considerando el Sol como un foco de luz puntual (y la sección del túnel descrita), ello no parece ser es así. Se podría continuar analizando más esta cuestión pero no lo haré porque es pérdida de tiempo, ya que el Sol no es un punto si no un **disco de luz** y de un tamaño que –en este caso- es considerable, en

realidad mayor que el túnel visto desde el extremo occidental. Por ello continuamos el estudio del caso pero con un Sol real.

5.-LA IMPORTANCIA DEL TAMAÑO DEL SOL

El Sol visto desde La Tierra; tiene un diámetro que oscila entre $31'30''$ y $32'34''$. En las fechas que nos interesa (en torno al 17 de septiembre y al 26 de marzo) podemos admitir que su diámetro es de $32'$ (aunque se puede precisar y ajustar más este dato entiendo que es ya “rizar el rizo”) es decir $0,5333^\circ$. Si observamos una vez más la figura 1 veremos que la distancia A-B es 5,21 m., lo que supone que desde el **extremo occidental** del túnel se verá bajo un arco de $0,14^\circ$, es decir $8,4'$. Dentro del disco solar caben 3,81 veces la distancia A-B o si se quiere el túnel.. La base del túnel se verá bajo un arco de $0,107^\circ$ y la altura (3,35 m) de $0,08^\circ$. Cuando el Sol pasa por una ventana amplia podemos despreciar el tamaño del disco solar a muchos efectos; pero en este caso evidentemente no.

La fig 2 refleja lo que ocurre **si el centro del disco solar pasa por el centro del túnel**. En el instante 1 el disco solar comienza a asomar por la parte inferior izquierda del túnel (visto desde el extremo oeste). En el instante 2, todo el túnel está ocupado por el disco solar y tal “ocupación total”; se mantiene hasta el instante 4. Antes (instante 3) ha de llegar un momento en el que los centros del disco solar y del túnel lleguen “prácticamente” a coincidir. Por fin en el instante 5 el borde del disco solar abandona el túnel por la parte superior derecha. Ya he señalado cual es la pendiente que seguirá la trayectoria del Sol y será la reflejada en las figs 1 y 2. No viene al caso explicar el porqué, ya que ello supondría extendernos mucho; pero creo que muchos aficionados a estos temas lo entenderán con facilidad. Basta considerar cual es la latitud de Valdeargorfa ($40,99^\circ$) y las fechas y horas en las que tiene lugar el fenómeno.

Dicho esto conviene aclarar que año tras año en las fechas citadas (e incluso uno ó dos días antes y después de estas) la trayectoria del Sol al pasar “por detrás de la boca oriental del túnel” podemos considerarla “casi” paralela a la alineación A-B; pero no necesariamente coincidente. Es decir el centro del disco solar seguirá una trayectoria que en general será solamente **paralela** a una línea ascendente con 51° , pero nada más.

Esta circunstancia unida al hecho de que el disco solar es mucho mayor que el túnel como hemos señalado, es de gran importancia. En efecto en la figura 3 vemos en el centro el hueco correspondiente a un rectángulo de $4 \times 3,35$ m. visto a 2139 m. y una serie de posiciones del disco solar, que tienen en común situarse de modo que tapen el rectángulo y que además se hallan en posición límite. Podríamos haber pintado infinitas posiciones más del disco solar pero sería complicar el gráfico hasta extremos absurdos. ¿Qué ocurriría si en vez de pintar todo el disco solar pintamos sólo las infinitas posiciones del **centro** del mismo en esas situaciones descritas? Pues que tendríamos una circunferencia ligeramente inferior a la que envuelva al disco solar (tiene sólo $0,43^\circ$), y que se dibuja tanto en la figura 3 como en la 4. Siempre que el **centro del disco solar** se halle dentro del círculo delimitado por esa circunferencia; ocurrirá que **toda la sección del rectángulo** estará ocupada por el Sol o si se quiere se verá proyectada teniendo como fondo la superficie del disco solar.

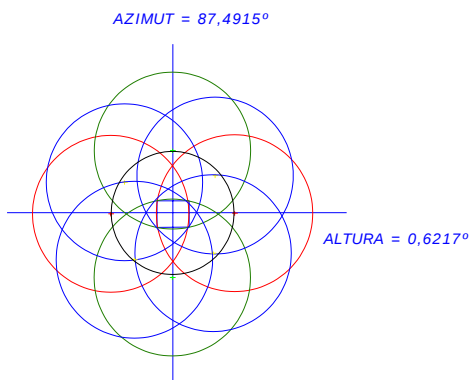


Fig.3 Posiciones diversas del disco solar "cubriendo" el tunel.

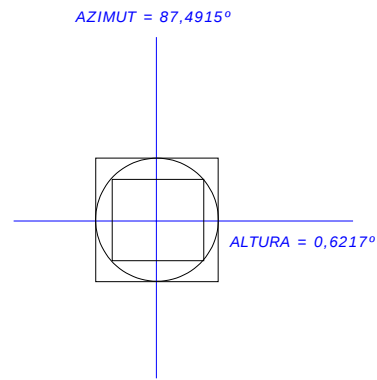


Fig.4 Determinación de las posiciones mas ideoneas.

*A los efectos de nuestro cálculo vamos a considerar-en principio- que el fenómeno es tal sólo si **toda** la sección del túnel está dentro del disco solar. De nuevo adoptamos una digamos medida de precaución pues como es evidente, aunque sólo una parte del túnel sea "ocupado" puede decirse con toda propiedad que los rayos del Sol lo atraviesan.*

