IGLESIA DE SAN IGNACIO DE TOKYO, MURAKAMI AKIKO

ciudad de Osaka; tuvo desde el principio de su actividad arquitectónica un gran afán individualista. Por eso, le llamó tanto la atención la obra de Gaudí en su primer viaje a España: «Lo que más me impresionó de la arquitectura de Gaudí en mi primer viaje a España, hace unos 20 años, fue la rebeldía de su obra». Esta afirmación de Ando refleja su espíritu inconformista: «Creo en la individualidad, aunque sea muy difícil de expresar en una sociedad tan masificada y americanizada como la nuestra». Entre sus muchas obras destacan: *Rokko Hausing I* (1983), *Iglesia sobre el agua* (1989), *Iglesia con luz* (1989), y el *Pabellón de Japón* para la Expo 92 de Sevilla. Este pabellón de la Expo 92 fue diseñado a base de los elementos esenciales de la arquitectura tradicional japonesa, cuyo primer principio se expresa en el término *kinari*, que significa «sin embellecer», o «conservando el estado natural». Ando Tadao ha mantenido ese principio en la construcción del pabellón, que incorpora tecnologías y materiales nuevos, mientras emplea eminentemente la madera en su color natural para la construcción.

La *Iglesia de San Ignacio*, en el campus de la Universidad Sophia de Tokyo, es una de las más recientes creaciones de una gran originalidad. Ha sido diseñada y realizada por el grupo Sakura Associates, Architects and Engineers de Tokyo, bajo la dirección de la arquitecta Murakami Akiko. Fue inaugurada en 1998. Es un alarde de la unión del arte actual de Japón con datos tomados de su tradición arquitectónica. Llama la atención, entre otras cosas, el techo en forma de una enorme flor de loto, de una profunda significación en el arte tradicional de Japón[6].

Estos son algunos exponentes característicos de un arte en transformación, como es el de Japón de 1945 a 2015. Un arte de cambio y asimilación, pero que es al mismo tiempo un ejemplo de arraigo en la tradición, pero con una mirada siempre hacia el futuro. Como es el gran país que lo produce[7].

[6] Para una descripción detallada de esta iglesia, Cfr. G.ª GUTIÉRREZ, FERNANDO, S.J.: *La arquitectura japonesa vista desde Occidente*. Ediciones Guadalquivir, Sevilla, 2001, pp. 218-219-

[7] Me he fijado solamente en la pintura y arquitectura de estos 70 años porque, además de ser los campos en que se puede ver más claramente el cambio transformador que ha habido en este tiempo en el arte de Japón, son los que más han sido conocidos en Occidente.

APUNTES PARA LA INTERPRETACIÓN Y APOYO A LA CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN DE LOS RELOJES DE SOL HISTÓRICOS DE OSUNA (SEVILLA)

Por

ANTONIO J. SÁNCHEZ FERNÁNDEZ[1]
Doctorando en Conservación-Restauración
por la Universidad de Sevilla

INTRODUCCIÓN

La construcción de instrumentos de medición para calcular el tiempo implica la comprensión de varias disciplinas (Astronomía, Geometría...). Además, su introducción como elementos decorativos implicó un desarrollo estético y material. Sin embargo, con el desarrollo de los relojes mecánicos desapareció la familiaridad con estos instrumentos solares.

Así, la ciudad de Osuna contiene varios ejemplos en edificios históricos como la Torre de la Merced (s. XVIII), el antiguo pósito municipal (s. XVIII) y la propia Colegiata (s. XVI).

Con este texto pretendemos introducir los conceptos claves para conocer los mecanismos de los relojes de sol. Para ello, se han registrado los parámetros necesarios para la construcción virtual de los mismos.

Con la casuística de Osuna tratamos de revalorizar estos bienes que nos hablan desde su silencio y que sólo desde el conocimiento es posible sensibilizarnos en la importancia del patrimonio que nos rodea. Asimismo, el cálculo geométrico de su trazado permitirá salvaguardar estos instrumentos, especialmente con la reconstrucción infográfica del cuadrante orientado de la Torre de la Merced y el de la Colegiata, que se encuentran perdidos.

