

Un tejado moderno para la cúpula de la iglesia de Sales

A modern roof for the dome of the church of Sales

Luis Cortés-Meseguer (*), José Pardo-Conejero (**)

RESUMEN

La iglesia de Sales de Sueca (Valencia) presenta la particularidad de que en 1919 se construyó la quinta cúpula en apenas siglo y medio de existencia. Durante el siglo XX se realizaron distintas reparaciones y recientemente, tras un temporal, la cúpula presentaba estado de ruina y que era urgente su intervención. A partir de ahí, debía seguirse una metodología de estudio y de trabajo para llegar a conclusiones determinantes en poco tiempo, teniendo en cuenta que el acabado estético podría verse modificado y que debía contar con la autorización patrimonial. Gracias a un estudio completo con búsqueda en archivos, cálculos estructurales, del comportamiento térmico y, sobre todo, del estudio directo del artefacto constructivo, se ha seguido un proceso con el resultado final de la reconstrucción de dicha cúpula en el que está plenamente justificada su cobertura con tejas de color verde, el propio del cobre oxidado.

Palabras clave: Sales; cúpula; cobre; tabicada; reconstrucción.

ABSTRACT

The church of Sales de Sueca (Valencia) presents the particularity that in 1919 the fifth dome was built in just a century and a half of existence. During the 20th century various repairs were carried out and recently, after a storm, the dome was in a state of ruin and intervention was urgent. From there, a study and work methodology had to be followed to reach decisive conclusions in a short time, taking into account that the aesthetic finish could be modified and that it had to have patrimonial authorization. Thanks to a complete study with a research in archives, structural calculations, thermal behavior and, above all, the direct study of the constructive artifact, a process has been followed with the final result of the reconstruction of said dome in which its use is fully justified. coverage with green tiles, typical of oxidized copper.

Keywords: Sales; dome; copper; tile vault; reconstruction.

(*)CITE-Universitat Politècnica de València, Valencia (España).

(**) Architect, Valencia (España)

Persona de contacto/Corresponding author: luicorme@upv.es (L. Cortés-Meseguer)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8265-6403> (L. Cortés-Meseguer); <https://orcid.org/0000-0001-9696-5410> (J. Pardo-Conejero)

Cómo citar este artículo/Citation: Luis Cortés-Meseguer, José Pardo-Conejero (2024). Un tejado moderno para la cúpula de la iglesia de Sales. *Informes de la Construcción*, 76(573): 6470. <https://doi.org/10.3989/ic.6470>

Copyright: © 2024 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Recibido/Received: 08/04/2023
Aceptado/Accepted: 29/01/2024
Publicado on-line/Published on-line: 26/03/2024

1. INTRODUCCIÓN

A pesar de que a inicios del siglo XXI la cúpula de la iglesia de Sales presentaba grietas en el exterior -la de mayor envergadura era en forma de v de unos 3 en su cara norte- no fue hasta un temporal en noviembre de 2020 cuando se acucian las lesiones y se hace urgente su intervención. Gracias a un informe realizado en 2008 por Moliner y Cortés (1) sobre el estado patológico de la iglesia y en especial de su cúpula, se analizaron los documentos históricos y se pudo determinar que la cúpula con tejas cerámicas en escama de pez era de la intervención de 1919 y cuya estructura metálica era de la cúpula construida en 1895. Tras dicho temporal de lluvias y viento en 2020, se reconstruyó la cúpula utilizando otros materiales muy distintos a como estaba rematada, habiendo analizado pormenorizadamente todos los condicionantes para ejecutar la sexta cúpula en apenas 250 años.

El objetivo principal del artículo es el de realizar el análisis de la intervención de reconstrucción de la cúpula, sirviendo además como documento histórico del proceso de estudio e investigación previo para determinar la solución a adoptar en este caso.



Figura 1. Vista de la grieta exterior de la cúpula tras el temporal de noviembre de 2020. Luis Cortés

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

A la hora de abordar la intervención en un edificio histórico es necesario realizar un análisis/estudio previo para obtener conclusiones y conocer a fondo el monumento, su comportamiento mecánico y su patología, debiendo seguir una metodología de estudio y trabajo (2). En este caso, la metodología ha sido la siguiente:

- a) Búsqueda documental en archivos y bibliotecas.
- b) Levantamiento gráfico y toma de datos, realización de croquis con medidas y levantamiento constructivo de la cúpula.
- c) Inspección visual del monumento como principal documento primario.
- d) Estudio del peso de los elementos que componen la cúpula.
- e) Estudio estructural con programa informático.
- f) Estudio térmico de la envolvente con el programa eCondena2.
- g) Estudio con georradar en el interior de la iglesia y el exterior.
- h) Estudio de la efectividad del pararrayos.

3. HISTORIA Y PATOLOGÍA DE LAS CÚPULAS HISTÓRICAS DE SALES.

3.1. Memoria histórica y descriptiva

De la ermita que fue la primera casa de la Virgen de Sales, Sueca (Valencia), que empezó a erigirse en 1362, poco o nada se podría saber, a excepción de los posibles restos arqueológicos que hubiera en el subsuelo, algún muro reconstruido o la tradición escrita. Según Burguera (3), la primitiva ermita tendría planta rectangular y una altura de unos 7 u 8 metros, se cerraría con una pequeña cúpula y espadaña y huecos para tres ventanas. Ahora bien, si nos centramos en datos históricos arquitectónicos y constructivos, podríamos poner en duda dicho aspecto, dado que aún a pesar de que la tradición con cúpulas se remonta al periodo bizantino, siglos IV-XV, en el territorio valenciano no se erigen hasta después del Concilio de Trento (1545-1563). Una de las primeras cúpulas valencianas fue la de la iglesia del colegio del Corpus Christi de Valencia a finales del siglo XVI, bajo el patronazgo de San Juan de Ribera (4).

Fue en 1613 cuando los franciscanos Descalzos tomaron posesión del inicial eremitorio de la Virgen de Sales. Tras los abandonos de los Descalzos y Capuchinos por las enfermedades que se contraían en Sueca por el clima y las tierras cenagosas, ciudad en pleno Parque Natural de La Albufera, el Concejo Municipal se empeñó en que los Franciscanos Observantes tomaran posesión del Convento de Ntra. Sra. de Sales en 1658. La iglesia se reedificó después de los efectos del terremoto de 1748; la primera piedra de esta se colocó en 1753. Tras las desamortizaciones del siglo XIX (5), el convento ha pasado a usos municipales; sin embargo, la iglesia, mantiene con fervor el culto religioso.