6.-CALCULO DEFINITIVO DE LA FECHA

Ahora lo que nos falta por hacer es dar medidas a ese círculo. Si intentamos hacerlo descubrimos que en realidad no es un círculo si no una especie de elipse (¿ una elipse perfecta quizá?) debido a que la sección que pretendemos tapar es un rectángulo. Puesto que conocemos los arcos bajo los cuales se ven las figuras que tenemos (secciones del Sol y del túnel) y puesto que sabemos que el centro (cruce de las dos líneas rectas) del túnel se halla a una altura de **0,6217°** y con un azimut de **87,4915°**; entiendo que si inscribimos esta **elipse** dentro de un rectángulo el azimut de este oscilará entre 87,28° y 87,703° y la altura entre 0,832° y 0,3967°. El cálculo lo he realizado por métodos gráficos (AutoCAD 2004). Por métodos estrictamente numéricos sería más exacto, pero no hace falta – entiendo- afinar tanto, ya que nos encontramos con el problema de que nos quedan unas esquinas (ver fig 4) en las que se podría situar el centro del Sol y no “tapar” toda la sección del túnel; por ello en vez de trabajar con valores de un rectángulo **circunscrito** a la elipse trabajaremos (siempre para “asegurar el tiro”) con un rectángulo **inscrito** en la elipse. Es el que se dibuja en la figura 4. En este caso y de modo también gráfico he deducido que los intervalos de azimut estarán comprendidos entre **87,3315°** y **87,655°** y los de altura entre **0,5017°** y **0,7417°**. Con estos márgenes en azimut y altura, resulta que el intervalo de declinación estará comprendido entre **2° 8'54"** y **2° 34'26"** ó si se prefiere entre los 2,14855° y los 2,57388°. Tenemos pues un **margen de declinación de 0,425°**, es decir algo más de 25'. Resulta que en las proximidades de los equinoccios y según conoce cualquier estudioso de estos temas **es máxima, pero no llega a los 24'**. Esto ocurre todos los años lo que quiere decir,..... ¡¡ que libramos¡¡, es decir un margen de 25 minutos en la declinación supone que durante **más de 24 horas** estaremos dentro de los valores favorables. Luego tanto en marzo como en septiembre y por lo que respecta a la declinación hay margen suficiente, pese a los supuestos asumidos con el fin de “asegurar el tiro”. Después explicaré porque lo dicho es válido para el año 2006 y cualquier otro. En el año 2006 en concreto el periodo favorable comenzaría en marzo a las 5 h. 15 m 41 s del día 26 y finalizaría a las 7 h. 17 m. 6 s. del día 27. En esas fechas el Sol sale en Valdeargorfa hacia las 5 h.53 m TU; luego tanto el día **26** como el **27** tendría lugar el fenómeno en los términos analizados.

En septiembre el intervalo favorable se inicia a las 12 h.50 m.16s del día 16 de septiembre y finaliza a las 15 h.17 m 12 s. (TU) del día 17. Luego el fenómeno tendrá lugar el día **17**.

7.-GENERALIZACION DEL CALCULO (FECHAS).

Hemos tomado como ejemplo el año 2006, pero ¿que ocurrirá en otros años?. Pues **básicamente lo mismo**. En estas fechas y año tras año la fluctuación diaria de la declinación, ya hemos señalado que es de unos 24 minutos, por tanto con 25 minutos “libramos” año tras año. Si el intervalo favorable fuese inferior a las 24 horas,..... “otro gallo cantaría”. Supongamos que fuesen sólo 20 horas. Podría darse el caso de que el orto del Sol tuviese lugar en un año concreto justamente dentro de esas 4 horas que nos faltarían para las 24.

Como cualquier estudioso de estas cuestiones sabe, que lo ocurre es que en general terminamos oficialmente el año unas (“casi”) 6 horas antes de lo debido, que intentamos compensar cada 4 años con el año bisiesto, que de todos modos es (lógicamente) insuficiente a largo plazo (debido al “casi”) y por ello los finales de siglo no son bisiestos pese a ser divisibles por 4 salvo que lo sean por 400. Se trata pues de ajustar el calendario que utilizamos a la “duración real del año”. Todo este “tira y afloja” del calendario que utilizamos (Calendario Gregoriano); supone por ejemplo que –en general- los periodos o los intervalos de la declinación favorables comenzarán y terminarán en años sucesivos unas 6 horas antes y **todo lo demás** indicado.

Analizando lo dicho se comprende que en función del año que elijamos como más “normal”, el desfase que a lo largo del mismo tendremos con los demás será más o menos acusado. Ya he señalado cual es el más “normal” dentro de un ciclo de 4 años. Pero esto para nada cambia las cosas en lo esencial, es decir en que todos los años habrá dos ocasiones propicias para que el fenómeno ocurra. Como es asimismo evidente en algunas ocasiones puede haber dos días consecutivos en los que tenga lugar el fenómeno. Por otra parte de lo dicho sobre el calendario se deduce que en el transcurso de este siglo se producirá un progresivo desfase de aproximadamente un día y de tal signo que al final del siglo XXI se notará una clara tendencia a que el fenómeno se produzca UN DIA ANTES. Sin embargo en los primeros años del siglo XXII la situación será prácticamente la misma que en la actualidad.

8.-DETERMINACION DE LA HORA

En cuanto a la hora en la que tendrá lugar el fenómeno y aunque -en este caso- es evidente que será muy próximo al instante de la salida del Sol (basta considerar lo dicho respecto al tamaño del disco solar y a la altura que debe alcanzar el centro del Sol); vamos a realizar un análisis matemático sin tener para nada en cuenta esta ventaja. En otros casos similares (mina MILE por ejemplo) el Sol se hallaba a unos 19° de altura y aquí la referencia del horizonte no existía.

Para hallar la hora hemos de seguir un proceso muy similar al seguido para determinar la fecha; pero utilizando la fórmula (F-2). En la misma obtenemos el valor del ángulo horario del Sol conociendo la latitud geográfica, la altura del Sol y la declinación. Como en el caso del cálculo de la fecha, hemos de hallar unos INTERVALOS en los valores que adoptará en ángulo horario en función de los intervalos de declinación a los que nos hemos referido anteriormente y de la altura.

Los intervalos en altura oscilarán entre **0,5017° y 0,7417°**, y los intervalos en declinación entre **2° 8' 54" y 2° 34' 26"**, que a su vez son consecuencia de combinar, en la fórmula F-1, el intervalo de altura con el de acimut (87,3315° a 87,655°). Sustituyendo estos valores en la fórmula F-2 obtenemos unos valores del ángulo horario (H) del Sol cuando tiene lugar el fenómeno, que fluctúan entre 91,4156° y 91,0425°.que en términos de tiempo suponen respectivamente **6 h. 5m 39 s. y 6 h.4m.10s**. Este intervalo de **1 m. 29 s.** de tiempo sería lógicamente la duración **máxima** del fenómeno en las condiciones analizadas. Digo lo de "máxima"; porque no hay razón alguna, (más bien todo lo contrario), para esperar que todos los años los valores extremos de los intervalos señalados (altura, acimut,...) coincidan exactamente. ¿A que hora se alcanzarán esos valores?. En el año 2006 las fechas propicias eran los días 26 y 27 de marzo y el 17 de septiembre. Sabiendo cual es la hora de paso del Sol en esas fechas por un meridiano de referencia (el del OAN de Madrid por ejemplo) y la diferencia de longitudes con el túnel sabremos cuando pasa el Sol por el meridiano de la boca oriental del túnel. La posición de referencia que yo he utilizado (Madrid) tiene una longitud de 3° 41' 16,5" al Oeste de Greenwich (14 m 45,10 seg. tiempo).El extremo oriental del túnel se halla a sólo 2,88" al Oeste de Greenwich, luego la diferencia de longitudes será de 3° 41' 13,62" que en términos de tiempo son 14 m. 44,91 s. Sabiendo las horas de paso por Madrid y restando los 14m 44,91 seg. obtenemos que el paso por el meridiano del túnel será el 26- M a las 12h. 5 m 42 s y el 27-M a las 12 h. 5 m. 24 s. El 17 de septiembre por su parte será a las 11h 54 m 31s. Conocido este dato y el valor del ángulo horario (H), la determinación del instante (instantes más bien), en que ocurre el fenómeno es inmediata.