El cálculo de cuadrantes solares ha estado muy ligado a la arquitectura y algunos textos sobre relojes se incluían como capítulo de los tratados arquitectónicos. Es el caso del insigne Vitruvio (Vitruvio Polión, 1992) en su libro *Los Diez Libros de Arquitectura* (Libro IX) o de *Varia comennsuracion para la escultura y la arquitectura* de Juan de Arfe (de Arphe y Villafañe, 1585). También existen tratados específicos como el de Pedro Roiz (Roiz, 1575) o Tomás Vicente Tosca (Vicente Tosca, 1715). En ellos se describen tanto las partes y elementos que componen los distintos cuadrantes solares como los métodos de trazado geométrico de los mismos. En la actualidad, destaca el texto del ingeniero Rafael Soler Gayá (Soler Gaya, 1997) que expone de forma meticulosa los trazados y conceptos de los cuadrantes solares.

METODOLOGÍA

En primer lugar se realizó una observación directa de los distintos relojes de sol y se procedió a su registro: se clasificaron y se recopilaron los datos relevantes para su trazado.

Así, se fotografiaron y se midieron las diferentes declinaciones (representada por la letra griega δ) de los paramentos en los que se ubican y la latitud de Osuna (representada por la letra griega φ).

[1] asrestauracion@hotmail.com

Posteriormente, se procesó la información en un programa de diseño CAD, con el que se reprodujo y/o trazó la geometría de cada cuadrante.

Finalmente, se diseñaron las distintas infografías para ilustrar y registrar nuestros relojes de sol.

Breve introducción a la gnomónica

La curvatura de la Tierra hace que cada observador tenga una percepción distinta del cielo. De igual forma, la sombra de un mismo objeto es diferente y está condicionada al lugar donde nos encontremos[2].

Sabemos que la Tierra gira alrededor del Sol describiendo una órbita elíptica[3]. Para dar una vuelta completa emplea 365,25 días solares. Además, gira sobre sí misma sobre un eje que está inclinado 23,5º respecto al plano de la eclíptica. Para ello emplea 23 horas y 56 minutos y se denomina *día sidéreo*.

Por otro lado, el movimiento de rotación de la Tierra sobre su propio eje, hace que el Sol describa una trayectoria diurna relativa. Como sabemos, da un giro completo (360º) cada 24 horas. Es decir, *cada hora gira 15º* (360º/24h).

Así, si se instala una varilla paralela al eje de la Tierra y un plano perpendicular a dicha varilla, su sombra recorrerá el plano con el mismo ritmo que el Sol: se desplazará 15º cada hora. Sin embargo, la proyección de dicha sombra sobre un plano cualquiera, progresará cada hora un ángulo que depende de la inclinación de dicho plano.

El principio fundamental del funcionamiento es que el estilete (gnomon) quede paralelo al eje de rotación de la Tierra, es decir, que apunte a la estrella polar. En su orientación, también interviene la latitud del lugar (φ). Esto significa que cada reloj está trazado exclusivamente para el lugar que ocupa.

Partes de un cuadrante solar

Los cuadrantes solares verticales se constituyen por un estilete o gnomon que proyecta su sombra sobre un plano, en el que están trazadas las líneas horarias, y forma un determinado ángulo de manera que se dispone en paralelo al eje polar de la Tierra.

Así, como ya se ha dicho, es fundamental conocer ciertos parámetros como la latitud (φ) y la declinación del plano (δ).

Lectura de un cuadrante solar. Correcciones

En primer lugar, un reloj de sol no da la hora oficial sino que marca la hora solar, que varía según nuestra ubicación geográfica. Así, dos cuadrantes solares de dos ciudades distintas, marcarán diferentes horas.

De este modo, para conocer la hora oficial o civil hay que contemplar los siguientes aspectos:

— Longitud geográfica: sumando o restando cuatro minutos por grado que nos alejemos al oeste o al este, respectivamente, del meridiano de Greenwich.

— Ecuación del tiempo[4]: sumando o restando los minutos marcados por la tabla según la fecha.

— Corrección estacional: suma de una hora en otoño e invierno y de dos horas en primavera y verano.

En resumen, para calcular la hora oficial habrá que realizar una serie de correcciones: *Hora Oficial = Hora solar + Corrección por longitud geográfica + Ecuación de tiempo + Corrección estacional.*

Cuadrantes solares de Osuna

Torre de la Merced

La torre se construyó en el último tercio del siglo XVIII por Ruiz Florindo. De planta cuadrada, está dividida en cuatro cuerpos y rematada por un cuerpo de campanas octogonal y labrada con sillares pétreos.