El templo de la Patrona de Sueca en 1856.

Figura 2. Grabado de la iglesia en 1856 y que figura la cúpula con tejas curvas. Autor desconocido

El edificio forma la esquina sureste de la manzana urbana formada tras la creación del convento, formalizando un eje de comunicación con el centro de Sueca y su pueblo vecino Riola,

siendo un ejemplo más de iglesia conventual. En la esquina se sitúa la iglesia y el campanario, siendo un hito en la planicie.

Algunos autores atribuyen la autoría al maestro de obras Juan Ximeno (6), pero es de presuponer que las trazas arquitectónicas corresponden a Fray Francisco Cabezas (7), personaje valenciano de gran importancia en la historia arquitectónica del siglo XVIII. Se considera su obra cumbre la iglesia de San Francisco el Grande de Madrid, la cúpula de mayores dimensiones de España con 33 m. y que no acabaría por envidia de Ventura Rodríguez (8).

La iglesia de Sales es la típica conventual, de arquitectura clasicista y de orden compuesto; esta se compone de una planta de cruz latina de tres naves con bóveda de cañón en la nave principal. Existe entre los contrafuertes un paso con arcos que da la configuración a las naves laterales y las capillas de estas -más bien tendríamos que citar altares porque no se forma más espacio que el que queda de la nave lateral-, que son de menor altura que la nave principal. En el crucero, el espacio en que se intersecta la nave principal con la transversal para formar la cruz latina, se eleva mediante tambor la cúpula peraltada, una cúpula cuya concepción original se encuentra desvirtuada y que, posteriormente, analizaremos. El cierre de la cruz la formaría el presbiterio, aprovechando los espacios libres laterales para ubicar la capilla del Santísimo y sacristía. Posee, además, un Trasagrario en cabecera sobre el que se asienta el camarín de la Virgen de Sales. En los pies, es decir, sobre la entrada de la puerta principal, se encuentra elevado el espacio de coro, que se comunicaría con una de las plantas altas del convento para el paso interno de los monjes a la iglesia. En la esquina más visible desde la calle de la Virgen de Sales, se encuentra como hito el esbelto campanario que nos recuerda a la arquitectura del arquitecto valenciano José Mínguez, sobrino del famoso barroquista Pérez Castiel (9).

La modulación de la iglesia de Sales está basada en trazas derivadas del cuadrado y del círculo, diferenciando dos niveles distintos. El primer nivel sería, mejor definido, la parte baja, formada por un intercolumnio con pilastras y capiteles planos de orden compuesto, entre los cuales se definen los arcos de medio punto, que comunican la nave principal con las laterales y dan mayor diafanidad a la iglesia. El entablamento forma la cornisa continua y divide ambos niveles para asentar la línea horizontal y focalizar el punto de vista hacia el altar. El nivel superior es el formado por el plano vertical del muro de cierre con los ventanales para iluminación del interior y de cubrición, donde una bóveda de cañón con lunetos sobre arcos fajones cierra dicho espacio. La decoración original era sobria, pero con el refinamiento de la arquitectura clasicista. Hay que advertir que la decoración actual ha sido fruto de recientes pretensiones de riqueza que han desvirtuado la originalidad de la obra, que en consonancia con las pautas de la arquitectura franciscana, tan solo se debe exhibir el dorado en las partes donde esté el Santísimo (10).

3.2. Cinco cúpulas en 150 años

Según la documentación escrita existente en el Arxiu Històric Municipal de Sueca, la construcción de la iglesia termina el 1772. Se cayó la cúpula por primera vez en 1790. Según testimonio de Francisco Vercher Tormo, fue el día de Todos los Santos de 1785 a las 5 de la tarde. A pesar de que la bibliografía da fechas distintas, cinco años de diferencia, sí es cierto que esa primera cúpula duró poco tiempo construida.

El 10 de Abril de 1857 se produce un desprendimiento de parte del tejado de la cúpula, y se arruinó el 3 de mayo del mismo año a consecuencia de las lluvias. Esta “nueva” cúpula, proyectada por Manuel Sorní, tenía la característica de estar cubierta por planchas de plomo, que precisaron nuevas reparaciones en 1863, por causa de fuertes vientos que arrancaron algunas placas de su cubrición.

Poco tiempo después, en 1897, dado el estado ruinoso y en contra de la opinión del maestro de obras Juan Viñoles, se procede a realizar la demolición de la cúpula y la ejecución de una nueva por el arquitecto Joaquín Arnau Miramón. Viñoles consideraba que todo origen de era debido a una mala cimentación de los pilares sustentantes, por lo que con la actuación de Arnau también se procedería a reforzar los cimientos.

Esta cúpula proyectada, más ligera y económica, disponía de tambor con ocho ventanas, cúpula parabólica y remate final ornamental. Estaba cubierta con tejas azules vidriadas y doradas, con nervios resaltados y remates en la cornisa a modo de acróteras. La cerámica era suministrada por la prestigiosa fábrica valenciana La Ceramo.



Figura 3. Vista de la iglesia y cúpula de 1897 desde el camino de Riola (oeste). Circa 1901 (archivo personal Pepe Segarra).

La cúpula de Arnau también necesitó una restauración por filtraciones de agua, por lo que hubo que reconstruirse la cubierta de la cúpula en su totalidad y se hicieron desaparecer los lucernarios primitivos. El arquitecto de dicha intervención fue Vicente Rodríguez Martín, aunque hay un desacuerdo en la fecha según en la documentación encontrada: 1917 o 1919.

En los primeros años de la década de 1980 se produce una reparación en la cúpula en su zona externa en el lado norte.