26 de marzo de 2006

Dado que en este caso a medida que pasa el tiempo disminuye el valor de H y teniendo en cuenta los valores de este resulta que el 26 de marzo el fenómeno se iniciaría las:

6h. 0 m.43s y finalizaría 1m y 29 segundos después, como máximo.

Para confirmar si esto es cierto vamos a calcular el instante de orto del Sol visto a través del túnel. Según datos del Anuario del OAN, el Sol sale en Madrid ese día, a las 6h 9 m. luego en Valdeargorfa (depreciamos el efecto de la latitud) lo hará 14 m 45s antes es decir a las 5h. 54m. 15s, es decir unos 5 minutos antes de que se inicie el fenómeno analizado. Los datos parecen concordantes. No obstante, habría que aclarar si la hora del orto en Madrid que señala el Anuario está indicada teniendo en cuenta la refracción., si se refiere a la aparición en el horizonte (supuesto a 0°) del centro del disco solar o de su parte superior,....

Por otra parte he analizado el tema utilizando las formulas (bastante similares a las aquí expuestas) y el método de cálculo que utilicé con éxito comprobado en el diseño de los parques solares (relojes-calendario monumentales), cuya construcción dirigí aquí en El Bierzo en las localidades de Bembibre y Castropodame. Puesto que me tocó estudiar a fondo y con detalle todo lo relacionado con los mismos y además realicé todo el trabajo topográfico de campo, me pareció interesante hacer este análisis. Las fórmulas utilizadas introducidas en hojas de cálculo que hoy son de huso corriente proporcionan de forma rápida y cómoda numerosos datos que interesa conocer en análisis como estos (altura y azimut del Sol, ángulo horario, declinación,...).Trabajando pues con estas fórmulas llego a la conclusión de que a las 6h 0 m. 3 s. del 26-M el azimut del centro del Sol se halla a una altura de 0,3515°, y con un azimut de 87,442°. .Es decir se hallaría fuera del rectángulo favorable (ver fig 5) circunscrito; pero a simple vista resulta evidente que en su ascensión el disco solar "tapará",la mayor parte de ese "rectángulo favorable", dentro del cual se halla a su vez el túnel, y desde luego resulta evidente que el centro del disco solar pasará por el citado rectángulo. El fenómeno pues tendrá lugar.

Por cierto, en la figura 5 se dibujan dos horizontes. El llamado HORIZONTE VISIBLE es aquel que en efecto se verá al observar el fenómeno y el llamado HORIZONTE CALCULOS , es la posición real del horizonte con respecto al Sol y la que por tanto hemos de tener en cuenta al hacer los cálculos. La explicación de esto hay que buscarla en la existencia de la refracción. Suponemos en ambos casos que el

horizonte está a 0° . En la práctica lo que ocurre es que vemos los rayos solares cuando aún están por debajo del horizonte; como sabe cualquier aficionado a estas cuestiones.

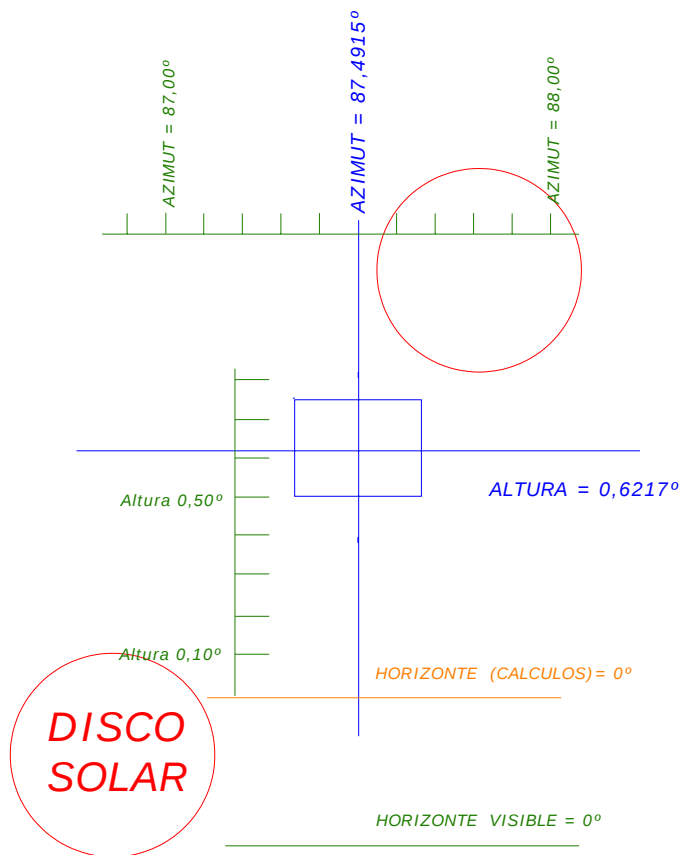


Fig.5.- Valores de azimut y altura en el entorno del túnel. Posicion de los horizontes y tamaños del disco solar y rectángulo de posiciones favorables.

27 de marzo de 2006

El 27 se iniciaría el fenómeno a las **5h. 59m.45 s** y como en el caso anterior finalizaría (en primera aproximación) 1 m y 29 s. después. En Madrid ese día el sol salió a las 6 h. 7 m. luego en Valdealgofa, lo hizo a las 5 h. 52 m. 15 s. es decir el fenómeno debió tener lugar-este día- unos 7 minutos después de la salida del Sol. Analizando el caso desde la otra perspectiva (formulas utilizadas en caso de El Bierzo); obtenemos que a esa hora la altura del centro del Sol serían $0,608^\circ$ y el azimut $87,146^\circ$. Luego ver fig-5 este día y en base a esto parece que (al menos en los supuestos contemplados en este análisis) el fenómeno tendría lugar, pero “ya por los pelos”. El Sol pasaría “por encima” del túnel, subiendo y tapando sólo una parte (la parte superior izquierda), del rectángulo favorable. Ya no está tan claro (al menos a simple vista), que el centro del disco solar vaya a pasar por el rectángulo en cuestión; aunque si parece evidente que buena parte (si no toda) la sección del túnel, será “ocupada” por el Sol en su trayectoria ascendente. En esta fecha parece evidente que la duración del fenómeno será claramente inferior al minuto y 29 segundos antes mencionado. Habría no obstante que hacer un análisis más detallado de este detalle. En todo caso el fenómeno parece asegurado también en esta fecha.