La torre de la Merced tiene la peculiaridad de contener dos cuadrantes solares verticales, localizados en el tercer nivel de la torre: uno declinante, en el lateral sur, y otro orientado hacia levante. Están fabricados con morteros esgrafiados.

El reloj declinante está decorado con motivos fitomórficos, mientras que el orientado tiene forma cuadrangular.

Reloj vertical declinante

Los parámetros fundamentales para este cuadrante son: latitud (φ) = 37.24 y declinación del muro (δ): 8.60.

Además, el cálculo de las líneas horarias (ver tabla 1 y fig. 1b) está determinado por el siguiente procedimiento:

$\beta = arc\ tg\ \{sen\ \alpha / (cos\ (\delta + \alpha) \cdot tg\ \varphi)$

Donde:

β = ángulo que forman las distintas líneas horarias respecto a la línea de las XII

$\alpha = arc\ tg\ (sen\ \varphi \cdot tg\ 15 \cdot n)$

De igual forma, el diseño del gnomon está determinado por dos ángulos (ver tabla 2 y fig. 1b): el que forma la subestilar[5] con la línea de las XII (θ) y el que forma el gnomon con la subestilar (η). Así, para el cálculo analítico del gnomon se utilizan las siguientes fórmulas:

$\theta = arc\ sen\ (cos\ \varphi \cdot cos\ \delta)$

$\eta = arc\ tg\ (sen\ \delta / tg\ \varphi)$

ÁNGULOS DE LAS LÍNEAS HORARIAS	
HORA	GRADOS
7:00	65º 57’
8:00	50º 17’
9:00	36º 25’
10:00	23º 49’
11:00	11º 54’
XII	
13:00	12º 28’
14:00	26º 09’
15:00	41º 33’
16:00	58º 54’

Tabla 1: Ángulos de las distintas líneas horarias respecto a la línea de las XII. Reloj vertical declinante. Torre de la Merced. Osuna (Sevilla).

POSICIÓN RELATIVA DEL GNOMON	
η (ángulo estilar)	51º 55’
θ (ángulo con la subestilar)	11º 08’(izquierda)

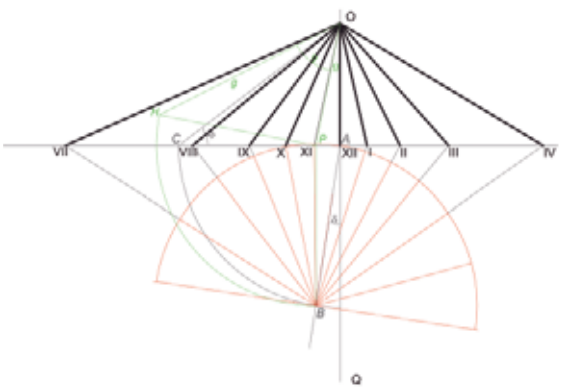
Tabla 2: Ángulos que definen al gnomon. Reloj vertical declinante. Torre de la Merced. Osuna (Sevilla).

[2] Este hecho inspiró a Eratóstenes para que en el 240 a. C. calculara el tamaño de la Tierra. Sabía que en Siena (Egipto) el día del solsticio de verano los objetos no tenían sombra y el sol podía iluminar el fondo de un pozo, lo que significaba que la ciudad se ubicaba sobre el trópico. Supuso que Siena y Alejandría tenían la misma longitud. Midió la sombra en Alejandría el mismo día del solsticio de verano al mediodía y calculó la circunferencia terrestre con una gran precisión.

[3] Para facilitar la información hemos ajustado las cifras que para el giro alrededor del Sol es de 365,2422 días solares medios; una inclinación del eje de la Tierra de 23º 26’ y el tiempo rotación es de 23 h 56 m 04 seg.

[4] Departamento de Física y Química. I.E.S. Gaviota. *Relojes de sol. ¿Qué hora indica nuestro reloj de sol?* (En línea) Dirección URL:<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~04000134/fisiqui/relojsol/horas.htm> [Consulta: 03/04/15].

[5] Subestilar: proyección ortogonal del gnomon sobre el plano del cuadrante.