En 1995 se realizaron obras de restauración bajo la dirección del arquitecto José Luis Serrano Ferrando. Se intervino en bóvedas, en la cubierta de la nave longitudinal, ejecutando un zunchado perimetral y sobre los arcos fajones de hormigón

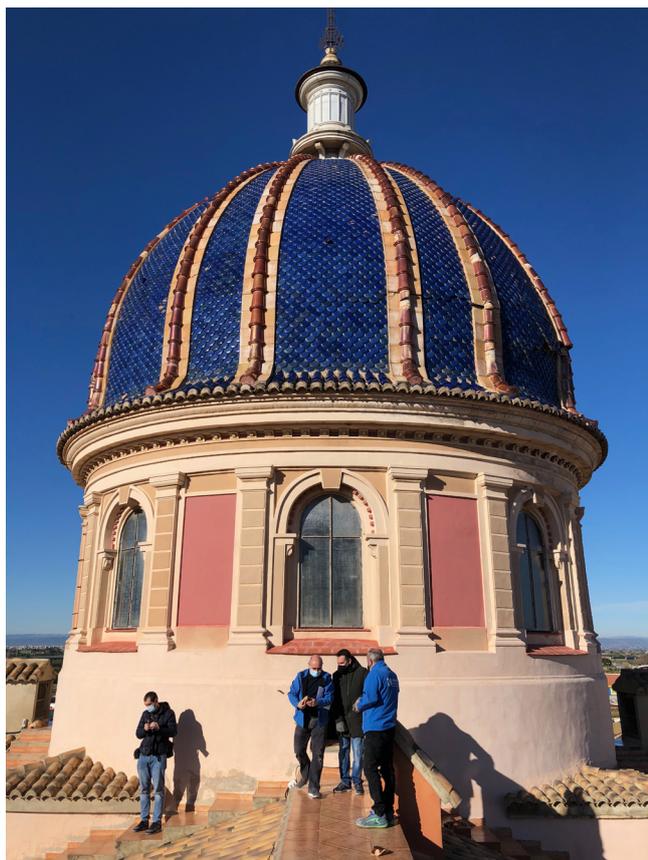


Figura 4. Vista de la cúpula de 1921 con su patología. Autores. 2021

armado y se restauraron las pinturas de las pechinas de la cúpula. En lo que respecta a la cúpula, también se realizó una reparación exterior (11).

3.3. Características constructivas de la cúpula modernista

Aunque visualmente aparente que estemos ante una cúpula de planta circular, esta es un óvalo y la cúpula está formada por dos hojas con la estructura metálica interior que une ambas y cuya anchura en el arranque (80 cm) es superior al del tambor (68 cm). La hoja interna está formada por una cúpula tabicada de dos roscas y con tendido de yeso por el extradós, existiendo unos óculos decorados de escayola, posiblemente coincidentes con las antiguas aberturas de iluminación que tenía la cúpula de 1897.

Existen costillas discontinuas de ladrillo dispuestas en disposición transversal que dibujan los óculos y que también están en forma de meridianos, sirviendo de rigidización de esta hoja interior. En la parte de la cámara queda la estructura metálica, que está formada por una serie de 8 meridianos en forma de cercha curva que dan forma a la calota, separados en torno a 4 metros. A 2 metros, aproximadamente, se disponen 8 perfiles en T también a modo de meridianos. La hoja exterior se apoya en un sistema de sustentación y rigidización de la estructura a base de perfiles en forma de T que, en los dos anillos de rigidización, se corresponden con perfiles en L que abrazan un conjunto de cerchas con cruces de san Andrés que traban con la hoja interior. En la base de la cornisa de la cúpula y dispuestos de forma radial se alternan perfiles metálicos en T invertida y dobles L en forma de T invertida. La unión de los distintos angulares que forman la estructura se ejecuta mediante roblones.

La hoja exterior estaba formada por tres roscas de ladrillo y cobertura de tejas. Las dos primeras eran de ladrillo de 3'5 cm a panderete, y de ellas solo apoyaba la primera en las T metálicas horizontales (6 cm). En la segunda rosca había algunos anclajes en forma de L y que dispuestas en posición horizontal quedaban ancladas a los perfiles T y evitaban su vuelco hacia el exterior. La tercera rosca era de 2'5 cm y sobre ella quedaban ancladas las tejas en forma de escama, a razón de 2 clavos por teja, unas 140 perforaciones por metro cuadrado. Existían otras piezas cerámicas como los tableros de color crema y las tejas curvas esmaltadas en bronce para el acabado de los nervios. En la base de la cúpula, el arranque sobre la cornisa estaba formado por tejas cerámicas curvas en azul cobalto. El mortero de agarre de las dos primeras roscas era pobre e, inexplicablemente, el de la última rosca con la cobertura de tejas era excesivamente rígido. Cierra superiormente la cúpula una linterna ciega de plancha de zinc con cobertura cónica con tejas en escama y sobre ella, una cruz y pararrayos.

3.4. Evidencias tras el desmontaje de la cúpula

En el desmontaje controlado (febrero de 2021) se retiró la zona en peligro de colapso, saliendo en bloques dada la rigidez del mortero de la cobertura de la teja. Este mortero imposibilitaba la retirada por capas y la recuperación de las tejas. De hecho, de las escasas tejas recuperadas existían restos de ladrillo en los clavos de anclaje de las tejas al soporte. En dicho proceso, se comprobaron los defectos de concepción y ejecución:

1. La plomada de la estructura metálica se sale del plano vertical hacia el extradós. El que sea un plano tan vertical cuestiona la idoneidad de la cobertura con albañilería. Las cúpulas históricas, las de albañilería del siglo XVIII, tienen una calota mucho más rebajada (12).
2. El tambor (67 cm) es más estrecho que el arranque de la cúpula (79 cm), cuestión que limita la carga a apoyar sobre el tambor, debiendo ser una cúpula ligera, como así fue concebida.
3. Existía un mortero de regularización entre los meridianos y la primera rosca de la hoja exterior para adaptar la hoja externa a la forma de la calota, siendo distintos los coeficientes de dilatación y, por lo tanto, la segunda hoja no estaba anclada a la estructura.
4. El mortero de agarre de las roscas externas era pobre y el de la cobertura era tan rígido que resultaba imposible desmontar las tejas sin romperlas; esto hizo que al comprimirse el tabiquillo de la primera rosca por el aumento de volumen de los paralelos metálicos por su corrosión, empujara a las roscas exteriores provocando grietas y la rotura de la cobertura sin que se desprendieran las tejas. Se entiende que hubiera tenido que ser al contrario para que la hoja exterior hubiera podido ser resistente y que las dilataciones térmicas fueran absorbidas por el mortero. Por otro lado, si con los cambios de temperatura y las diferencias volumétricas el mortero no puede dilatarse ni contraerse por su excesiva rigidez, será la teja la que se fracture.
5. Existían anclajes en L cuyas garras estaban sobre el tabiquillo exterior y el enganche sobre la estructura metálica, sistema para atar las hojas exteriores a la estructura y que no vencieran hacia el exterior; se supone que es más coherente que la garra de anclaje esté amarrada en la estructura soporte, en este caso, el armazón metálico.
6. En la base de la cúpula, la transición de tejas de escama a teja árabe en el arranque favorecía la filtración de agua y aparición de humedades en el interior de la iglesia. Se constató