17 de septiembre de 2006

El 17 de septiembre el fenómeno se iniciará a las **5h. 48 m. 52 s.** y en principio tendría una duración máxima de un minuto y medio. Tomando como referencia la salida del Sol en Madrid ese día

resulta que en Valdeargorfa amaneció a las 5h. 42 m. 15 s., luego en esta ocasión el fenómeno tendría lugar unos 6 minutos después de la salida del Sol. Analizando el asunto por el otro camino señalado resulta que a las 5h. 48m. 32s el entro del disco solar se halla a una altura de $0,349^\circ$ y con un azimut de $87,255^\circ$. Si vamos con estos datos a la fig-5 resulta que a esa hora el disco solar comenzaría justamente a asomar por la parte inferior izquierda del rectángulo favorable y además se hallaría en una posición óptima; es decir el disco solar cruzaría prácticamente por el centro al túnel. Se confirma lo dicho anteriormente sobre que la trayectoria del centro del Sol no siempre será tal que coincida con la “subida de $51''$ ”. Es decir no tiene porque cruzar el túnel siempre justamente apareciendo por el extremo inferior izquierdo y salir exactamente por el superior derecho; (como parece que si lo haría en efecto en esta ultima fecha analizada) Por ello la duración del fenómeno de 1 m 29 s. ha de considerarse como la máxima y debería ocurrir si el centro del Sol cruzase el túnel por el medio, algo que sólo de cuando en cuando ocurrirá.

Las fechas más idóneas para que se produzca el fenómeno serán el 26 de marzo y el 17 de septiembre. En el transcurso de un siglo puede producirse un desfase máximo de un día respecto a las fechas citadas.

8.-GENERALIZACION DEL CALCULO (HORAS).

En sucesivos años y por lo que respecta a la hora la situación será muy similar a la expuesta para el año 2006.No hace falta recodar de nuevo en lo dicho sobre el “tira y afloja” para ajustar el calendario. En todo caso y aún cuando debido a esos ajustes (o desajustes según se mire), se produjese un desfase de un día ello apenas tendría importancia práctica. Eso a los efectos de determinar los instantes de inicio y final del fenómeno supondría diferencias de algunos segundos de unos años a otros. Esas diferencias yo creo que serán siempre inferiores a los 25 segundos, que es la diferencia máxima entre un día y el siguiente en cuanto a la hora de paso del Sol por un meridiano dado, en las fechas que estamos analizando. Para “curarnos en salud” podríamos considerar que inferiores en todo caso a los 30 s. pero nada más.

De lo dicho se desprende que el fenómeno en marzo se producirá siempre unos minutos después que en septiembre, tal y como reflejan los datos del año analizado.

En la ocasión de marzo el fenómeno comenzará a 6h.0m 43 s (TU). En la ocasión de septiembre a las 5h 48 m 52 s(TU).En el transcurso de un siglo puede producirse un desfase máximo de 30 segundos respecto a las horas señaladas.

9.-CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES.

*Si en vez de elegir como año digamos “normal” uno que fuese bisiesto y que evidentemente es a priori un año “anormal”, obtendríamos como resultado unas fechas y horas similares a las señaladas. En principio pues hay que pensar en el 26 de marzo y en 17 de septiembre como fechas idóneas. Lo mismo cabe decir de las horas; serán las señaladas tanto en la ocasión de marzo como en la de septiembre; con fluctuaciones máximas de 30 s. en los momentos de inicio y final del fenómeno .

*En algunos años el fenómeno puede tener lugar bien en la ocasión de marzo o bien en la de septiembre o quizá en ambas dos días consecutivos.

*Aun cuando este análisis pueda parecer muy completo, se puede mejorar mucho. El asunto se puede estudiar en detalle hasta límites increíbles; pero yo creo que lo fundamental esta logrado, es decir demostrar (con matemáticas) en que fechas y a que horas y tendrá lugar el fenómeno y porque. Es interesante asimismo la demostración realizada de como con el paso del tiempo (al menos tiempo prudencial en relación con la vida humana como puede ser por ejemplo un siglo); el fenómeno experimentará muy pocas variaciones.

*Existe la posibilidad de que entre tanta cifra manejada a lo largo del estudio, pueda haber algún pequeño desliz; pero el hecho de que analizando el asunto por distintas vías, los resultados sean congruentes, es una prueba de que estos y por supuesto el enfoque general del problema son correctos.

*Yo creo que las formulas F-1 y F-2 son las idóneas para un estudio **generalizado** del fenómeno pero, para un análisis pormenorizado de una fecha concreta y de un año determinado; el método utilizado en los trabajos citados y realizados en El Bierzo; es el más idóneo y preciso. Un buen modo de asegurar la fiabilidad de los resultados es utilizar ambos.

*No quisiera terminar este análisis sin hacer una advertencia que quizá en este caso no sea tan importante, (dadas las horas en las que tiene lugar el fenómeno); pero nunca está de sobra insistir en las precauciones que hay que tomar al observar el Sol. Conviene (al igual que cuando se observa un eclipse) enterarse de cuales son las medidas de precaución elementales.

La próxima ocasión favorable, tendrá lugar en septiembre del año en curso. Hay que pensar –en principio- en el día 17. Para entonces espero tener a puntos un cálculo detallado, (con intervalos de 15 segundos por ejemplo), de lo que acontecerá en tal fecha .

Bembibre 24 de mayo de 2009.