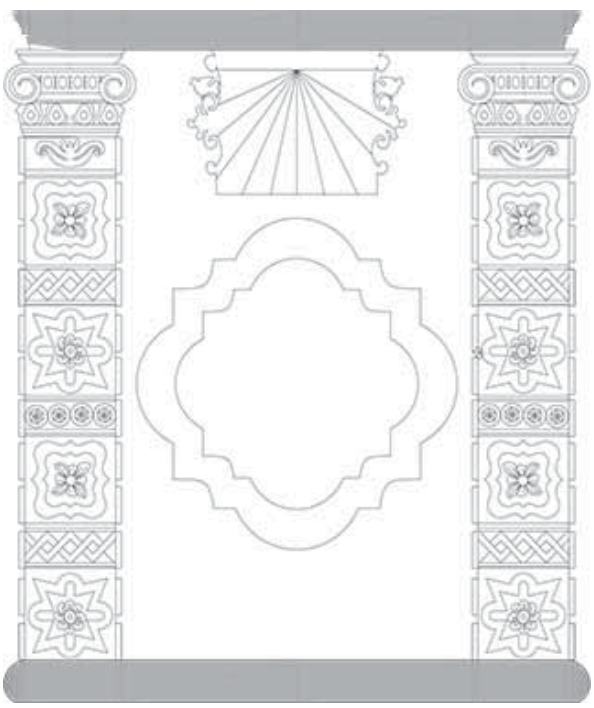


FIG. 1A: FOTOGRAFÍA DEL CUADRANTE VERTICAL DECLINANTE DE LA TORRE DE LA MERCED.
FIG. 1B: TRAZADO GEOMÉTRICO DEL RELOJ. LAS LÍNEAS ROJAS CORRESPONDEN AL RELOJ AUXILIAR QUE GIRA UN ÁNGULO δ (DECLINACIÓN). LAS LÍNEAS VERDES TRAZAN LA MORFOLOGÍA DEL GNOMON (ÁNGULOS DE POSICIÓN θ Y η).
FIG. 1C: INFOGRAFÍA DEL RELOJ EN SU CONTEXTO.

Reloj vertical orientado (hacia levante)

Los parámetros fundamentales para este cuadrante son: latitud (φ) = 37.24 y declinación del muro (δ), que en este caso está orientado hacia el este. No obstante la medición nos da un valor de 94.09, lo que nos indica que no está perfectamente orientado y existirán pequeños errores de medición del tiempo.

De este modo, el cálculo de las líneas horarias (ver tabla 3) está determinado por el siguiente procedimiento:

$p = f \cdot tg\, \gamma$

Donde:

p = distancia de cada línea horaria respecto a la subestilar (línea de las VI)

f = la altura relativa del gnomon

γ = ángulo de la línea horaria correspondiente en el reloj ecuatorial: 15º para las VII y V; 30º para las VIII y IV; 45º para IX y III; 60º para X y II y 75º para las XI y I.

Por otro lado, el diseño del gnomon queda definitivo (ver tabla 4 y fig. 2b) por el ángulo subestilar que coincide con la latitud de Osuna (φ = 37.24). En este tipo de cuadrantes el gnomon tiene forma cuadrangular. Según la fig. 2b, el gnomo queda abatido y configurado por el plano BCDE y una altura relativa f = 31,12.

DISTANCIA DE LAS LÍNEAS HORARIAS	
HORA	DISTANCIA A LA LÍNEA SUBESTILAR
7:00	8,34
8:00	16,97
9:00	31,12
10:00	53,90
11:00	116,14

TABLA 3: DISTANCIA DE LAS DISTINTAS LÍNEAS HORARIAS (P) RESPECTO A LA SUBESTILAR (COINCIDE CON LA HORA VI). RELOJ VERTICAL ORIENTADO (LEVANTE). TORRE DE LA MERCED. OSUNA (SEVILLA)

POSICIÓN RELATIVA DEL GNOMON	
f (altura relativa)	31,12
θ (ángulo con la subestilar)	37º 14' (φ)

TABLA 4. PARÁMETROS DE DEFINICIÓN DEL GNOMON. RELOJ VERTICAL ORIENTADO (LEVANTE). TORRE DE LA MERCED. OSUNA (SEVILLA).