Figura 5. Vista de la composición de la cúpula tras la demolición controlada. Adviértase el pandeo de la rosca exterior. Febrero de 2021, autores

- que en la cara norte existen hongos porque nunca le da el sol a esa zona y en el interior hay una gran mancha de humedad.
- Las tejas no estaban solapadas debidamente unas con las otras, por lo que no impidió la entrada del agua al interior y que agilizó el proceso de oxidación y corrosión de la estructura.
 - En el exterior de la cúpula existían 8 piezas especiales de ventilación, en forma cilíndrica, pero estas eran insuficientes para evitar las condensaciones interiores y, consecuentemente, la oxidación y corrosión de la armadura, hasta tal punto que el aumento de volumen de los perfiles paralelos T comprimió la primera rosca de la hoja exterior y su deformación hacia el exterior creó fuertes empujes que hizo se fracturara la hoja exterior y se abriera, al decir de la tradición oral, “como una granada”.
 - En el extradós de la cúpula en la cara sur, la menos vista, existían distintas U metálicas que formaban una escalera de pates hasta la linterna; se consideró oportuna su eliminación. Se estudió disponer de una escalera de servicio en la nueva cúpula. En la base de la linterna existe un hueco para poder acceder a la cámara de la cúpula.
 - Las barras metálicas dispuestas como paralelos en el arranque estaban trabajando a tracción, lo que significa que empujara a la hoja deteriorada hacia el exterior.

4. RESULTADOS

4.1. Resultados metodológicos

- Se ha encontrado en el Arxiu Històric Municipal de Sueca los distintos documentos que dan noticia a la caída de las cúpulas, así como presupuestos de construcción y repara-

ciones de las mismas. Por otro lado, hay distintas publicaciones de la historia del Convento y de la Virgen de Sales, destacando la de Burguera (op. Cit.)

- Levantamiento 3d del edificio con escáner Leica RTC360 y se obtuvieron después del procesado de la nube de puntos unas ortofotos de alzados y secciones para el estudio de los desplomes (13). No fue posible el vuelo con drones para toma de datos (14) por estar cerca de un Cuartel de la Guardia Civil con inhibidor de frecuencia. También se han realizado toma de datos, croquis con medidas y levantamiento constructivo de la cúpula.
- Inspección visual en la demolición donde se ha analizado la determinación de la componente constructiva estructural, la determinación de los morteros utilizados, plomadas y nivelación de la estructura y otros componentes, análisis de encuentros constructivos, encaje y ensamble de las tejas y anclaje de todos los elementos cerámicos y de albañilería (15).
- Comprobación del peso de los elementos cerámicos que componen la calota y que pudo determinar una masa de la cúpula de 60 Toneladas.
- Estudio estructural con el programa CID CAD – ANGLE, de la Universidad Politécnica de Valencia (16) y que se ha determinado que los paralelos de metal trabajan a tracción, favoreciendo el empuje de la hoja externa hacia el exterior, agravando las lesiones. Por otro lado, se comprobó que era necesario ampliar el número de meridianos reduciendo la luz como rigidización para efectos del viento. La “nueva” cúpula presenta una masa de 6 Toneladas.

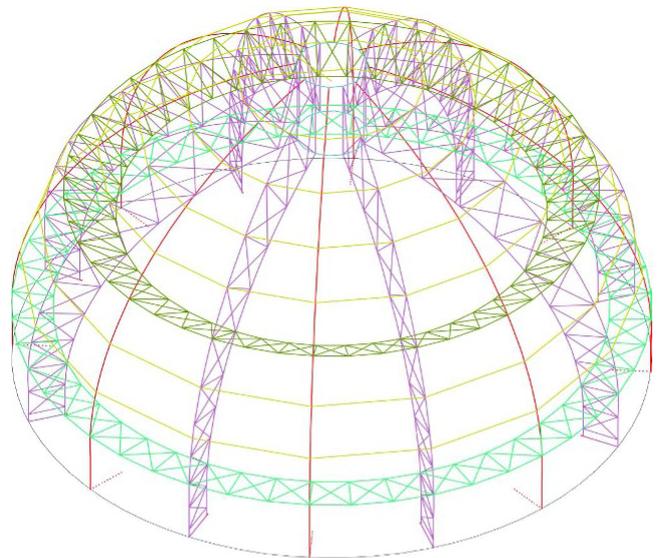


Figura 6. Modelización de la estructura metálica de la cúpula.

- Estudio térmico de la envolvente con el programa eCondensa2 (17). Se producen condensaciones en la primera rosca de la hoja exterior y esto ha podido incrementar la oxidación y corrosión de la estructura metálica.

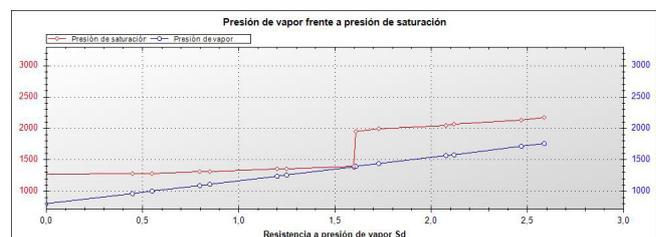


Figura 7. Estudio de condensaciones intersticiales con eCondensa2.

- g) Estudio con georradar en el interior de la iglesia y el exterior para poder determinar si existen criptas y enterramientos, además, de comprobar la afección de la acequia que discurre al lado de la iglesia y deficiencias del subsuelo dado el desplome del campanario y la existencia de grietas en las fachadas e interior (18).



Figura 8. Estudio del subsuelo con georradar.