© Rogelio Melendez, 2009



BIBLIOGRAFIA

- Meléndez Tercero R.(1.993).- **La entrada de los rayos del Sol por el pozo de una mina.** Boletín de información del Servicio Geográfico del Ejército . N 75. Madrid.
- Meléndez Tercero R.(2.001).- **El Parque Solar de Bembibre.** Revista “Estudios Bercianos “ nº 27 .Ponferrada (León).
- Meléndez Tercero R. y Cerdeira Crespo R.(1998).- **Al acecho de la sombra: el reloj y calendario solar.** Revistas “ASTRO” Nº 86-87 (Año 16). Barcelona.
- Fernández Fernández L.(1989).- **Topografía minera.** Universidad de León y Diputación Provincial de León.
- Martín Asín F.(1990).- **Astronomía.** Ed. Paraninfo, Madrid
- Observatorios Astronómico de Madrid ANUARIOS

Videos en YouTube:

<http://www.youtube.com/watch?v=uEcC9vWghaI>

<http://www.youtube.com/watch?v=LUWlrKyhOsM&NR=1>

Fotos de este artículo tomadas de internet:

Foto 1:

http://www.valdealgofa.com/news/publish/article_27.shtml

Foto 2:

http://images.google.es/imgres?imgurl=http://farm3.static.flickr.com/2069/2536355679_9b23fa7f2d.jpg%3Fv%3D0&imgrefurl=http://flickr.com/photos/27253449%40N08/2536355679&usq=_8V9dqNr1xsG_RbH4ivSrV0U2Moo=&h=375&w=500&sz=174&hl=es&start=16&um=1&tbnid=BPNlg793u21keM:&tbnh=98&tbnw=130&prev=/images%3Fq%3Dtunel%2Bde%2Bvaldealgofa%26hl%3Des%26rlz%3D1T4SUNA_esES311ES311%26sa%3DN%26um%3D1

EL REOJ DE SOL Y EL TIEMPO

Por F.J. Albertos

Comenzamos con una poesía de Calderón en donde se aprecia el uso que hace de la forma de contar de los romanos, y seguidamente ver que Wicherley recurre a la comparación del amigo falso con la ausencia de sol.

Maeterlinck, mediante la observación de un reloj de sol, reflexiona sobre el curso de las horas que ordenan nuestra vida diaria y hace notar, con nostalgia, la lenta y progresiva desaparición de los cuadrantes relojes. Recuerda algunos lemas selectos, como el primero citado, que dice:

“La hora de la justicia no suena en los relojes de este mundo”

Y, ¡que gran acierto!, cuando dice: *“Todas las sombras se borran del cuadrante cuando el sol se oculta...”* Cosa olvidadiza que sabemos de sobras, pero que nos lo recuerdan aquellos que se van marchando, y cuya ausencia les hace más presentes. Proclama la superioridad del reloj de sol entre los relojes, porque dan *“horas radiantes”*.

El P. Baigorri nos da una nueva definición del tiempo: *“El tiempo soy yo mismo, mientras ando en el tiempo.”* Y aplicando la aplicación inversa, luz-oscuridad, dice que: *“Hay un reloj de sol que da la hora en sombra del día...”*

Carlos Rodríguez expresa que el reloj de sol es un *“reloj para la edad del sol”*



Los filósofos analizan todas las relaciones del sol con nosotros, y como los hombres aprendieron de él a medir su curso, de forma métrica y geométrica. El reloj de sol en realidad, es *“una figura geométrica en que se aparezca medido el tiempo”*. No podía dejar de estar presente la famosa frase de S. Agustín *“Si no me preguntan por lo que es el Tiempo, me parece que lo sé, pero si me preguntan qué es el Tiempo, ya no lo sé”* (*Quid est ergo tempus? Si nemo ex me quaerat, scio; si quaerenti explicare velim, nescio*).

Poco hemos avanzado en la comprensión de lo que es el tiempo. Sólo son unos pocos elegidos, de grandes mentes privilegiadas, como Einstein y unos pocos más, los que llegan a asomarse a su conocimiento. Casi siempre se le ha asociado con movimientos cíclicos, rítmicos o regulares, generalmente astronómicos, pero, es evidente que, el tiempo sigue transcurriendo y existiendo en la oscuridad del interior de una silenciosa gruta. Nos es mucho más fácil medirlo que no definirlo, como igualmente hacemos con la electricidad, el magnetismo, la gravedad... **¿Qué es el tiempo?**

[Apéndice documental]

El día mayor de los días

Pedro Calderón de la Barca (Madrid, 1600-1681)

INGENIO

.....

Cuando aquesa imaginaria
idea de aquella pluma
que citaste, docta y santa,
un día afirma de quien sea
la Ley Natural su infancia,
¿cómo es posible que deje
de hacerme a mí repugnancia
quién será su juventud?,
pues viendo que ya se pasan
las horas de prima y tercia
y el reloj de sol señala
sexta y nona al mediodía
sin que otros suplan su falta,
fuerza es que o que ella sea todo
el día o que no haya.

.....

Diccionario citador de Máximas, Proverbios, Frases y Sentencias

José Borrás

Barcelona, 1836

p. 15

Los *amigos* falsos son como la sombra de un cuadrante solar, que desaparece cuando se oculta el sol
Wicherley

La inteligencia de las flores

Maurice Maeterlinck (Gante, 1862 – Niza, 1949)

IV

Entre las magníficas riberas del verano ardiente, parece mejor saborear la animada sucesión de las horas en el orden en que las señala el astro mismo que las derrama sobre nuestros ocios. En esos días más extensos, más abiertos, más esparcidos, no tengo fe y no me atengo más que a las grandes divisiones de la luz que el sol me menciona a través de la sombra cálida de uno de sus rayos sobre el cuadrante de mármol que ahí, en el jardín, cerca del estanque, refleja e inscribe en silencio, como si hiciese algo insignificante, el curso de nuestros mundos en el espacio planetario. A esa transcripción inmediata y única auténtica de las voluntades del tiempo que dirige los astros, nuestra pobre hora humana, que regula nuestras comidas y los pequeños movimientos de nuestra pequeña vida, adquiere una nobleza, un olor de infinito imperioso y directo, que torna más vastas y más saludables las mañanas deslumbrantes de rocío y las tardes casi inmóviles del bello verano sin mancha.

Por desgracia, el cuadrante solar, el único que debía seguir noblemente la marcha grave y luminosa de las horas inmaculadas, se hace raro y desaparece de nuestros jardines. Ahora sólo se lo encuentra en los patios de entrada, en las terrazas de piedra, sobre el mallo, en las glorietas de algún antiguo pueblo, de algún viejo castillo, de algún antiguo palacio, donde sus cifras doradas, su disco y su estilo se borran bajo la mano del dios mismo, al que debía perpetuar el culto. Sin embargo, la Provenza y ciertos pueblos italianos han permanecido fieles al celeste reloj. A menudo se ve allí brillar, en la soleada torre de la bastida más alegremente dismantelada, la esfera pintada al fresco, donde los rayos miden con cuidado su marcha mágica. Y divisas profundas o ingenuas, pero siempre significativas por el lugar que ocupan y la parte que toman en una enorme vida, se esfuerzan por mezclar el alma humana con incompresibles