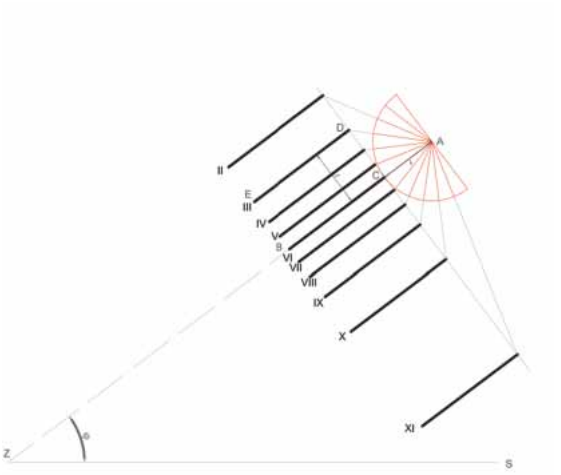


Fig. 2a: fotografía del cuadrante vertical orientado de la torre de la Merced.
Fig. 2b: trazado geométrico del reloj. Las líneas rojas corresponden al reloj auxiliar alineado con la latitud del lugar (φ). El gnomon queda definido por el plano BCDE y la altura f.

Antiguo pósito municipal

El antiguo pósito fue trazado por Pedro Manuel Godoy y se terminó en 1779 (según la cartela de su fachada). No obstante, a lo largo de su historia ha tenido varios usos como Audiencia, centro de alistamiento militar, hospital y geriátrico.

En este caso, el cuadrante vertical meridional está orientado exactamente hacia el sur, por lo que el parámetro fundamental para definirlo es la latitud (φ) = 37.24.

Para calcular sus líneas horarias (ver tabla 5 y fig. 3c y d) se sigue la siguiente expresión:

$\beta = arc\ tg\ (cos\ \varphi \cdot tg\ 15 \cdot n)$

Donde:

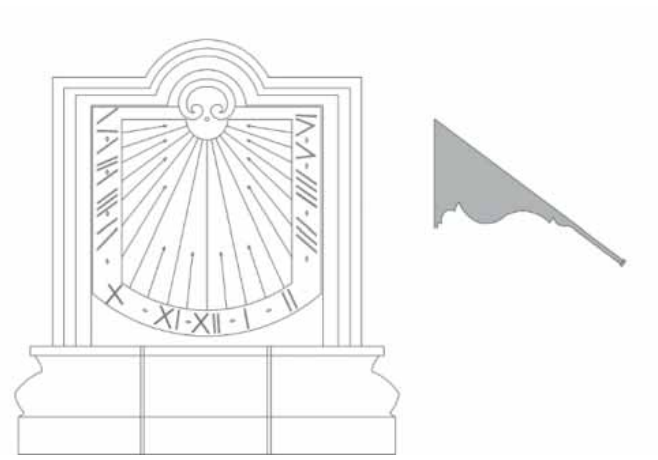
β = ángulo que forman las distintas líneas horarias respecto a la línea de las XII

ÁNGULOS DE LAS LÍNEAS HORARIAS	
HORA	GRADOS
6:30	80º 36’
7:00	71º 24’
7:30	62º 31’
8:00	54º 3’
8:30	46º 3’
9:00	38º 31’
9:30	31º 25’
10:00	24º 41
10:30	18º 15’
11:00	12º 2’
11:30	5º 59’
XII	
12:30	5º 59’
13:00	12º 2’
13:30	18º 15’
14:00	24º 41
14:30	31º 25’
15:00	38º 31’
15:30	46º 3’
16:00	54º 3’
16:30	62º 31’
17:00	71º 24’
17:30	80º 36’

Tabla 5: Ángulos de las distintas líneas horarias respecto a la línea de las XII. Reloj vertical meridional. Antigua Audiencia Provincial. Osuna (Sevilla).

POSICIÓN RELATIVA DEL GNOMON	
η (ángulo estilar)	52º 45’
θ (ángulo con la subestilar)	90º

Tabla 6: Parámetros de definición del gnomon. Reloj vertical meridional. Antigua Audiencia Provincial. Osuna (Sevilla).