4.2. Patología comprobada

La caída de parte de la cobertura de la cúpula puede deberse a diversos factores, que pueden presentarse aislada o conjuntamente. Aplicar una metodología ha supuesto que se establezcan las causas de las lesiones y su patología, o al menos, plantearse hipótesis. En este caso, se pueden determinar la siguiente patología:

1. Acción del rayo. La estructura metálica atrae a los rayos; que la cúpula tenga una punta franklin y un cable de descenso para conducir la descarga del rayo podría resultar ineficaz al trasladarse a través de la estructura metálica estos efectos. Además, el campanario, más alto y de fábrica, no tiene pararrayos, con lo cual la exposición y atracción de rayos hacia la cúpula y sus efectos devastadores no pueden soslayarse (19).
2. Oxidación de la estructura metálica. La estructura metálica ha sufrido los procesos de oxidación y corrosión, y al incrementar su volumen, haber sufrido alguna deformación o incluso rotura en sus perfiles o uniones. Se estima que esta estructura carece de protección y pasivado.
3. Dilataciones térmicas. Las dilataciones térmicas de la estructura de hierro provocan movimientos continuos que pueden generar daños, en tanto en cuanto las deformaciones son remanentes.
4. Incompatibilidad de materiales. Es posible que la rosca de ladrillo de la cúpula, que apoya sobre la estructura de hierro, pueda haber sido tomada con morteros de yeso, incompatibles con la estructura de hierro porque oxida esta.
5. Incompatibilidad de deformaciones y dilataciones. La rigidez de la fábrica de ladrillo con tejas clavadas acusaría de forma rápida las deformaciones provocadas por movimientos, dilataciones u oxidaciones de la estructura de hierro de la cúpula.
6. Acción del viento. No cabe desdeñar la exposición que la cúpula muestra al viento, que colabora sin duda a aumentar los esfuerzos a los que se somete y que, combinada con la acción de la lluvia, filtra el agua hacia el interior

de la cúpula y acelera los procesos de oxidación de la estructura.

7. Acción de la lluvia. La cúpula presenta encuentros complejos por los que filtra agua; además, las incipientes grietas y la fisuración de buena parte de sus escamas permiten la entrada del agua de lluvia, cuyo secado es complejo y colabora sin duda a la oxidación de la estructura metálica.
8. Condensaciones. La disposición constructiva de la cúpula puede previsiblemente provocar condensaciones en invierno: una hoja de albañilería (acaso un tabique de ladrillo macizo) sobre la que se ancla la teja, sin aislamiento térmico ni la masa suficiente, da lugar a humedades de difícil disipación, dado que la ventilación de la cámara es aparentemente insuficiente.
9. Deterioro en tejas y elementos de cobertura. Presenta los deterioros habituales, debidos al paso del tiempo, tales como rotura de piezas, falta de vidriado, craquelado en vidriado, etc.



Figura 9. Encuentro defectuoso con morteros porosos que no es ni impermeable ni estanco.

10. Oxidación de los anclajes. La teja está anclada mediante clavos, que por la época estimada de colocación (1917-1919), son clavos de hierro industriales, cuya oxidación e incremento de volumen estalla y provoca las fisuras continuas características que parten los elementos cerámicos.
11. Oxidación de elementos metálicos. Es posible que haya otros elementos metálicos cuya oxidación ha producido o produce daños. Se observa, por ejemplo, la existencia de unos pates de subida a la linterna (propios quizá para deportistas experimentados, inútiles para un mantenimiento efectivo) anclados sobre la teja y completamente oxidados. Pero también la cornisa parece denotar la existencia de unos perfiles metálicos que, volados, la sostienen, y cuya oxidación incipiente se marca a través del revestimiento actual.
12. Disgregación de los morteros. Los morteros de agarre y los de la fábrica que sustenta la teja tienen más de un siglo. Su permanente exposición a los agentes reseñados puede haber acelerado su disgregación natural por el paso del tiempo.
13. Mala resolución constructiva de algunos puntos clave; actuaciones históricas y contemporáneas. En la época de construcción de la última solución (1917-1919), no existían medios tecnológicos para garantizar una adecuada resolución de puntos clave, sin cuyo sellado e impermeabilización efectiva no se puede garantizar una adecuada impermeabilidad de la cúpula. En concreto, se pueden enumerar los siguientes puntos, sin carácter exhaustivo:

- Cornisa de la cúpula: la transición entre la teja de escama y la cornisa, que tiene teja vidriada azul, se hace a través de una cama de mortero, que no solo no es impermeable, sino poroso y absorbe las aguas que le llegan, que son máximas.
- Falta de sellado entre las piezas de separación de los gajos y las escamas: el agua que discurre por los laterales de estas piezas y las que le lanzan las escamas adyacentes penetran a través de los morteros en la fábrica de albañilería o estructura subyacente.
- Reparaciones con materiales modernos, como espuma de poliuretano, motivados por actuaciones urgentes, no globales, y seguramente con escasos medios.

5. LA NUEVA CÚPULA. CONDICIONANTES E INTERVENCIÓN

5.1. Hipótesis y condicionantes para una nueva cúpula

En la propuesta de nueva cúpula se ha trabajado con dos hipótesis principales y que establecen la condición de partida:

1. Que el acabado de la cobertura se reproduzca con tejas cerámicas similar a la existente. En este caso, sería necesario sustituir la estructura y, sobre todo, modificar la calota, rectificando la pendiente y el peralte de la cúpula, y cuya altura se vería rebajada en más de metro y medio, conservando la misma linterna. El principal motivo es evitar la verticalidad para aumentar el rozamiento y no tener que confiar la estabilidad de la cobertura a los anclajes sobre el soporte. La traza vendría definida por el método tradicional que ya

usaron Bramante, Palladio o Vitruvio. La materialidad de esta cúpula exterior sería con ladrillo macizo a rosca, formalizando una cúpula aparejada con el acabado exterior igual al de la existente. Así pues, la solución sería la de eliminar la estructura metálica, haciendo una hoja exterior más rebajada. Por otro lado, solo el coste del material de cobertura con las tejas cerámicas ascendería a más de 100.000 € (cien mil euros), una suma que multiplicaría el coste de la obra.