fenómenos. “La hora de la justicia no suena en los relojes de este mundo”, dice la inscripción solar de la iglesia de Tourette-sur-Loup, el extraordinario pueblito casi africano, vecino de mi residencia, y que parece, entre el desmoronamiento de rocas y la escalada de agaves y de higueras de barbarie, una Toledo en miniatura, reducida a los huesos por el sol. “*A lumine motus*”. “Movido por la luz”, proclama altivamente otro reloj radiante. *Amyddst ye flowres, I tell ye houres!* “Cuento las horas entre las flores”, repite un antiguo cuadrante de mármol en el fondo de un viejo jardín. Pero una de las más bellas leyendas es la que descubrió un día, en las cercanías de Venecia, Hazlitt, un ensayista inglés de comienzos del siglo pasado: “*Horas non numero nisi serenas*”. “No cuento más que las horas claras” ¡Qué sentimiento destructor de las preocupaciones! ¡Todas las sombras se borran del cuadrante cuando el sol se oculta, y el tiempo no es más que un gran vacío, a menos que su progreso no sea marcado por lo jovial, mientras todo lo que no es feliz cae en el olvido! Y la bella palabra que nos enseña a no contar las horas sino por sus beneficios, a no dar importancia sino a las sonrisas y a prescindir de los rigores del destino, a comparar nuestra existencia con los momentos brillantes y amenos, tornándonos siempre hacia el lado soleado de las cosas y dejando pasar todo lo demás por nuestra imaginación olvidadiza o desatenta!.

V

El reloj de péndulo, el de arena, el de agua dan horas abstractas, sin forma y sin rasgos. Son los instrumentos del tiempo anémico de nuestras habitaciones, del tiempo esclavo y prisionero; pero el cuadrante solar nos revela la sombra real y palpitante del ala del gran dios que planea en el cielo. Alrededor de la superficie de mármol que adorna la terraza o la encrucijada de las anchas alamedas y que se armoniza tan bien con las escaleras majestuosas, con las balaustradas y que se armoniza tan bien con las escaleras majestuosas, con las balaustradas explayadas, con las murallas de plantas de las glorietas profundas, nos alegramos de la presencia fugitiva pero irrecusable de las horas radiantes. Quien haya aprendido a discernirlas en el espacio las verá dar vueltas, tocar tierra y arrodillarse sobre el altar misterioso para hacer un sacrificio al dios que el hombre honra, pero que no puede conocer. Las verá avanzar con vestidos diversos y variables, coronadas de frutos, de flores o de rocío: primero aquellas todavía diáfnas y apenas visibles del alba; después sus hermanas del mediodía, ardientes, crueles, resplandecientes, casi implacables, y finalmente las últimas del crepúsculo, lentas y suntuosas, que retarda, en su marcha hacia la noche que se aproxima, la sombra enrojecida de los árboles.

**P. Angel Martínez Baigorri, S.J. (Lodosa, Navarra 1899 – Managua, Nicaragua 1971)
(en Angel en el país del águila, Madrid 1954)**

Filosofía del Tiempo.

(Pasa el tiempo por la llanura
quieta, con voz, con luz de eternidad,
recogiendo los ecos, los reflejos
de mi río HASTA EL FIN.)

El tiempo –cincuenta años-, ¿qué es el tiempo?
Nada y todo.

El tiempo soy yo mismo, mientras ando en el
tiempo.

El tiempo, ¿tal vez es sólo *una forma*,
forma anterior a mi razón, de todo
lo que perciben, ciegos, los sentidos?
¿Y anidándose en ella y empollando
la situación con crías de esa forma,
de la forma de todo
que no sabemos si, en el todo, es nada?

No es nada más el tiempo? ¿Y qué es el tiempo?
Es el correr de todo lo que pasa en el tiempo;
la medida de su antes y después en movimiento.

-Y sólo Dios, y sólo Dios no es tiempo.

Hay un reloj de sol que da la hora en sombra
del día, y a la noche en su silencio
de luz; el tiempo sigue y el sol sigue rodando,
sin que el reloj de sol marque su tiempo.

¿Seré yo tiempo?

-¡Como todo!

El río

es el correr del agua, de mil aguas
siempre distintas y en el mismo río.
Y mi tiempo soy yo, con mi medida
de mi antes y después, corriendo como el río.

-Sólo lo que hay en mí de Dios no es tiempo.

Pero ¿el tiempo no es nada?
No es nada en sí, y es todo lo que pasa
Medido por el tiempo.

¿Nuestro pasar no es nada?

-¿Qué es el tiempo?-

Son las cosas pasando con medida.

-¿Y nuestro paso?-

Somos nosotros mismos, que pasamos

-para no pasar nunca-.

-Y sólo Dios, y sólo Dios, en ti, no es tiempo.

Tiempo:
pasos callados, pasos medidos
de las cosas
hacia la eternidad:
Dios, que no pasa,
que es, que está...
No se parará el tiempo
y será eterno el tiempo en lo que pasa:

-Será eterno tu paso por el tiempo
al Paso que no pasa.

En Julio

Carlos Rodríguez Spiteri (Málaga, 1911)

En Julio

VERANO. Reloj para la edad del sol,
cadena de piedra, alejándose
como una sombra que se separa del cuerpo.

Horno solar. Disco de vidrio,
equilibrio estable con la espina dorsal rota.
Al sacar los pies del techo de toldos,
para explorar con la mirada,
ancla de flejes y agujas de caña en la marea.

Anzuelos. Mar abierta
sin amarre de palos y sarmiento en la arena.
refundido en bambú, con el hilo
para remontar una cometa próxima al sol.

Vuelo de las gaviotas sobre mar agitada,
entre cactus en día de resaca,
reflejadas en el azul y verde las palmeras.

Separarse. Detrás de las olas,
bajo el rayo de sol que funde el dulce mineral.
Cauterio de arenas y dos heridas abiertas,
se quedan solas en la piel del pecho para la vida.

Sol. Cicatrices en los ojos,
pupila azul pequeña para conservar vergeles,
entre redes bañadas con tinta de pinos.
Longitud de los brazos entre sal y espuma
tan esbelta, como delfín saltando debajo de las olas.

Verano. Joya montada en la tarde,
fuego de todas las maderas,
para estos que son arrancados del tiempo.

Nueve grandes filósofos contemporáneos y sus temas
Juan David García Bacca
Barcelona, 1990

p. 18 y ss.