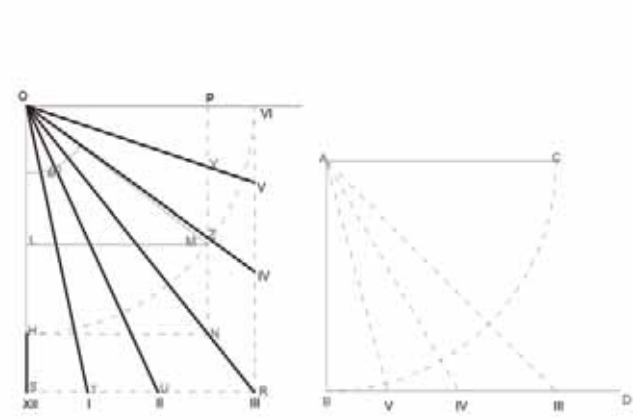


Fig. 3a, 3b, 3c, 3d y 3e.
Arriba (3a y 3b), ilustración del reloj de sol y perfil de gnomon.
Centro derecha (3d), líneas horarias correspondiente en el reloj ecuatorial.
Centro izquierda (3c), adaptación al reloj vertical meridional.
Abajo, fotografía del reloj vertical meridional.
Antiguo Pósito Municipal. Osuna (Sevilla).

Iglesia Colegial de Nuestra Señora de la Asunción

Tras la destrucción de la iglesia del castillo por un incendio, se construyó, en el mismo lugar, la iglesia de Ntra. Sra. de la Asunción. Fue fundada en 1535 por Juan Téllez Girón que obtuvo la bula papal que la catalogaba como Colegiata.

El reloj de sol se ubica en la fachada oeste y se conserva en muy mal estado de conservación. Actualmente, sólo se aprecia su gnomon y no se observan a simple vista las líneas horarias. En las figs. 4 podemos reconstruir virtualmente el trazado de dicho cuadrante.

Los parámetros fundamentales para este cuadrante vertical declinante son: latitud (φ) = 37.24 y declinación del muro (δ): -72.24.

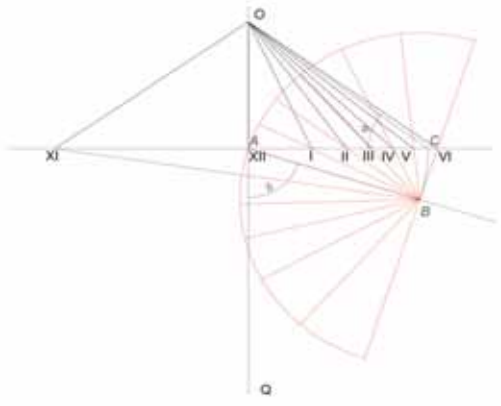
Además, el cálculo de las líneas horarias (ver tabla 7 y fig. 4a) está determinado por la expresión: $\beta = arc\ tg\ \{sen\ \alpha\ /\ (cos\ (\delta + \alpha) \cdot tg\ \varphi)$, ya vista en el reloj declinante de la torre de la Merced. De la misma forma, también queda descrito el procedimiento para la obtención de los ángulos relativos al gnomon (ver tabla 8 y fig. 4b).

ÁNGULOS DE LAS LÍNEAS HORARIAS	
HORA	GRADOS
11:00	54º 45’
XII	
13:00	24º 54’
14:00	35º 47’
15:00	42º 6’
16:00	46º 37’
7:00	50º 26’
18:00	54º 6’

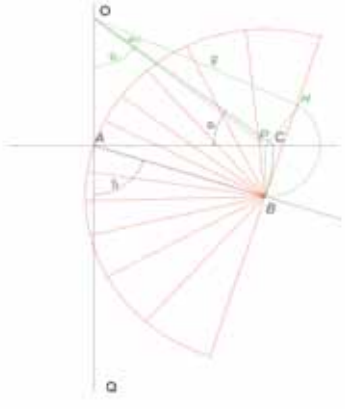
Tabla 7: Ángulos de las distintas líneas horarias respecto a la línea de las XII. Reloj vertical declinante. Colegiata. Osuna (Sevilla).

POSICIÓN RELATIVA DEL GNOMON	
η (ángulo estilar)	14º 4’
θ (ángulo con la subestilar)	51º 25’

Tabla 8: Parámetros de definición del gnomon. Reloj vertical declinante. Colegiata. Osuna (Sevilla).



CÁLCULO DE LÍNEAS HORARIAS



POSICIÓN RELATIVA DEL GNOMON

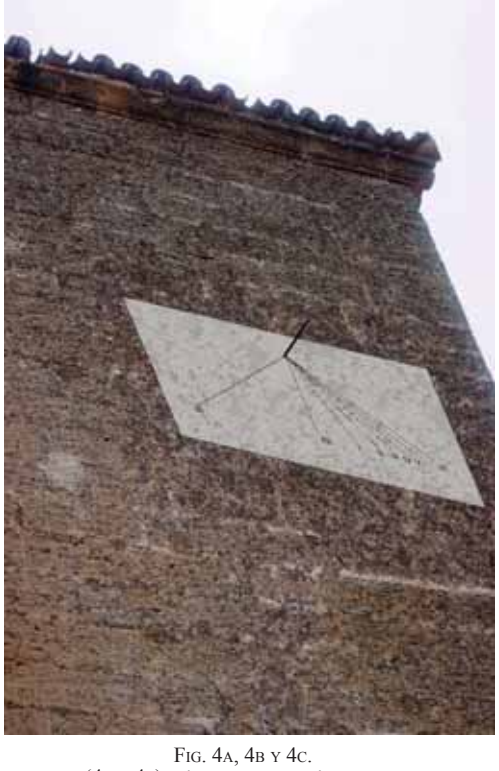


Fig. 4a, 4b y 4c.
Arriba y centro (4a y 4b), cálculo de las líneas horarias y definición gráfica del gnomon.
Abajo (4c), reconstrucción virtual del reloj vertical declinante de la Colegiata de Osuna (Sevilla)

Conclusiones

Con el registro tanto analítico como geométrico de los diferentes cuadrantes solares de Osuna documentamos los parámetros fundamentales que definen a los mismos y compilamos los datos necesarios de apoyo a su conservación para no perder la información de los relojes históricos.

Además, con las reconstrucciones virtuales ilustramos aquellos instrumentos perdidos por el paso del tiempo, ayudando a valorar la lectura original de estos elementos.

Bibliografía

ARPHE Y VILLAFAÑE, J. de (1585). *Varia comennsuracion para la escultura y la arquitectura*. Sevilla.

Departamento de Física y Química. I.E.S. Gaviota. Relojes de sol. *¿Qué hora indica nuestro reloj de sol?* (En línea) Dirección URL:< http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~04000134/fisiqui/relojsol/horas.htm> [Consulta: 03/04/15]

ROIZ, P. (1575). *Libro de reloges solares*. Valencia.

SOLER GAYA, R. (1997). *Diseño y construcción de relojes de sol y de luna* (2.ª ed.). Palma de Mallorca: Colegio de Caminos, Canales y Puertos.

VICENTE TOSCA, T. (1715). *Tratado de la gnomónica, u de la theórica, y práctica de los reloxes de sol*. Valencia.

VITRUVIO POLIÓN, M. (1992). *Los diez libros de arquitectura*. Madrid: Akal.

CAPILLA DE LOS AYALA, LA CRIPTA OLVIDADA

Por

Carlos Javier Sánchez Távora
Licenciado en Bellas Artes.
Conservador-restaurador de obras de arte

No muchos ursaonenses conocían la existencia de esta capilla, olvidada y maltratada por algunos, que dejaron sus «huellas» y nombres con humo de mecheros y velas, grafitis a lápiz, o simplemente arañando con llaves los estucos y enlucidos.

Al igual que la propia Colegiata, la capilla sufrió durante años abandono y vandalismo, lo que no ayudó a su conservación.

Si a todo ello añadimos los grandes problemas de humedad y sales que fueron desprendiendo la pintura mural y provocando daños en muros y bóveda, tenemos demasiados factores negativos para que llegara en buenas condiciones hasta nuestros días.

Cuando visitamos por primera vez la cripta, la entrada natural a la capilla llevaba cegada mucho tiempo (décadas, quizás siglos), teniendo que acceder a la misma a través del pasillo de nichos bajo el pie de la nave central.

Para la entrada «alternativa» posiblemente agrandaran un respiradero que comunicaba los nichos con la capilla, rompiendo parte de las pinturas murales con las escenas de los esqueletos.

El estado de conservación de la capilla era lamentable, con desprendimientos de mortero sobre el que están las pinturas, grietas, eflorescencias salinas, hundimiento de parte de la