2. Realizar un acabado de la cúpula acorde a su configuración inicial con la estructura metálica, que es la idónea para este volumen y peralte. En tal caso se tendría que retirar toda la cobertura cerámica, pasivar la estructura metálica, proceder a su refuerzo, disponer tablas de madera duradera para recibir las tejas metálicas, tipo Tecu (cobre patinado) en su color verde. La linterna sería la misma, pues responde al modelo original. En este caso, la volumetría sería la misma pero variaría el color, que sería verde. Este color se observa en numerosas cúpulas, como la iglesia de San Carlos de Viena (Austria) o las valencianas de La Pobla de Vallbona, la vecina Albalat de La Ribera o San Roque de Benicalap, cuya teja en escama reproduce el color verde. Otra opción posible responde a la disposición de una cubierta de zinc (color gris) como la Colegiata de Xàtiva -también de estructura metálica- o la Basílica de San Pedro del Vaticano. El color azul solo puede conseguirse con aluminio lacado y entendemos que no es una solución noble ni ideal para este edificio patrimonial.

El escoger cobre patinado para el acabado es por diversos motivos: las planchas de zinc se oxidan con el paso de los años y le da un aspecto poco decoroso a un elemento de tanta trascendencia patrimonial como pueda ser una cúpula. Sin embargo, el óxido del cobre es verde y con el tratamiento que se le da a las tejas, la cúpula presenta uniformidad desde el primer día y se evita la destonificación de los distintos paramentos en función de si oxida o no, en especial en la cara norte donde no se recibe el sol.

Con anterioridad a esta cúpula, ya habían existido otros acabados exteriores con planchas de zinc y de plomo, tal y como figura en documentación histórica del Archivo Municipal de Sueca (20).

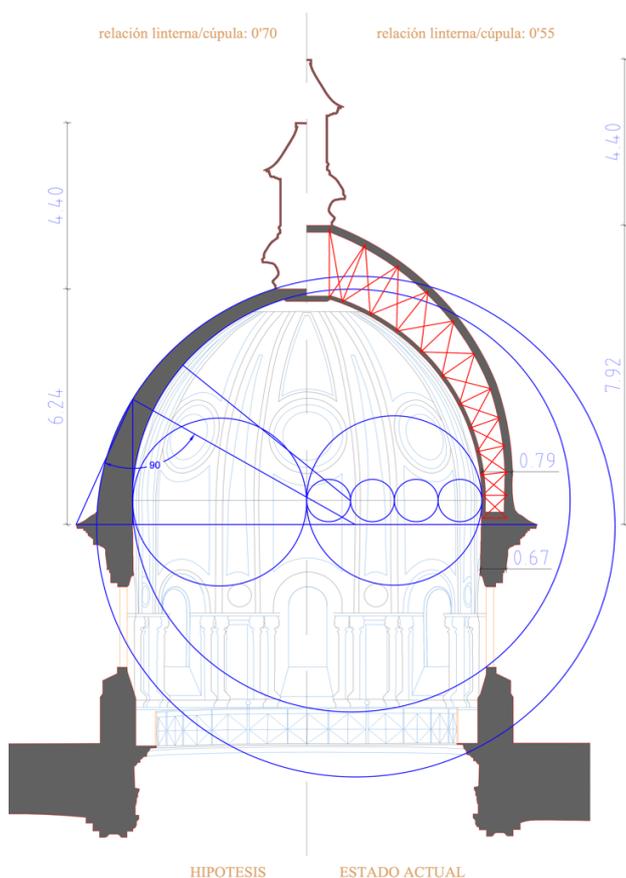


Figura 10. Semisección comparativa y trazado de la nueva cúpula con la opción de cobertura cerámica (izquierda) o con la volumetría actual (derecha), dando una diferencia de cota de 1'68 m.



Figura 11. Detalle de la cubierta de tejas de zinc de la cúpula de la Colegiata de Xàtiva (Valencia). Luis Cortés

Dado que esta cúpula iba a ser la sexta en apenas 250 años, es más compatible con la estructura y su calota una solución a hueso, no se modifica la volumetría de la cúpula, además, tie-

ne un peso mucho menor y en la futura reconstrucción puede venderse el cobre, siendo una inversión en lugar de un gasto, se decidió por la segunda opción. Con estas justificaciones no hubo ningún problema para conseguir la autorización patrimonial y actuar con urgencia.

5.2. Actuaciones previas

Se procedió, una vez dispuesto el andamio necesario y las medidas de protección colectivas, al desmontaje de la hoja exterior de la cúpula. Se decidiría, en función del estado de la estructura metálica, su actuación por bataches o de forma global. Los bataches son preferibles para proteger de las lluvias que puedan acaecer, pero dificultan el control geométrico y la buena ejecución de la obra. Se debía decidir en cada momento con objeto de preservar tanto la integridad del edificio como de ejecutar correctamente la nueva cobertura y tablero. Para el retiro de la cúpula, debía realizarse desde las partes altas hacia las bajas, retirando la teja y las tres roscas de ladrillo hasta descubrir la estructura metálica. Se debían evacuar los escombros para dejar limpio el lugar de trabajo y se disponía de un sistema de lonas que, en la medida de lo posible, impidieran la entrada de agua pluvial al interior del edificio.

5.3. Conservación de la estructura metálica y nueva subestructura.

Para la conservación de la estructura metálica, la de la cúpula de 1897, y el refuerzo con nuevos perfiles de acero se realizaron las siguientes tareas:

- Limpieza de la estructura existente.

Se limpió la estructura correspondiente a la construida por la Fundición Bartle de Valencia (21), quitando los restos deteriorados de pintura, protección ignífuga y otros revestimientos, mediante la proyección en seco de material abrasivo formado por partículas de silicato de aluminio, hasta alcanzar un grado de preparación Sa3 según UNE-EN ISO 8501-1. Se limpiaron de forma manual las exfoliaciones en perfiles metálicos oxidados, mediante medios y herramientas manuales. También se aplicó a toda la estructura un transformador de óxido (Oxi...no), conteniendo fundamentalmente cobre y otros elementos que la casa comercial no especifica su composición exacta (patente número 519.161) (22).

- Subestructura metálica

Se sustituyeron aquellos perfiles curvados en L que presentaban oxidación o mermas tales que impedían su conservación, por otros análogos. Previamente, se evaluó su estado previo y la forma de apoyar la nueva subestructura metálica. Una vez acometidas estas operaciones, se procedió al montaje in situ de la subestructura cuyo único objeto es partir luces de modo que el nuevo tablero de cubierta, de madera, no presentar luces excesivas y tuviera un mejor comportamiento frente a esfuerzos dinámicos del viento. El acero a emplear fue 275JR con perfil tubular laminado en caliente y pletina normalizada.