El tiempo y el sol

Muchas son las maneras de trato que los hombres han ensayado con el sol. Desde salir a tomarlo en invierno hasta huirlo en verano; sacar las cosas a secar, abrir ventanas para que, entrando, alumbre la casa, invocarlos como a dios, emplear conjuros para que salga, orientar la construcción de las casas con vistas a sus movimientos diurno y anual... son algunos de esos tipos o maneras de trato con él, por todos conocidas y empleadas según los casos. Pero además de tales tipos de trato en que el sol se nos descubre como fuente de luz, de calor, de vida... inventaron los hombres, ya desde muy antiguo, otro y bien diverso de éstos: el de *medirlo*. Y dejando, por históricamente conocidos, otros instrumentos, me refiero al *reloj de sol*, en su forma clásica: la posición o la longitud de la sombra proyectada por una varilla sobre un plano, convenientemente dividido, indica el tiempo transcurrido. Si la varilla se asienta perpendicularmente sobre el suelo, convenientemente aplanado, la longitud de la sombra indicará el curso del día, siendo mínima al mediodía y máxima al caer de la tarde, como ya notaba Virgilio en aquel verso suyo:

altae cadunt de montibus umbrae

“caen ya de los montes grandes sombras”; estamos ya en el ocaso.

Más frecuentemente y cómodo es el reloj de sol colocado en paredes, de cara al sol. Una distribución conveniente de radios servirá para numerar y señalar el curso del sol; trato siempre y en todo caso *métrico*, aquí geométrico, por longitud de figuras, de sombras, por desplazamiento a lo largo de los ángulos que forman ciertas líneas. Los relojes de sol obligan a este astro a hacer geometría, a trazar rectas más o menos largas, a seguir ángulos más o menos abiertos. Y es claro que hasta que los hombres perdieron ya el respeto al Sol como a dios, no hubo manera de obligarle a esos oficios geométricos y serviciales. El reloj de sol nace y se inventa cuando cesa la idolatría por el dios Sol.

Por la noche la posición de ciertos astros respecto del horizonte suplirá la ausencia del sol. Para no detenerme en cosas harto conocidas y a la vez preparar las consideraciones filosóficas a que se dirigen estas alusiones técnicas, notemos que el reloj de sol está integrado: 1.1) por un cuerpo *natural*, el sol; 1.2) por un dispositivo *artificial*, una varilla sobre un plano; 1.3) por una *numeración* o designación *geométrica*, mediante ciertas líneas o signos visibles trazados por el hombre; 1.4) y todo este conjunto de cosas: varilla, plano, designación geométrica, recorridos por un *movimiento natural*, al parecer uniforme: el movimiento diurno del sol. En el reloj de sol domina, por tanto, lo *natural*; lo único estrictamente

artificial, lo único que *inventa* el hombre, es el lugar de aparición: una *figura geométrica* en que se aparezca *medido* el tiempo.

En el reloj de sol, quien manda es el sol. Vamos a ver que la evolución no sólo técnica sino del concepto mismo de tiempo consistirá, cada vez, en que el hombre construya aparatos *artificiales*, con fuerzas naturales en estado *artificial* también, de modo que pueda mandar él, el *hombre*, en el tiempo.

Tiempo y gravitación

Los griegos clásicos dieron al reloj de sol el bien significativo nombre de *gnomo*, órgano de conocimiento, del tiempo; la raíz de *gnomo* es la misma que la de *gnosis*. Pero el reloj de sol, entre otros inconvenientes, tiene el de depender de su presencia, no sólo durante la noche sino aun durante el día mismo...

Definición aristotélica de Tiempo. Tiempo objetivo.

“Si no me preguntan por lo que es el Tiempo, me parece que lo sé –decía San Agustín–, pero si me preguntan qué es el Tiempo, ya no lo sé”.

Pues bien: el hombre se trata *explícitamente* con una cosa cuando la define, es decir: la separa de todas las demás, a fin de verla a ella en sí misma, a solas. Y cuando diga en palabras lo que de ella ve en tal estado de puridad y soledad será su *definición*.

Propongámonos, pues, *definir* el Tiempo, decirnos *qué es*.

Es evidente que el Tiempo no comienza por presentarse él a solas de las demás cosas; no podemos señalar con el dedo al Tiempo como designamos un hombre, un árbol, el sol, el dos. El Tiempo comienza por estar fundido y confundido con ciertas cosas, y será grandísima, y tal vez no asequible faena, lograr destilarlo, separarlo, definirlo.

Desde siempre se ha ido a buscar el Tiempo en las cosas *movidas* (primera condición); y en las cosas movidas con movimiento *continuo* y *uniforme* (segunda condición); y en movimientos *numerados* (tercera condición).

Pero no comencemos por pensar benévolamente que los filósofos hayan fijado de antemano tales condiciones y que, sujetándose a ellas, previamente conocidas, se hayan construido los relojes. No se crea que los relojes vulgares de sol en que el tiempo se presenta vestido del movimiento del astro rey, movimiento al parecer continuo y uniforme, se hayan hecho después de que Aristóteles, u otro filósofo, hubiera fijado las condiciones para una caracterización esencial del tiempo. La inversa es más probable: la invención técnica de relojes de sol, invención hecha por la vida en su trato implícito y con el saber implícito del tiempo, ha precedido y guiado la invención de la definición de tiempo, encontrada por el entendimiento en los relojes, instrumentos en que la vida había ya hasta cierto punto separado el tiempo de las cosas naturales, presentándolo de una peculiar manera.

En efecto: bien sabido es que tanto Platón como Aristóteles eran aficionados, y aun técnicos, en matemáticas y física de aquellos tiempos. Les bastaba leer los con ojos filosóficamente adiestrados lo que en los relojes veían para dar con la *definición* del tiempo. Y así al mirar un reloj de sol y ver cómo la sombra se alarga o se desliza sobre un plano, convenientemente dividido, el entendimiento descubre que del movimiento *real* del sol, verificado por un cuerpo concreto, brillante caliente, alejado leguas y más leguas, colocado en el cielo, el instrumento o simplicísimo invento del reloj de sol *abstrae* y elimina eficazmente todos esos aspectos *concretos*; y hace que se presente nada más un puro movimiento, casi espectral; reducido a sombra, movimiento sin cuerpo concreto, movimiento casi puro, y movimiento cuyo oficio está consistiendo no en pertenecer o conducir un astro sobre un cielo, sino en dar una pura lección geométrica, describiendo rectas mayores o menores, deslizándose por ángulos. Por eso, pues, a ese movimiento puro, espectral, que hace geometría, que él mismo se cuenta a sí mismo y se acomoda a un instrumento graduado, habrá que darle un nuevo nombre, porque ya no es movimiento del sol ni movimiento que mueva nada real ni movimiento que pueda chocar; y el nuevo nombre será el de *Tiempo*, siendo, de consiguiente Tiempo (*chronos*) “ese mismo movimiento puro, incorporeal, que a sí mismo se numera al recorrer él, sin cuerpo, sin propiedades físicas, sin oficios causales físicos, un instrumento graduado con elemental geometría”. Tiempo es, por tanto, movimiento geometrizable, lección de geometría que el movimiento da en un instrumento. Y así como una composición musical surge de un instrumento, debidamente pulsado, de parecida manera el Tiempo es esa misma composición geométrico-aritmética que ciertos movimientos pueden dar en instrumentos graduados. En total, pues, el tiempo nos descubre lo que de geométrico hay en un movimiento.

No es sin más evidente, sino, al revés, lo probable parecería que lo natural no diese respuesta alguna cuando se lo obligase a presentarse y obrar en circunstancias *artificiales*; ¿por qué el movimiento del Sol, vinculado *realmente* a un astro, movimiento unido a emisión de luz y calor, movimiento circular perfecto según los antiguos –aun dejando aparte su *divinidad*, a tenor de la mentalidad clásica popular–

habría de dejarse amputar calor, luz, lugar celestial y acomodarse a dar esa elementalísima lección geométrica que tiene que recitar en un reloj solar?

La abstracción *real*, la modificación y recorte que el reloj solar, en lo que tiene de instrumento inventado por el hombre, introduce en el movimiento real y físico del Sol da fundamento para poner nuevo nombre al *nuevo* fenómeno, a la nueva cara y visaje geométrico-aritmético que en el cuadrante presenta el movimiento solar.

El *tiempo será*, por tanto, *numeración del movimiento*, cara geométrica, aspecto geométrico que un movimiento concreto da en un instrumento geometrizado. Empero, añade Aristóteles, que tal numeración es “según antes y después”. Cuando digo 1, 2, 3, 4... numero la cantidad discontinua, pero la numero según la relación u orden de mayor y menor: el 1 es menor que el 2, el 2 menor que el 3, el 3 menor que el 4... Empero la numeración con que numero o con que el movimiento mismo se numera en un cuadrante solar no es según la relación de mayor o menor, sino según la relación u orden de “*antes a después*”. Decimos, la sombra está *ahora* aquí, *después* estará acá, *antes* estaba allá.

En rigor habría que dar a la definición de Aristóteles la forma: el Tiempo es movimiento, es un antes y un después, y ambos: movimiento, orden “antes-después”, *geometrizados*; por tanto desligados, separados, abstraídos *realmente*, físicamente, mediante un *instrumento*, de las demás circunstancias físicas que vinculaban tal movimiento y sus antes y después a cuerpos concretos, a fenómenos celestes o terrestres, a causalidades eficientes, etc.

Vemos, pues, que el reloj de sol presentaba ya *realmente* destilado, abstraído, purificado un movimiento y su orden peculiar, que es el de antes a después; y a la manera como al líquido destilado de rosas llamamos agua de colonia, al movimiento destilado mediante esa retorta o alambique numerador geométrico, que es el reloj, llamamos *Tiempo*.

Platón había dado en el diálogo *Timeo* una definición similar de Tiempo, calcada evidentemente, como la de Aristóteles, en la pura faz geométrica que el movimiento presenta y toma en los instrumentos cronométricos de entonces; y decía que el tiempo es esa imagen que la eternidad deja de sí en el mundo sensible, imagen “*que anda o camina según número*” (*kat’ arithmón ióusan*); y haber obligado a lo eterno a presentarse en este mundo sensible, en los relojes, caminando a “paso de número”, merece el nuevo nombre de *tiempo*, como a la manera de andar, acompasada, rítmica, estilizada de los danzantes en el escenario denominamos “*baile*” (*Timeo*, 37 D).

Parece, pues, si no evidente cuando menos sospechoso, que las definiciones filosóficas que de Tiempo dieron Platón y Aristóteles están calcadas en lo que con ojos inteligentes, teóricos, puede leerse y verse en los relojes de sol.

Y se reforzará esta impresión si recordamos que tales relojes conservaban el carácter de *públicos*, de *cósmicos* –nadie puede meterse el reloj en el bolsillo, ni hacerlo salir cuando quiera, ni siquiera hacer un reloj solar dentro de su gabinete de estudio–; los filósofos, traduciendo inconscientemente tal carácter, sostendrán que el Tiempo es algo *objetivo, universal*, único para todos.

El único elemento que, con nuestra terminología, podríamos encontrar de *subjetivo* provendría de esa numeración o graduación geométrica elemental que nosotros hacemos y señalamos en los aparatos, y sólo por este motivo dice Aristóteles que interviene el *alma* en el *tiempo*. Lo cual no tanto es intervenir cuanto ofrecer ocasión al movimiento físico a que, despojándose de sus cualidades *reales*, dé, si puede, una lección de geometría, respondiendo a lo que el alma le pregunta en ese cuestionario geométrico elemental que es un reloj de sol.

Los relojes de arena, de agua, y aun de péndulo –más complejos evidentemente como instrumentos que el reloj de sol– no se prestarán a enseñar a los filósofos una nueva definición del tiempo, ni menos una definición con matices *subjetivos*, pues la fuerza capital que en todos estos tipos de relojes interviene es la gravitación o el peso que es fuerza cósmica, universal, extrasubjetiva. Y en efecto: hasta Descartes, pasando, de consiguiente, por toda la Edad Media y aun el Renacimiento, no se sostendrá *comúnmente*, como convencimiento de la época histórica, el que el tiempo sea algo subjetivo. Todos: santo Tomás, lo mismo que Escoto, Suárez, al igual que Galileo, definirán el tiempo como algo *objetivo*, y sus relojes se fundarán en las propiedades *objetivas cósmicas* que hemos indicado.

Carpe Diem

Nº 31 Edición trimestral

Revista de gnomónica

Junio 2009

La primera revista digital de gnomónica en español

Joan Serra Busquets

POEMA GNOMÓNICO

Por Antonio Barceló



Reloj solar con un auténtico pájaro posado en el gnomon al tiempo de ser retratado. Foto tomada por nuestro socio Antonio J. Cañones Aguilar, imagen cedida gentilmente para esta página de Carpe Diem. El cuadrante, de 1785, figura en la iglesia de San Jacinto, de la localidad malagueña de Macharavialla.

EXTRAÑO RELOJ SOLAR

(Epigrama)

**Yo he visto un reloj de cuco
que es, por cierto, original,
porque, sin máquina alguna,
se gana bien el jornal.**

**Se trata de un pajarillo
que, frenando su volar,
se posó sobre el estilo
dejándose retratar.**

**Si ves la foto de arriba,
enseguida advertirás
que, aunque el ave no es cucillo,
pudiérase así mirar;
pues, alejado en el tiempo,
este cuadrante solar
es también reloj de cuco
con semejante igualdad,
ya que, sin maquina dentro,
marca las horas igual.**

**Es tan solo la ocurrencia,
de una cosa singular
y, ciertamente, una pieza
de extraño reloj solar.**

- - - - -

© Antonio Barceló R. (2008)