- Protección de la estructura metálica.

Se aplicó a toda la estructura una protección formada por una imprimación anticorrosiva bicomponente epoxy, con

dos manos hasta alcanzar un espesor total de 100 μm , y posteriormente se aplicaron dos manos de esmalte de poliuretano color blanco con un aditivo para pinturas e inhibidor de óxido (23).



Figura 12. Detalle del cuerpo superior con la antigua estructura y su refuerzo con perfiles rectangulares.

5.4. Tablero de cobertura

- Tablero marino de Okume de 15 mm

Se sustituyó el actual tablero de tres rocas de ladrillo confinadas en paralelos formados por dos perfiles en forma de L de 45 mm por un sistema de tablero marino de Okume de 15 mm de espesor atornillado a la estructura metálica, con juntas abiertas. Se ha previsto por la cara interior del tablero la fijación mecánica de una placa de 3cm de poliestireno extruido, de modo que se mejore la transmisión del calor que pueda suscitar la teja metálica.

Sobre el tablero de cobertura, se ejecutará un enlistonado –meridianos- cuyo ancho de listón estará en función de la dimensión de la teja propuesta. Se prevén listones de madera de Iroko cuperizada tratada con sales solubles en autoclave para clase de uso 3.1, según UNE-EN: 335:2013 y protección NP3 según UNE EN 351-1:2008 y P4 según CTE.

- Reparaciones de la cúpula interior con mortero de cal

Se ha previsto una pequeña partida para reparación de desperfectos que en la hoja interior pueda haber, con mortero de cal de dosificación a establecer en obra, estimada en descompuesto como 1:3.



Figura 13. Tablero de la hoja exterior de la cúpula.

5.5. Teja metálica de cobre

Se procedió al clavado de la teja metálica de cobre, de forma cuadrada girada 45 grados y se clavaron a los listones al menos en tres puntos que quedan ocultos por los solapes de las tejas superiores. Los clavos eran de cobre para evitar la oxidación por par galvánico (24) y se dispuso de nervios de 25 cm de anchura para dividir la cúpula en ocho faldones.

La característica básica de este acabado radica en su color turquesa tras los procesos de patinado y de envejecimiento. El color verdoso es el típico tras la oxidación del cobre, pero para evitar los distintos colores que pudiera ofrecer la cúpula, se decidió establecer un color uniforme y que, además, fuera duradero.

Las planchas llegaban a la obra tras recibir el tratamiento de patinado pero hubo una destonificación una vez dispuestas sobre la obra y que tras queja por parte de la Dirección Facultativa, la suministradora es cuando entregó la documentación de que debían envejecer para igualar tonalidades, sin poder especificar el tiempo dicho periodo, entre 1- 3 meses.



Figura 14. Revestimiento con lámina de polietileno de alta densidad y cobertura con tejas de cobre (Tecu).

Previamente, se dispuso de una lámina impermeable y transpirable de polietileno de alta densidad (HDPE), con el nombre comercial Tyvek, de la mercantil DuPont. Esta lámina, a su vez es una barrera de vapor para evitar condensaciones intersticiales, que según el documento de apoyo DB-HE/2, debe comprobarse para el mes de enero (25).

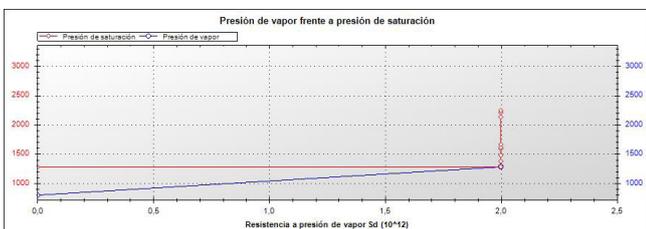


Figura 15. Estudio de condensaciones con eCondensa2. En este caso la presión de saturación en el cobre es ligeramente mayor a la de vapor, por eso ese pico en la gráfica.

5.6. Cornisa y tambor de la cúpula

Se tuvo la previsión de establecer un capítulo de presupuesto para proceder a las reparaciones que puedan precisarse en este importante elemento que aunque no era de la intervención de urgencia, pero sí se entiende que cúpula y tambor llegaran a formar un elemento arquitectónico único.

• Cornisa

En la cornisa, que recibe las aguas de la cúpula, la existencia de filtraciones históricas derivaron en disgregación de morteros y pérdida de estabilidad. La tarea consistió en la retirada de elementos sueltos e inestables, así como aquellos cuyo ladrillo estaba deteriorado. Se repararon los revestimientos con mortero de cal similar al existente con dosificaciones similares al pre-existente. No fue necesario realizar microcosidos. Se realizó un “zunchado” de mortero de cal con tubos de ventilación para favorecer ésta en la cámara que quedará entre la teja y los listones, y se retiraron los pates metálicos oxidados cuya función es incompatible con un mantenimiento actual en condiciones de seguridad laboral.



Figura 16. Vista de la cúpula desde la plataforma de trabajo creada a nivel del arranque de la cúpula para facilitar el trabajo.

• Tambor

Se realizó la limpieza de paramentos, en seco, mediante cepillos manuales y proyección de aire en seco, con eventual autorización para proyección de partículas blandas (silicato de aluminio, cáscara de almendra, o similar, autorizada siempre por la DF tras las pertinentes pruebas). Se retiraron las sales solubles que había en la cara norte y se pintó con pintura similar a la actual compatible –prevista como al silicato-. Se hizo un estudio cromático previo a la realización para determinar los colores originales.

- Ventanas metálicas

Se repararon las ventanas metálicas, pasivando sus partes accesibles y sustituyendo los sellados deteriorados que presentaban.

5.7. Remate

El remate y su cruz fueron restaurados, realizándose la limpieza en seco de sus paramentos, la protección de elementos



Figura 17. Vista de la cúpula y tambor tras su reconstrucción

metálicos, y la retirada de la teja cerámica y sustitución por teja de plancha. La cruz recibió un tratamiento preventivo a la oxidación y se modificó el pararrayos ampliando su efectividad, ya que al ser la cobertura de la cúpula de metal, es más atrayente a los rayos.

Para finalizar, se retejó parte de los faldones inferiores donde se había apoyado el andamio y se realizó la limpieza final de obra.

6. CONCLUSIONES

La materialidad de hojas externas de albañilería superpuestas a este tipo de estructuras metálicas no es la adecuada, ya que los distintos coeficientes de dilatación y los efectos del aumento de volumen por corrosión en una mala solución de impermeabilización provoca graves daños de imposible reparación, como ha sido el caso. Además, las condensaciones intersticiales han acrecentado la humedad y la oxidación y corrosión de la estructura. Por otro lado, el peralte de la cúpula es excesivo para una cúpula de albañilería con un acabado con tejas cerámicas, habiéndose detectado fallos de concepción inicial y también de ejecución.

Se puede entender que hubo una incompatibilidad de materiales con la estructura, además de que no estaba trabajando adecuadamente. Recordemos que 20 años después de ejecutada se modificó la cobertura y se varió la solución con albañilería y teja de escama cerámica. Después de ello, ha habido numerosas actuaciones de reparación en el siglo XX y, después de un siglo, su estado ruinoso aconsejaba una intervención de carácter global.

En la intervención propuesta y ejecutada, se entiende que se debía conservar la volumetría y buscar una solución acorde a la obra original de estructura metálica, por lo que el acabado debería ser de planchas de cobre para evitar efectos poco decorosos por la oxidación de otros acabados, como el zinc.

REFERENCIAS / REFERENCES

- (1) Moliner Cantos, E.; Cortés Meseguer, L. (2008). Iglesia de Ntra. Sra. de Sales de Sueca. Informe sobre la patología presente en el edificio y, en especial, en la cúpula sobre el crucero. Inédito.
- (2) Marín Sánchez, R. (2010). Fuentes para el estudio de las construcciones históricas. Apuntes asignatura Construcciones Históricas, ETSIE, Universitat Politècnica de València. Inédito.
- (3) Burguera Serrano, A. (1920) facsímil 2002. La milagrosa imagen de Nuestra Señora la Virgen de Sales y su magnífico santuario. Llibreria Sant Pere, Sueca.
- (4) Callado Estela, E.; Navarro Sorní, M. (2012). El patriarca Ribera y su tiempo. Religión, cultura y política en la Edad Moderna. Valencia: Institució Alfons el Magnànim.
- (5) Ferri Chulió, A. de S. (1979). Santa María de Sales. Patrona de Sueca. Sueca: Imprenta Palacios.
- (6) Bravo Hinojo, E.; Ferrer Álvarez, M. (2007). Patrimoni històric, artístic i cultural de Sueca. Universidad de Valencia.
- (7) Sanz Gómez, V. M. (2017). El insigne arquitecto enguerino Fray Francisco Cabezas (1709-1773). *Historia de Enguera: nuevas aportaciones*, 1994-2014. Ayuntamiento de Enguera.
- (8) García Ros, V. (1995). Ventura Rodríguez versus Fray Francisco Cabezas, Arquitecto valenciano. En *Saitabi: revista de la Facultat de Geografia i Història*, n 45: 169-189. <https://roderic.uv.es/handle/10550/27081>
- (9) González Tornel, P. (2010). José Mínguez. Un arquitecto barroco en la Valencia del siglo XVIII. Publicacions de la Universitat Jaume I.
- (10) Cortés et al (2014). Convento e iglesia de Sant Francesc de Benigànim. Historia y valor patrimonial. Ajuntament de la Vila Reial de Benigànim.
- (11) Serrano Ferrando, J. L. (1995). Proyecto de restauración del tejado de la iglesia de Sales. Inédito.
- (12) Soler Verdú, R. y Soler Estrela, A. (2015). Tipología de cúpulas tabicadas. Geometría y construcción en la Valencia del siglo XVIII. *Informes de la Construcción* Vo. 67, 538, e078. <http://dx.doi.org/10.3989/ic.13.180>
- (13) Gil Piqueras, T.; Rodríguez Navarro, P.; Cortés Meseguer, L. (2022). Primeras aportaciones del levantamiento gráfico digital al conocimiento del estado actual de la iglesia de Sueca (Valencia). *Más allá de las líneas. La gráfica y sus usos: XIX Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. EGA22. <http://dx.doi.org/10.31428/10317/11316>

- (14) Rodríguez Navarro, P.; Gil Piqueras, T.; Verdiani, G. (2016). Drones para el levantamiento arquitectónico: aplicación para la documentación de las torres del litoral valenciano. *El arquitecto, de la tradición al siglo XXI: docencia e investigación en expresión gráfica arquitectónica*. Universidad de Alcalá de Henares.
- (15) Soler, R., Martínez, A., Alonso, A. (2006). The eighteenth century brickwork domes in Valencia. En *Proceedings of The second Internacional Congress on Construction History*, Vol. 3 (pp. 2945-2963). Cambridge: Construction History Society.
- (16) Alonso Durá, A. (2003). Fundamentos de cálculo estructural. Universitat Politècnica de València. Servicio de Publicaciones.
- (17) Campos G. (2012). Econdensa2. Eficiencia energética y sostenibilidad en edificios. Area consulting.
- (18) García García, F. (2011) La geofísica no cartográfica: técnica no invasiva de alta resolución en el estudio del patrimonio histórico-artístico valenciano. Discurso ingreso en la Real Academia de Cultura Valenciana el 25 de octubre de 2011.
- (19) Código Técnico de la Edificación, DB SUA Seguridad de Utilización y Accesibilidad, SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo, modificaciones conforme al Real Decreto 450/2022, de 14 de junio (BOE 15/06/2022).
- (20) Arxiu Històric Municipal de Sueca, Urbanisme Públic, URB-23/1.
- (21) Arxiu Històric Municipal de Sueca, Urbanisme Públic, URB-43/1.
- (22) Ficha técnica oxi...no de la mercantil Werku Tools S.A. 2017.
- (23) Ficha de datos de seguridad del aditivo para pinturas Rustol-Owatrol oil de la mercantil DURIEU S.A. 2016.
- (24) Sánchez-Tovar, R (2012). Corrosión galvánica de cobre, aceros inoxidable y titanio en medios altamente concentrados en condiciones hidrodinámicas de flujo mediante técnicas electroquímicas. Tesis Doctoral inédita. Universitat Politècnica de València.
- (25) Ministerio de Fomento. Código Técnico de la Edificación, DB-HE/2 Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos.