

**COMPATIBILIDAD DE MATERIALES
Y TÉCNICAS**

El siglo XX contra veinte siglos

José Luis González Moreno-Navarro, Dpto. Construccions Arquitectòniques I.
Universitat Politècnica de Catalunya

El objetivo de este texto es destacar mediante algunos casos significativos algo casi evidente, pero que, como con tantas cosas evidentes, su olvido lleva al error grave. Y no busco tanto la audiencia de los veteranos en este campo, sino la de las nuevas generaciones, lo cual no deja de ser mi obligación como profesor universitario. El objetivo es destacar las particularidades que tiene el siglo XX frente a los cinco, diez, o hasta veinte siglos anteriores, en relación con las técnicas de la restauración conservativa de los monumentos¹.

Un hecho obvio, pero casi ignorado: siempre ha habido necesidad de restaurar

Un hecho evidente, pero generalmente olvidado, es que también durante esos pasados veinte siglos ha sido necesario reparar, reforzar, sustituir, reconstruir partes más o menos importantes de los edificios monumentales; es decir, la necesidad de reforzar no es un hecho propio del siglo XX.

Pero lo que realmente distingue el pasado siglo de todos los anteriores es que durante esos veinte siglos las técnicas con las que se hicieron esas reparaciones, refuerzos, reconstrucciones, etc. fueron las mismas con las que se construyeron todos los edificios intervenidos. Existió durante todos esos veinte siglos una casi total coherencia entre cómo se construía y cómo se reforzaba o reconstruía.

Obviamente, los indicios de que ello es así son infinitos, aunque habitualmente no se destacan y ese es uno de los motivos de esta reflexión. Y los vamos a encontrar en las fuentes que permiten reconstruir nuestra historia, los propios edificios y los textos que pueden haber sido editados o que se conserven en archivos en forma de manuscrito. Vamos a hacer un recorrido por algunos de ellos.

Los textos más antiguos

En una referencia a los tratados históricos no puede faltar el de Vitruvio, a pesar de que para nuestro caso no aporte ningún tipo de indicación sobre algo relacionado con la restauración. Su interés reside en que es el primer documento histórico en el que se expone con claridad cuáles han sido las bases de la construcción histórica válidas hasta entrado el siglo XX.

Para comprobarlo se ha de consultar su libro segundo dedicado a los materiales en los que aparecen la piedra, el ladrillo y el mortero de cal, para el que los romanos tuvieron la inmensa suerte de disponer de la puzolana como aditivo de portentosos efectos. Las referencias se completan con la de la madera y con la de la construcción de muros según las técnicas del hormigón romano, que no tiene nada que ver con nuestro hormigón actual y menos todavía si está armado.

Pues bien, esos materiales, aunque no la técnica para muros, se mantienen a lo largo de los veinte siglos siguientes.

Unos quince siglos después, aparece el primer tratado moderno de arquitectura, el *Re Aedificatoria* de León Bautista Alberti y a partir de él muchos más en los que obviamente los materiales utilizados siguen siendo los mismos: piedra, ladrillo, mortero de cal, etc.

De todos ellos vamos a destacar el citado de Alberti y el de Fray Lorenzo de San Nicolás que, si bien están dedicados a la construcción de obra nueva, son interesantes aquí dado que contienen criterios sobre cómo reparar, reforzar o reconstruir.

Alberti en el último capítulo del libro X da una gran cantidad de recomendaciones, por ejemplo, sobre cómo recalzar:

Así que cuando sea necesario proveer a los fundamentos, según sea el tamaño del edificio y la firmeza del suelo, cavareis una zanja estrecha y honda junto a la pared hasta que encontréis lo macizo y firme. Cavada por bajo la pared, rellenadla luego de piedra ordinaria y dejadla que endurezca. Cuando estuviere duro, cavaréis en otra parte otro semejante pozo y fábrica allí bajo de la misma suerte y dejadlo secar y de esta manera traspasando las cavaduras pondréis por debajo firmeza a la pared².

Unos doscientos años después, el otro gran escritor con experiencia constructiva, Fray Lorenzo, también hacia el final de su libro se preocupa de las operaciones de refuerzo o reparación:

Si la quiebra fuere en alguna pequeña parte del edificio como es en esquina algún pilar abierto por el mucho peso, en tal caso se remediará apoyándolo con muy fuertes vigas según el peso que haya de sufrir y la parte abierta se derribará y se tornará a reedificar de nuevo dejándolo apoyado hasta que se enjugue; y en hacer esto tendrás diligencia, previniendo todo lo necesario ante de empezar el reparo, porque el abrir y el reparar sea a un tiempo³.

Otros muchos autores posteriores también abordan cuestiones semejantes como Girolamo Fonda o el mismo Rondelet⁴.

Una fábrica gótica en el siglo XVIII

El acceso a documentos inéditos asociados a casos concretos de edificios, libros de obra, etc. (cosa nada fácil de conseguir a no ser por un encargo concreto) aporta una visión más específica, tal como he podido comprobar personalmente en relación con la Catedral de Mallorca⁵.

Las fuentes secundarias lo indican y la lectura de los libros de obra de la fábrica lo confirman: las bóvedas de la Catedral de Mallorca sufrieron muchísimos episodios de hundimientos y reconstrucciones o reparaciones subsiguientes. Entre 1575 y 1775 hubo que reconstruir o reparar muchos de los arcos, todas las bóvedas de la nave central y casi todas de las laterales.

Sobre el origen de todos esos desastres, en el estado actual de los estudios no se ha podido llegar más allá del nivel de las hipótesis. Las causas, en primer lugar, podrían encontrarse en que muchas de las bóvedas fueron construidas en épocas en las que ya se había dado la pérdida de los aspectos más sutiles y particulares de la técnica de los constructores góticos. Pero eso no explicaría todo; hay que añadir otras razones consecuencia del paso del tiempo como las que, según muestran todos los indicios, apuntan a que inicialmente la catedral no dispuso de un sistema de expulsión de aguas realmente eficaz. Lo cual provocó la disolución de los morteros entre dovelas lo que su vez llevó a que arcos y bóvedas perdieran compacidad.

La lectura de los manuscritos, cuyos fines no son una descripción de lo que se hacía, sino sus consecuencias económicas, no nos permite aclarar el detalle de cómo se repararon. En bastantes ocasiones, es la observación directa del edificio lo que en conjunción con todo lo anterior permite comprobar el método de reparación: los constructores tuvieron a bien dejar constancia de su actuación, tal como se ve en las fechas que a modo de graffiti dejaron marcadas sobre los sillares, sobre

las dovelas y obviamente también el diferente tipo de piedra y/o las diferentes patinas por diferentes periodos de tiempo (ver p. 207, arriba).

Y las técnicas no fueron otras que las propias de los siglos en las que se realizaron: el mortero y la piedra de marés con sus diferentes variedades de dureza y resistencia.

Sin duda, aquellos aspectos sutiles mencionados de los góticos habían desaparecido, pero a la vista de los resultados, se puede afirmar que los maestros renacentistas o barrocos fueron extraordinariamente eficaces.

Llegó un momento que se dejaron de producir todas esas mini-catástrofes en bóvedas y arcos, y el resultado actual es que después de más de doscientos años, bóvedas y arcos están en perfecto estado. Se puede decir que la Catedral de Mallorca exceptuando la fachada Oeste, reconstruida en el siglo XIX, no tiene ningún problema.

El siglo XIX y el hierro

La manera de intervenir en los edificios históricos en el siglo XIX está influida por la evolución de la técnica de obra nueva de ese siglo y sin duda el acontecimiento más relevante en los avances de la construcción es la utilización del hierro de diversas maneras. Como caso premonitorio de finales del XVIII, tenemos un ejemplo singular de ese maridaje entre fábrica y hierro en la Iglesia de Santa Genoveva de París reconvertida en Panteón de personajes ilustres por la Revolución (ver p. 207, abajo).

A lo largo del XIX, el hierro es el gran protagonista en obra nueva, y también en restauración. Los criterios según los cuales se hacían éstas fueron diversos, y en muchos casos confrontados. Así, por ejemplo, Viollet-le-Duc se opuso a la utilización de tirantes vistos porque según él los góticos sólo los utilizaban como sistemas provisionales⁶.

Pero, en cualquier caso, lo realmente importante es no olvidar lo que el gran teórico del siglo sentenció tanto para restauración como obra de nueva construcción. En sus *Entretiens sur l'architecture* defiende a ultranza la utilización del acero en la nueva arquitectura del siglo XIX, pero es perfectamente consciente de que es un material efímero. En una frase queda resumida su actitud (y también la del que escribe estas líneas):

La habilidad del constructor no solamente consiste en asegurar la bondad de los materiales y de los medios que emplea, sino también en conseguir que las diversas partes de su estructura puedan quedar siempre vigiladas, examinadas y si es necesario reparadas. En consecuencia, el hierro y la carpintería de madera deben, siempre que sea posible, quedar vistos, ya que estas materias son alterables y están sometidas a cambios en sus materiales⁷.

La consecuencia lógica de esta incuestionable afirmación aplicada a nuestro caso es que toda reparación o restauración de un monumento hecha con hierro ha de responder claramente a los criterios de accesibilidad y reversibilidad. Es decir, debe ser fácilmente accesible para ver su estado de conservación, tal como aconseja Viollet-le-Duc, y obviamente, reversible, por si su estado exige su sustitución, o por si al cabo de un cierto tiempo la ciencia y la tecnología nos ofrecen una solución más favorable para el monumento.

Finalmente, el siglo XX, el del hormigón armado

Lo que ocurre siguiendo el transcurso del tiempo cuando llegamos al titular de esta reflexión, el siglo XX, es bien conocido: el gran protagonista es el hormigón armado.

Pero antes de entrar en él es interesante dejar constancia de algo que en mi opinión ha tenido una influencia negativa. Ya en el siglo XX, al menos en el determinado entorno cultural en el que yo

me nuevo, alguien creyó que era capaz de superar el mismísimo gótico histórico desde el punto de vista estructural, y ese alguien no fue otro que Gaudí.

Como ya he demostrado o, al menos, intentado demostrar en varios escritos⁹, fue una creencia y un intento más bien frustrado, ya que el gótico histórico, de fábrica de piedra y mortero y un delicadísimo e inteligentísimo juego de equilibrios basados exclusivamente en la acción de la gravedad, en absoluto fue superado.

Pero es un error como tantos propios del siglo XX que se mantiene en el siglo XXI, tal como bastantes escritos han dejado constancia⁹.

Volviendo al tema, existen suficientes documentos que nos permiten comprobar que a lo largo del siglo XX los criterios y creencias de cómo el hormigón armado puede aportar soluciones a los problemas reconstructivos pasan de una confianza inicial entusiástica, incluso recogida por la Carta de Atenas, a una opinión generalizada radicalmente contraria. Lo cual es fruto sencillamente de la comprobación de algo que se podría haber previsto: la oxidación imparable del hierro y las diferencias de comportamiento estructural entre las fábricas históricas y el hormigón armado¹⁰.

Sin embargo, ya en el siglo XXI, podemos encontrar técnicos que no piensan así y que, a pesar de todo lo dicho, abordan refuerzos de magníficas iglesias góticas siguiendo la técnica del siglo XX ignorando no sólo la experiencia de los veinte siglos anteriores sino la del mismísimo siglo XX que ya ha dejado bien clara su incompatibilidad con la fábrica histórica¹¹.

Las nuevas técnicas de análisis estructural que se ayudan de los ordenadores no ayudaron en este caso a comprender la realidad del edificio y los prejuicios que, según mi opinión, provocó Gaudí en su vana pretensión también llevaron a pensar que un edificio del siglo XIV, a pesar de aguantar seiscientos años, podía tener algún defecto de forma original.

Una suposición sugerente, cuatro casos y una conclusión incuestionable

¿Y si hubiera existido ya el hormigón armado en el XVIII?

Pero, volvamos al siglo XVIII. Imaginemos que ya entonces hubiera existido la técnica actual del hormigón armado. De hecho, hubiera podido ocurrir, no estaban tan lejos de conseguirlo. Y vamos a suponer que aquellos constructores mallorquines enfrentados a su extraordinaria construcción gótica la hubieran reparado a la manera del siglo XX. ¿Qué nos encontraríamos hoy pasados doscientos años? La respuesta es bastante fácil. Sólo hay que comprobar qué ha ocurrido con aquellos casos en los que se hicieron obras, no de hormigón armado, pero sí de fábrica armada.

Los casos de Santa Genoveva de París y el pináculo de Peyronnet

Si volvemos al edificio ya citado anteriormente, la Iglesia de Santa Genoveva de París, con sus doscientos años encima, nos encontramos con un edificio que, como le denominan sus restauradores, es un gran enfermo¹². Todo el hierro, puesto para obviar las formas propias del equilibrio gravitatorio que habían determinado la expresión arquitectónica durante los siglos anteriores, se está oxidando irremediablemente. Su expansión volumétrica rompe las piedras¹³ (ver p. 208, arriba).

En la actualidad, después de varios años cerrado, se puede visitar el edificio, pero siempre bajo un sistema protector que protege al turista del riesgo de una piedra desplazada por el óxido y sometida a la ley de la gravedad (ver p. 208, abajo).

El otro caso lo vamos a encontrar precisamente en la Catedral de Mallorca, en la nueva fachada que Peyronnet construyó a partir de 1850.

En una de mis primeras visitas al edificio se me preguntó que cuáles podían ser las causas de que los pináculos tuvieran unas roturas bastante preocupantes (ver p. 209, arriba).

A la vista del tipo de grietas y desplazamientos de las piedras, expuse la hipótesis de que podía, siendo una obra del siglo XIX, haber algún elemento metálico en el interior. La prospección posterior confirmó esa hipótesis.

La pregunta es obvia, ¿ocurrirá lo mismo con las infinitas bóvedas que el siglo XX ha reforzado? ¿qué ocurrirá con todo el hormigón armado que el siglo XX ha puesto junto o/y dentro de las fábricas históricas que pretendían reforzar, con el hierro bien escondido olvidando el sentido común violetiano? ¿cuál será el legado del siglo XX que cambió radicalmente lo que se hizo durante los veinte siglos anteriores? ¿habrá que esperar al 2206 para saberlo? O, ¿ya lo podemos adivinar ahora?

Los casos de las catedrales de Sevilla y de Noto

La comparación entre estos dos casos catedralicios es muy útil para ver además el otro efecto brutalmente negativo del hormigón armado.

En 1881 dieron inicio en la Catedral de Sevilla un conjunto de obras de restauración de elementos estructurales debido al deterioro de sus materiales y la aparición de fisuras y ciertas deformaciones que habían puesto sobre aviso a los conservadores del edificio. La dirección de los trabajos fue encargada al arquitecto Adolfo Fernández¹⁴.

Es muy interesante analizar las polémicas sobre la utilización de piedras diferentes a las originales como consecuencia del criterio de autenticidad ya vigente en aquel momento. Dado que la piedra original era de mala calidad, la decisión, menos auténtica pero más eficaz, fue sustituirla por piedras más resistentes y compactas.

Los trabajos fueron realizándose con las dificultades habituales que presentan este tipo, grandes cimbras, etc., hasta que se produjo un hecho catastrófico el 1 de agosto de 1888: el colapso del pilar del ángulo sur-oeste del crucero que dejó sin soporte a las partes de las cuatro bóvedas que sobre él se apoyaban que también se hundieron (ver p. 209, abajo).

Sin lugar a dudas, fue un hecho dramático que marcó el resto de la vida del arquitecto, a pesar de que todas investigaciones llegaron a la conclusión de que la causa del colapso no habían sido los trabajos del curso, sino que se debía al muy habitual problema que tienen muchos pilares históricos: la diferencia de calidad existente entre el núcleo de cascote y el paramento de sillería que lo envuelve.

Todos los indicios apuntaron a que, independientemente de los trabajos, ese pilar tenía que haberse colapsado en algún momento; el defecto de origen era sin duda la causa. Con todo, tal como se ve en dibujo, el fallo sólo afectó a más o menos la mitad de cada una de las cuatro bóvedas (ver p. 209, abajo).

En los años siguientes se reconstruyó todo tal como era, de manera que hoy no se puede distinguir la parte original del edificio y la restaurada al final del siglo XIX.

El caso de la Catedral de Noto se nos presenta unos ciento y pico años después, en 1996. El día 13 de marzo a las 11 de la noche, sin que hubiera nadie en la nave, se derrumbaron todas las bóvedas y cubiertas que la cubrían junto con la mitad de tambor y cúpula del crucero. No hubo ningún terremoto, ni se estaba realizando ningún trabajo aunque sí se habían detectado en alguno de los pilares fisuras verticales que ya habían requerido la presencia de un equipo de especialistas a los que no les dio tiempo a emitir su dictamen. El hundimiento arrasó con todo¹⁵ (ver p. 210, arriba).

Después de intensísimos debates en los medios especializados italianos en los que participaron gran cantidad de profesionales, se decidió reconstruirla tal como era, de igual manera que se había hecho en Sevilla cien años antes.

La decisión, obviamente, planteó las dificultades conceptuales propias del siglo XX, cartas de Venecia y Atenas, problemas que no se habían planteado de una forma tan intensa en el caso sevillano. Con todo, se decidió restaurar *dov'era* y *com'era*.

La primera pregunta que se planteó, una vez tomada esta decisión, era ¿por qué había caído tal cantidad de masa construida? Tal fue la importancia concedida a la cuestión que se organizó una campaña arqueológica en la que se levantaron pieza por pieza los escombros con tal de encontrar la razón del colapso. La conclusión fue muy clara. Había colapsado uno de los pilares y la razón de ese colapso era la misma ya citada para la Catedral de Sevilla, el mal estado, defecto de origen, del núcleo en relación con la sillería que lo envolvía.

Pero inmediatamente la siguiente pregunta fue ¿por qué afectó a una parte tan grande del edificio y no sólo a una parte? Es decir, la consecuencia del colapso de un pilar debería haber sido como la de Sevilla.

La respuesta también quedó muy clara: en los años 50 del siglo XX se había decidido sustituir la cubierta de tejas por una cubierta mucha más efectiva y propia de la época como era una cubierta plana y ésta se colocó sobre un forjado de hormigón que tenía además la "virtud" de arriostrar todo el conjunto.

Pues bien, lo que quedó muy claro después de todas las investigaciones es que la causa de que el colapso de un pilar afectara a toda la nave, incluso a media cúpula, fue que el forjado de hormigón arrastró a todo el conjunto.

Es decir, una temprana comprobación del fatal legado que nos ha dejado el pasado siglo.

Conclusiones consecuentes sobre cómo restaurar

Cómo hay que restaurar

La lección que se puede extraer de la comparación de lo actuado en el siglo XX con lo habitual en los veinte siglos anteriores queda bastante clara. Los edificios de obra de fábrica histórica basados en piedra, ladrillo y mortero de cal tienen problemas y es preciso restaurarlos, sin duda.

Todo indica que una restauración bien hecha con esos mismos materiales puede durar siglos, como se comprueba en la Catedral de Mallorca. Por contra, la experiencia deja claro que las restauraciones o refuerzos con hormigón armado no van a durar siglos, sino bastante menos, es decir, el tiempo que ya sabemos por experiencia adquirida hasta el presente que puede durar un hormigón armado en el mejor de los casos.

¿Cuál es el camino a seguir? Obviamente no se trata de actuar como si fuéramos constructores del siglo XVIII o anteriores, ya que eso es prácticamente imposible. Pero sí es importantísimo adoptar criterios para que las obras de restauración o refuerzo sean lo menos lesivas para la fábrica existente. Y si bien lo perfecto es inalcanzable, sí nos deberemos acercar al máximo de reversibilidad posible.

Todos estos criterios ya han sido acordados por una gran cantidad de expertos reunidos en la comisión pertinente de ICOMOS y en consecuencia no hace falta detallarlos aquí, por lo que es conveniente entonces remitirnos al documento que los recoge¹⁶.

Un ejemplo, Noto

La reconstrucción de la Catedral de Noto, *dov'era e com'era* es un caso máximo de la adopción de esta actitud: recuperar al máximo las técnicas históricas pero sin renunciar en absoluto a las

actuales no lesivas y reversibles y a todos los instrumentos de conocimiento que ha elaborado el siglo XX y siga elaborando el siglo XXI.

Las piedras utilizadas se han analizado en profundidad para determinar su perfecta adecuación a la obra, al igual que se han decidido los tipos de mortero después de ensayar diferentes composiciones y tipos de cales hidráulicas. Las piedras han contado con las técnicas más avanzadas y la colocación en su lugar se ha realizado mediante todos los procedimientos habituales del siglo XXI, etc. (ver p. 210, abajo).

En consecuencia, quedará una parte nueva del edificio en perfecta sintonía con la parte que quedó en pie ya que los materiales y la configuración de los nuevos elementos constructivos es exactamente la misma o incluso mejor. Este criterio se aplicó incluso, en una costosísima operación, para sustituir todos los pilares que habían quedado sin colapsar porque se pudo comprobar que eran tan malos como el que había dado lugar al colapso general.

Noto es un ejemplo máximo de cómo actuar en el siglo XXI, recuperando lo mejor de las técnicas históricas y utilizando lo mejor de las técnicas de conocimiento y puesta en obra del siglo XXI.

Tareas para el siglo XXI

Para acabar, creo oportuno seguir el hilo que ya planteé en la anterior Bienal¹⁷ sobre las normativas que nos iban a caer encima y que, de hecho, han tenido que pasar estos años para que realmente nos hayan caído. Me estoy refiriendo, obviamente, al Código Técnico.

Quizá el hecho de que el CTE no solucione en absoluto el problema de la sanción estructural de los edificios históricos, a los cuales ignora de raíz¹⁸, permita definitivamente que textos como los ya citados de ICOMOS sirvan para elaborar alguno de los documentos reconocidos que el código propone para remediar sus faltas.

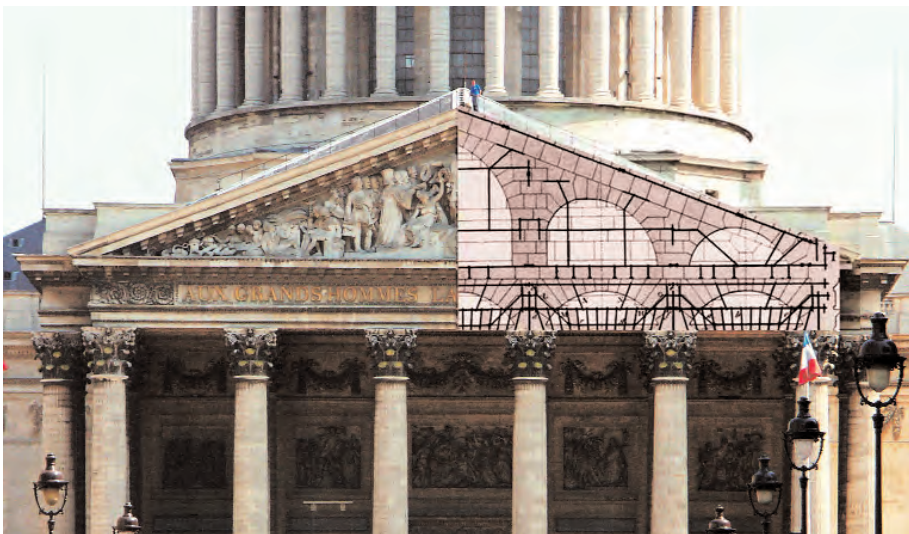
Es una oportunidad que no podemos perder para que, al menos, el siglo XXI no se ponga en contra de los veinte anteriores al XX.

Notas

- ¹ Sobre la opinión del autor sobre la restauración y el siglo pasado, véanse además dos artículos escritos en 2006, todavía no publicados hoy: GONZÁLEZ, José Luis. Las estructuras históricas y el siglo XX: un desencuentro transitorio. *Publicación Final* del Master de Restauración de la Universitat Politècnica de València; y GONZÁLEZ, José Luis. Ciencia, historia y técnicas de intervención. *Publicación del X Aniversario* del Master de Restauración de la Universidad de Alcalá de Henares.
- ² ALBERTI, León Baptista. *Los Diez Libros de Arquitectura de Leon Baptista Alberto. Traduzidos del Latin en Romance*. [por Francisco Lozano] Madrid: Casa de Alfonso Gomez, 1582 (Ed. facs. Colegios Oficiales de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 1975). Adaptación de la cita hecha por el autor.
- ³ SAN NICOLAS, FR. Laurencio De. *Arte y Uso de Architectura. Compuesto por Fr. Laurencio de S Nicolas, Agustino Descalço, Maestro de obras*. S. I., s.f. [1639] (Edición facs. Valencia: Colección Juan de Herrera dirigida por Luis Cervera Vera, Albatros Ediciones, 1981). Adaptación de la cita hecha por el autor.
- ⁴ FONDA, Girolamo. *Teoria e Pratica di Architettura Civile per istruzioni Della gioventù specialmente romana*. Roma, 1788.
- RONDELET, Jean. *L'art de bâtir*. París, 1802-1818. Sobre los aspectos constructivos de los tratados históricos, véase: GONZÁLEZ, José Luis. *El legado oculto de Vitruvio. Saber constructivo y Teoría arquitectónica*. Madrid: Alianza, 1993.
- ⁵ Estudios sobre la fábrica de la Catedral de Mallorca actualmente en fase de elaboración por el equipo formado por J.L. González (arquitecto), Pere Roca (ingeniero de caminos), Joan Domenge (historiador), Màrius Vendrell (geólogo), Leandro Cámara (arquitecto), Pablo Latorre (arquitecto), Jaume Clapés (físico) y Oriol Caselles (físico).
- ⁶ GATIER, P-A., ALDRIN, Th. L'utilisation du fer dans les restaurations au XIX e siècle. *Monumental*, n.º 13, junio 1996.
- ⁷ VIOLLET-LEDUC, Eugene-Emmanuel, *Entretiens sur l'architecture*, tomo II. París, 1872, p. 68. La traducción de la cita es la hecha en: GONZÁLEZ (1993) *El legado oculto de Vitruvio*, p. 261.
- ⁸ GONZÁLEZ, J.L., CASALS, A. *Gaudí y la razón constructiva. Un legado inagotable*. Madrid: Akal, 2002.
- ⁹ BUXADÉ, C. MARGARIT, J. "Estructura y espacio. En GIRALT- MIRACLE. D. (ed.) *La búsqueda de la forma*. Barcelona: 2002; GÓMEZ, J. et aliter, *La Sagrada Família : de Gaudí al CAD*. Barcelona: 1996; TOMLOW, J. L'esprit de càcul en l'obra arquitectònica de Gaudí. En AA.VV. *Gaudí 2002. Miscel·lània*. Barcelona: 2002.
- ¹⁰ ESPONDA, Mariana. *Evolución de los criterios de intervención con hormigón armado en la restauración de edificios históricos en España y en México*. Tesis doctoral dirigida por José Luis González. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona: 2004. Se puede consultar un extracto muy extenso en: www.tdx.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0426104-104024/
- ¹¹ L'any nou portarà una nova fase d'obres a la Seu per a garantir el futur de la seva estructura. *Regió7*, 7 diciembre 2002, Manresa
- ¹² BAPTISTE, H. Six ans au chevet d'un grand malade. Le Panthéon. *Symbole des revolutions*, Picard (s.l.). 1989 ; BAPTISTE, H. Dis ans d'investigations au Panthéon. Au chevet d'un grand malade. *Monumental*, n.º 13, junio 1996.
- ¹³ En GONZÁLEZ (1993) *El legado oculto de Vitruvio*. En pp. 179-188 se explica con detalle las razones por las que se construyó en fábrica armada y la predicción hecha por Pierre Patte en 1800 sobre su indefectible futura ruina, la cual empezó a manifestarse en 1980.
- ¹⁴ GONZÁLEZ-VARAS, IGNACIO. *La catedral de Sevilla (1881-1900)*. Sevilla: Diputación de Sevilla, 1994; GÓMEZ DE TERREROS, MARIA DEL VALLE. Adolfo Fernández Casanova y la restauración de la catedral de Sevilla. Los procedimientos de ejecución de las obras. *El espíritu de las antiguas fábricas*, Sevilla: FIDAS, 1999; JIMÉNEZ, A. et aliter. *La catedral de Sevilla*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2006.
- ¹⁵ DE BENEDICTIS, ROBERTO, TRINGALI, SALVATORE: *La Ricostruzione della Cattedrale di Noto*, Noto: L.C.T. Edizioni, 2000.
- ¹⁶ ISCARSAH (International Scientific Committee for Analysis and Restoration of Structures of Architectural Heritage), *Recommendations for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage*. El texto consta de dos partes Principios y Pautas. En la 14ª Asamblea General de ICOMOS celebrada en Victoria Falls, Zimbabue, en octubre de 2003 fueron adoptados oficialmente los Principios. Traducción al castellano: *Recomendaciones para el análisis, la conservación y la restauración estructural del patrimonio arquitectónico* (traducción de Agnès González Dalmau. Revisada por José Luis González Moreno-Navarro y Pere Roca Fabregat) Edición para el Cursillo sobre Intervención en el Patrimonio Arquitectónico. Colegio de Arquitectos de Cataluña. Barcelona: 2004.
- ¹⁷ GONZÁLEZ, J.L. La restauración monumental en la España de la L.O.E. y su Código Técnico (del 2003 en adelante). *2ª Bienal de la Restauración monumental (Vitoria-Gasteiz, 21-24 de noviembre de 2002)*, Vitoria-Gasteiz: 2004.
- ¹⁸ GONZÁLEZ, J.L. El Código Técnico de la Edificación y el Patrimonio Arquitectónico. *Patrimonio Cultural y Derecho*, n.º 10, 2006, pp.-263-269. Basado en el estudio *El nuevo Código Técnico de la Edificación y la restauración arquitectónica. Primera fase: estado de la cuestión*, encargado por el Consejo Superior de Arquitectos de España. Barcelona: 2006.



Inscripción sobre la bóveda de la Catedral de Mallorca reparada en 1743. Foto: José Luis González Moreno-Navarro



El pronaos de la Iglesia de Santa Genoveva de París es uno de los primeros ejemplos de sillería armada al servicio de unas formas arquitectónicas fuera de escala. Foto: José Luis González Moreno-Navarro con un detalle extraído de RONDELET, Jean. *L'art de bâtir*. Paris, 1802-1818



Desperfectos graves debidos a la oxidación de las armaduras que sostienen los sillares y dovelas en el interior de de la Iglesia de Santa Genevova de Paris.
Foto: Jose Luis González Moreno-Navarro



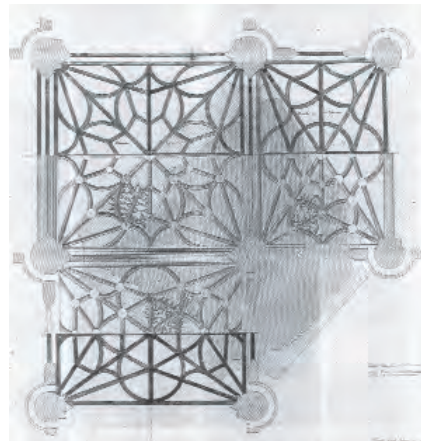
En la actualidad en la Iglesia de Santa Genevova de Paris se han reparado los desperfectos anteriores pero no se ha podido detener el proceso de rotura de la piedra lo cual obliga a limitar la zona visitable y proteger ésta con redes. Foto: José Luis González Moreno-Navarro



Rotura de los sillares por oxidación de un cable-zuncho interior en uno de los pináculos decimonónicos de la Catedral de Mallorca. Foto: José Luis González Moreno-Navarro



Colapso dramático pero local debido al fallo de pilar del ángulo sur-oeste del crucero de la Catedral de Sevilla en 1888. Fuente: *El espíritu de las antiguas fábricas*. Sevilla: FIDAS, 1999



Zona parcial que quedó afectada por el colapso del pilar en la Catedral de Sevilla en 1888. Fuente: *El espíritu de las antiguas fábricas*. Sevilla: FIDAS, 1999



En la Catedral de Noto, el colapso de un pilar afectó a toda la nave y parte de la cúpula debido al efecto de arrastre que ocasionó un "veintestigero" forjado de hormigón armado soporte de una siglo "veintestigera" cubierta plana. Fuente: DE BENEDICTIS, ROBERTO, TRINGALI, SALVATORE: LaRiconstruzione della Cattedrale di Noto, Noto: L.C.T. Edizioni, 2000



En la reconstrucción de la Catedral de Noto se recuperó en sillería (sin armar, obviamente) todo el conjunto de pilares y arcos que dan soporte a la recuperada cubierta a dos aguas y a la bóveda de cañón seguido encamionada del interior. Foto: José Luis González Moreno-Navarro

Metodología para la interpretación en revestimientos policromos renacentistas en Álava

Mercedes Cortázar García de Salazar, Dolores Sanz Gómez de Segura, Diana Pardo San Gil, restauradoras. PETRA S.COOP

Los templos pincelados del Renacimiento en Álava

Pedro Luis Echeverría Goñi no es un historiador del arte al uso; desde hace ya bastantes años su pasión por el arte marginal le ha llevado a perseguir a los pinceladores que, durante el siglo XVI, pintaron de arriba a abajo las iglesias de Álava y sus alrededores sin dejar ningún hueco libre.

Echeverría Goñi, profesor titular de Historia del Arte en la UPV-EHU, lo expresa a la perfección: “La pinceladura mural es un procedimiento pictórico que tuvo un espectacular auge durante el siglo XVI en Álava como acabado arquitectónico, catequesis iconográfica y complemento decorativo de los templos medievales y principalmente de los fabricados en estilo gótico-renacentista. Cerca del setenta y cinco por ciento de las actuales iglesias parroquiales de este territorio fueron construidas en todo o en su mayor parte en esa centuria, no dándose por acabadas las obras hasta haber recibido el enyesado de sus muros y la decoración pictórica. La restauración de los conjuntos todavía hoy recuperables puede ofrecernos una idea siquiera lejana de lo que fueron unas fábricas totalmente pintadas y hacer más lamentable el picado irracional de muros de mampostería, moda que se ha extendido como un reguero entre 1960 y la actualidad. Esta actitud relativamente reciente contrasta con las renovaciones periódicas solicitadas por administradores y feligreses del ajuar pictórico de sus templos entre los siglos XIV y mediados del XX. A lo largo del siglo XVI estuvieron establecidos un buen número de pintores cualificados como maestros de pincelar iglesias en relación con el mercado alavés en Vitoria, centro por excelencia de esta especialidad, Orduña, Mondragón y Munain entre otros. Fue tal la maestría de estos artistas en la pintura mural que su concurso fue solicitado regularmente para obras de este tipo en localidades de los territorios vecinos de Navarra, Vizcaya y Guipúzcoa”.

A Echeverría Goñi le ha costado conseguir avaladores de su hipótesis porque, o bien los trabajos de estos artistas están ocultos bajo una secuencia de capas de enlucido, o no están en iglesias con un gran interés arquitectónico, o directamente han desaparecido “gracias” a ese afán “restaurador”, surgido a partir de mediados del siglo XX, con unas ideas muy claras: eliminar todos los revocos y enlucidos viejos y sucios para dejar limpios esos muros de mampostería sin que nada interfiera y así dar paso a la piedra, aparentemente mucho más noble.

Evidentemente, a algunos se nos cae el alma a los pies nada más traspasar la puerta de algunas iglesias y comprobar que su interior está pelado y no queda nada, salvo los muros desnudos y fríos que nuestros antepasados prepararon para que hiciera su trabajo el último gremio que permitiría dar por acabado el templo, la cuadrilla de pinceladores.

Con el tiempo y la credibilidad que da el trabajo bien hecho, Pedro Echeverría ha ido convenciendo a cada vez más personas: Juan Ignacio Lasagabaster, arquitecto que la mayoría conocéis, miembro del Partal, y muchas otras cosas más que quedarán reflejadas en la autoría de su comunicación, desmoralizado en muchas ocasiones ante experiencias anteriores al encontrarse esos interiores fríos y desnudos que hemos mencionado anteriormente, quedó prendado de las hipótesis de Pedro que daban mayor consistencia a su impotencia. Por ello, él ha intentado no ya evitar, sino prohibir, que se tocaran los muros con revestimientos, por muy toscos que parecieran. En muchas ocasiones no lo ha logrado, pero lo sigue intentando entre otras cosas mediante el inventario de las iglesias de Álava, en el que se recoge toda la información sobre el patrimonio, mueble e inmueble, que incluye los revestimientos o restos de ellos que aún queden, aunque se trate aparentemente de meros encalados.

También el Servicio de Restauraciones de la Diputación Foral de Álava, concedor de las teorías de Pedro, fue avisado en ocasiones de la aparición de “algo” que podían ser pinturas en los fragmentos de enlucido que se encontraban en el suelo tras haber picado un muro; ellos han solicitado algunos de los estudios que en la actualidad estamos realizando, en concreto el de la capilla de Santiago de Aguiñiga-Ayala y la parroquia de San Cristóbal de Heredia-Barrundia, ambas en Álava y ambas del siglo XVI.

Ha habido otras vías de trabajo, algunas abiertas a partir de una conferencia expuesta en sus líneas maestras por Pedro Luis Echeverría Goñi titulada “El Fenómeno de la Pinceladura Alavesa del siglo XVI. Un acabado arquitectónico de los templos”, inserta en las jornadas celebradas en abril de 2005, en torno a la restauración del Pórtico de la Catedral de Santa María. En dichas jornadas, se insistió en la importancia del diagnóstico previo en las actuaciones sobre patrimonio artístico. A partir de éstas, y con el impulso de una entidad externa a nuestra provincia, se trató de sacar adelante un ambicioso proyecto, en el que colaboraron historiadores del arte, restauradoras, arqueólogos y arquitectos, para la salvaguarda de la pinceladura en las iglesias de la diócesis de Vitoria, pero el mayor impedimento lo encontramos en nuestra provincia, por la falta de reflejos de nuestras instituciones. Quizás sea difícil poder acometer el proyecto al completo, pero sí es posible que poco a poco los estudios individuales de cada obra pongan en valor este fenómeno artístico tan desconocido. Nuestro equipo lleva años realizando estudios previos a la intervención en monumentos artísticos muy diferentes y pensamos que son una útil herramienta antes de acometer ningún tipo de intervención sobre el patrimonio.

A continuación trataremos de explicar a grandes rasgos los trabajos realizados en la pintura mural de la capilla gótico renacentista de Santiago de Aguiñiga-Ayala (Álava), ejecutada a mediados del siglo XVI, cuya pinceladura se completó en 1568, como dice la inscripción que recorre la capilla, y las pinturas murales de la parroquia de San Cristóbal de Heredia-Barrundi (Álava), templo gótico-renacimiento, con presencia de intervenciones anteriores y posteriores, pincelado en 1564, fecha que aparece en la cartela de un plomo. Son dos casos bien distintos como exponemos a continuación. Para su estudio hemos marcado una metodología de trabajo muy concreta que a continuación desarrollamos.

Metodología

Las pautas para realizar los estudios en ambos templos varían en función de la situación en que han llegado al momento actual. Los dos casos que nos ocupan se diferencian fundamen-

talmente por sus dimensiones, la extensión de la pinceladura a la vista actualmente, y la técnica de ejecución, fruto de diferentes autorías, como veremos más adelante.

La parroquia de San Cristóbal de Heredia es un templo de gran tamaño que mantiene la decoración original a la vista en las ruedas centrales, mientras que en otras zonas, o bien ha sido cubierta por sucesivos encalados ocultando su estado real de conservación, o bien ha sido eliminada totalmente. La capilla de Santiago de Aguiñiga es un pequeño anexo a un templo que ha conservado la decoración pictórica, coetánea a su ejecución, en sus bóvedas y muros en su totalidad, en mejor o peor estado de conservación.

El principal objetivo de este estudio es conocer con exactitud el estado de conservación de la obra, sus características, la composición de los materiales originales así como los añadidos sobre ella a través de los siglos. Una vez valorada la problemática y las características de su técnica de ejecución, se realiza una propuesta de intervención completa para el conjunto, añadiendo también su estimación económica.

Para alcanzar estos objetivos ha sido necesario aplicar una metodología de trabajo compleja que requiere disponer de un equipo multidisciplinar formado por: restauradores especializados con equipamiento instrumental de apoyo de la máxima precisión, como microscopios de aumento o lupas binoculares; los laboratorios especializados en análisis y documentación de obras de arte que estudiarán las muestras extraídas de zonas estratégicamente seleccionadas; los historiadores del arte que realizan el vaciado documental, su interpretación y elaboración de todos los datos históricos recogidos.

Proceso de trabajo

1. Recogida de documentación fotográfica; la documentación fotográfica, con luz normal y con técnicas especiales permite, poner de manifiesto y documentar alteraciones o detalles técnicos y constructivos no apreciables en toda su magnitud a simple vista.

Las técnicas fotográficas que se emplean son la macrofotografía, microfotografía y fotografía con luz rasante.

2. Elaboración de gráficos, donde queden reflejados todos los datos recogidos y el proceso de estudio.

3. Apertura de ventanas de estudio en zonas encaladas, y examen al microscopio óptico Carl Zeiss OK 19X FT 160 de zonas estratégicas de la superficie policromada como: zonas de intersección entre los diferentes elementos decorativos en las claves, zonas de paso de un color a otro, de una decoración a otra, etc., bordes de determinadas lagunas y lugares poco visibles, zonas profundas y protegidas, que son las que guardan el mayor número de capas por estar menos expuestas a los roces y las agresiones. Las ventanas de estudio se han llevado a cabo en lugares elegidos con las directrices del historiador. Durante este proceso podremos valorar tanto el estado de conservación de cada una de las capas, el nivel de adherencia entre unas y otras, así como el grado de dificultad real para llevar a cabo un posible desencalado, y el tiempo necesario para realizar este proceso.

4. Toma de muestras. Para conocer todos los aspectos técnicos, materiales, agentes de deterioro y alteraciones que afecten al soporte de piedra y a la superficie policromada.

5. Testado de pruebas de tratamiento; tras el estudio del estado de conservación y de la técnica de ejecución de la pintura aplicada en los diferentes elementos se procede a la realización de las pruebas en función de las patologías detectadas y su estado de conservación.

Durante el tiempo en el que se llevó a cabo el estudio in situ, se realizó también la revisión de la posible existencia del dibujo subyacente, previo a la ejecución de la pintura mural.

La correcta interpretación de todos y cada uno de los datos aportados por estos estudios previos a cualquier intervención nos permitirá definir con las máximas garantías posibles los tratamientos de restauración y las medidas de mantenimiento que requiere la obra.

Técnica de ejecución

Como ya hemos comentado, estos estudios nos aportan gran cantidad de datos, entre ellos la manera de pintar de cada uno de estos pintores con su taller, y los materiales que empleaban. Aunque en general podríamos hablar de pintura mural a seco, pues no existen los límites de las jornadas de trabajo, cada obra tiene su particularidad, como veremos a continuación.

Según la documentación recopilada por Pedro L. Echeverría, el maestro de pincelar iglesias que llevó a cabo el encargo de la realización de la capilla fue Juan de Armona, perteneciente al taller de Orduña y pintor de revestimientos arquitectónicos. “Su excepcionalidad radica en la impresión del conjunto que ofrece una de las contadas obras arquitectónicas que, totalmente pintadas en el siglo XVI, han tenido la fortuna de llegar hasta nuestros días. Su autor se muestra aquí como un oficial, más preocupado por los aspectos artesanales de su trabajo, como son la preparación de los muros con el mortero y el revestimiento policromo de los mismos. En ese sentido cabe destacar el procedimiento empleado aquí ‘el falso fresco’ en lugar del habitual de temple o pintura a la cal, y una técnica incisa para la localización de los motivos en la pared confiere una cierta originalidad a la técnica de ejecución de esta pintura el uso de la incisión como dibujo previo a la fase pictórica y la utilización de trepas y plantillas para los motivos ornamentados seriados. Estos recursos confirman el mismo carácter artesanal que vemos en los motivos pictóricos” [GALLEGO, Amaia. *Del estudio Histórico Artístico realizado para el Estudio diagnosis y propuesta de intervención de las pinturas murales de la capilla de Santiago en la iglesia de Aguiñiga (Álava)*, 2006].

El caso de la parroquia de Heredia es diferente, un monumento de grandes dimensiones, si se quiere excesivas para el lugar que ocupa y el número de habitantes que atiende, y cuya pinceladura está atribuida a Diego de Cegama por Pedro L. Echevarría Goñi. En él las ruedas centrales de sus bóvedas son lo primero que nos llama la atención, por la espectacularidad de sus dibujos; donde no ha sido picada, el resto de la iglesia se encuentra encalada con algunos matices populares, y en algunos sitios donde ha habido filtraciones de agua se intuyen dibujos de casetones. La suerte de poder colocar un andamio, apreciar de cerca las pinturas y realizar catas de estudio en claves, plementos, nervios y muros nos permitió ver que no sólo los dibujos de las ruedas confirmaban un excelente dibujante, sino que las claves ocultan unas exquisitas pinturas y el resto del conjunto no desmerece en absoluto todo lo intuido por el historiador del arte Pedro L. Echevarría Goñi. Toda la pintura es un temple a la cola, salvo los oros aplicados en las claves que son al aceite. Para la realización de los plementos, aunque no se ha encontrado dibujo subyacente, probablemente hayan sido necesarios cartones y dibujos preparatorios y encontramos incisiones que sirven de guía en los casetones de los muros.

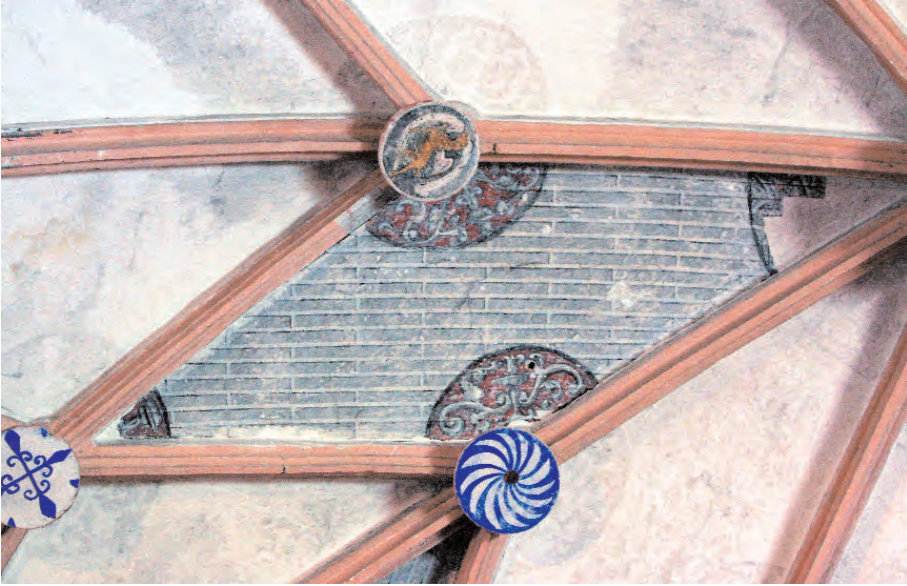
Concretando, en la capilla de Santiago de Aguiñiga, encontramos pinturas a la cal y en la Iglesia de San Cristóbal de Heredia se ha empleado tanto la pintura a la cal como el temple a la cola, pero la manera de emplear el pincel y la cantidad de pintura aplicada es lo que les da

esos matices diferentes. Aunque en ambos la paleta de color es similar: amarillos tierras, azul azurita, negro vegetal, y rojo bermellón y tierra roja, el uso de la lámina de oro en las claves en Heredia y su forma de aplicación enriquece mucho el conjunto.

Conclusiones

Es difícil resolver la conservación y puesta en valor de estas pinturas, su recuperación es muy costosa, sobre todo por las grandes superficies que ocupan muchas de ellas y ahora se encuentran encaladas. Nosotras pensamos que es fundamental realizar un estudio previo a la intervención en las iglesias que contengan pinceladura para documentarlas, conocer su estado actual y en qué proporción se conservan, para posteriormente poder valorar la actuación más adecuada en cada caso y, sobre todo, darlas a conocer poniéndolas en valor y concienciar para conservar lo que aún queda, evitando al menos el picado de los muros. Con todo, hay posibilidades de intervenir en las zonas más ricas, como las claves y las ruedas, y reproducir las zonas más simples y repetitivas, como son los despieces de las partes bajas de los muros.

La técnica avanza y nos ofrece cada vez mayores posibilidades, basta mirar alrededor, respetar lo que tenemos y dejar paso a la imaginación.



Parroquia de San Cristóbal de Heredia, Álava. Ventana de estudio. Foto: Mercedes Cortázar García de Salazar, Dolores Sanz Gómez de Segura, Diana Pardo San Gil



Capilla de Santiago, Álava. Estudio de la superficie mediante lupa binocular. Foto: Mercedes Cortázar García de Salazar, Dolores Sanz Gómez de Segura, Diana Pardo San Gil



Capilla de Santiago, Álava. Vista general. Foto: Mercedes Cortázar García de Salazar, Dolores Sanz Gómez de Segura, Diana Pardo San Gil



Parroquia de San Cristóbal de Heredia, Álava. Detalle de la rueda central de una bóveda. Foto: Mercedes Cortázar García de Salazar, Dolores Sanz Gómez de Segura, Diana Pardo San Gil

La recuperación de las técnicas constructivas tradicionales en la restauración y su adaptación a las tecnologías actuales de producción y a las formas del lenguaje contemporáneo

Pablo Latorre González-Moro, arquitecto (AP)

“En algunos monumentos puede llegar a ser de absoluta necesidad realizar obra nueva para que no perezcan. En tal caso lo natural, lo lógico, es hacer con materiales modernos y en un estilo moderno, como se realizó siempre hasta nuestros tiempos de restauraciones. Yo no veo por qué dos pilares góticos no se pueden acodalar con una viga armada; por qué si un arbotante se deshace no se ha de sustituir por otro debidamente calculado, aplicado al sitio donde debe estarlo y de molduración moderna; por qué si en una iglesia antigua hay que colocar una reja, esta no ha de ser obra contemporánea. El concepto de armonía arquitectónica es de una gran amplitud para la sensibilidad actual y esos mismos monumentos nos dan ejemplo de ello. La catedral de Toledo y el transparente de Tomé que en ella existe, no desarmonizan, sino que adquieren un pleno valor reunidos. Con tal ejemplo creo que no habría inconveniente alguno en acodalar dos pilares de esa misma Catedral con una viga armada y dejar al tiempo hacer su obra armonizadora” (Torres Balbás, en la ponencia presentada en el VIII Congreso Nacional de Arquitectos de 1919).

El final de las estructuras de fábrica

Los procesos de industrialización y prefabricación de la construcción y el desarrollo de las técnicas constructivas asociadas al hormigón y el acero que se produjeron a finales del siglo XIX y, sobre todo, en los primeros años del siglo XX arrinconaron -hasta hacerla desaparecer- toda la tradición constructiva y artesanal de la arquitectura de fábrica y madera. Le Corbusier proclamaba en 1920, inmediatamente después de finalizar la Primera Guerra Mundial, que acababa de nacer una nueva época y existía un espíritu nuevo animado por la industria (1923: 67), que aportaba nuevas herramientas y había provocado una revolución en los modos de construir a través del uso del hormigón y el acero. Le Corbusier señalaba la relación tan directa que existía entre los modelos de cálculo de estos materiales y de sus estructuras y su comportamiento en la realidad (1923: 239-240)¹.

Por otro lado, no es extraño que en la posguerra europea, Le Corbusier defendiese que la casa necesariamente tenía que convertirse en una máquina de habitar (1923: 83) que había que producir en serie. Sabía que para acometer esta producción no existía un material más barato ni más eficaz

que la estructura de hormigón, que él mismo había aprendido a utilizar en el estudio de Auguste Perret (FRAMPTON, 1999:123-155). Además, no se podía producir la arquitectura en serie con las técnicas que los artesanos y arquitectos del siglo XIX habían llevado hasta unos extremos de sofisticación y exquisitez, que las habían convertido en un producto socialmente inalcanzable.

Frente a una arquitectura de masas y empujes en equilibrio, conformada con la acumulación de un gran número de materiales a compresión, manufacturados artesanalmente, la nueva arquitectura opuso una estructura de hormigón o acero monolítica, de nudos rígidos, con capacidad para absorber y transmitir momentos y tracciones. Frente a una arquitectura de masa, en la que la estructura y el cerramiento forman una unidad, opuso una arquitectura “ligera” en la que la desaparición del material que delimita el espacio se convierte en uno de sus objetivos principales y en la que la separación entre estructura y cerramiento permite la especialización en la utilización de los materiales, además del abaratamiento de los procesos constructivos y su industrialización y prefabricación

En este contexto, la arquitectura que se había desarrollado a lo largo siglo XIX estaba condenada a desaparecer, y con ella toda la tradición constructiva de la arquitectura de fábrica y madera que se prolongaba desde el nacimiento mismo de la arquitectura. Evidentemente, en este contexto “revolucionario” e industrial, la producción artesanal no tenía cabida y los arquitectos jóvenes que hicieron su aprendizaje en este periodo histórico, y no supieron o no pudieron transformarse, simplemente pasaron al olvido. Gaudí, Horta, Berlage, Hoffman, etc. o especialmente Plecnik.

La restauración en el siglo XIX

La arquitectura de los siglos XVIII y XIX buscó su fuente de inspiración en los modelos medievales y clasicistas para crear a partir de ellos y de la contemplación de la naturaleza su propia regeneración, definiendo un nuevo estilo arquitectónico (FRAMPTON, 1995: 39-67) ¿Cómo no se iba a utilizar la restauración, para estudiar directamente sobre los monumentos los modelos que se estaban definiendo? ¿Cómo Viollet Le Duc no iba a aprovechar la obra de restauración para diseccionar los edificios que se encontraban deteriorados, rotos o incompletos, estudiando en detalle su forma y construcción? ¿Cómo, con sus profundos conocimientos de la construcción gótica, no iba a completar los edificios que estaba restaurando siguiendo el mismo estilo y la técnica constructiva que estaba estudiando, para conducirlos con su restauración a un momento de esplendor que quizá nunca había existido? (DI STEFANO, 1995: 57-76).

Evidentemente Viollet Le Duc, al restaurar un edificio depurando su estilo, estaba obligado a desmontar todos aquellos elementos que alteraban la imagen que él mismo imaginaba (MIDANT, 2001). Al hacerlo, estaba eliminando de forma involuntaria los valores ambientales y paisajísticos de los monumentos, tan próximos a los ideales de belleza románticos; pero sobre todo, estaba haciendo desaparecer los valores temporales históricos y documentales inherentes a la propia superposición constructiva. La crítica contemporánea, sobre todo de los escritores románticos a su trabajo, fue feroz y cargada de poesía, pero peor fue la que posteriormente se produjo desde el propio campo de la restauración (TORRES BALBÁS, 1996: 27-31).

Sin embargo, hay que reconocer que si nos abstraemos del problema científico de la pérdida de los valores históricos que conlleva una obra de estas características, el estilo neogótico está perfectamente encuadrado en la arquitectura del siglo XIX y perfectamente integrado y diferenciado de la arquitectura medieval con la que pretende confundirse. La restauración neogótica constituye ya una fase más de la historia del monumento, como las renacentistas, barrocas o neoclásicas y, si de algo pecó, fue

de repetir los mismos procedimientos que a lo largo de la historia habían permitido la renovación y conservación de la arquitectura en el tiempo, cuando no su destrucción o sustitución sistemática.

Por otro lado, la restauración decimonónica estaba también produciendo algunas restauraciones siguiendo el estilo personal de los arquitectos modernistas; como es el caso de todos conocido de la intervención de A. Gaudí en la Catedral de Palma de Mallorca, desarrollada entre 1901-1914. Con independencia de la crítica que se pueda hacer a su intervención, al trasladar y transformar -por necesidades de la nueva liturgia impuesta por el cabildo- (VV.AA., 1989) la sillería del coro del centro de la nave para colocarla en el presbiterio, no cabe la menor duda que su obra queda perfectamente reconocida y diferenciada de la arquitectura gótica. Gaudí ejecutó el diseño de los elementos que colocó en el interior de la iglesia siguiendo su estilo personal sin renunciar a él por cuestiones puramente estilísticas (QUETGLAS, 1989: 65)².

En este contexto de trabajo y en paralelo a la desaparición de la arquitectura de fábrica, se fue madurando una respuesta virulenta desde el mundo de la restauración a esta “inocente” pretensión de estar construyendo 500 años después y en plena revolución industrial, del mismo modo y con el mismo estilo que los arquitectos medievales. Por otro lado, la respuesta no podía ser más que el rechazo frontal a este tipo de intervención, muchas veces -no en el caso de Viollet Le Duc- apoyadas en un análisis de la arquitectura medieval puramente decorativo, compositivo y tipológico insertado en la tradición de la metodología de la historia del arte y de la arquitectura, como puede ser la fachada occidental de la Catedral de Palma de Peyronet.

La restauración en el siglo XX

Desechadas y proscritas las restauraciones de “estilo” para completar partes deterioradas o perdidas de un monumento, la restauración del siglo XX se desarrolla a partir de las doctrinas establecidas en la Carta de Atenas de 1931 y en las sucesivas Cartas de Restauo redactadas desde entonces, en las que se consagra el término del “Restauo Científico” definido previamente por Camilo Boito, Gustavo Giovannoni y en España por las sucesivas publicaciones de Torres Balbás en la revista arquitectura entre los años 1918 y 1923; en las que se exige que las aportaciones que se realicen sobre el monumento para su restauración sean perfectamente reconocibles y puedan identificarse (TORRES BALBÁS, 1996: 269-270)³.

La nueva restauración -como la nueva arquitectura- debía buscar otros objetivos y unos nuevos materiales que fuesen claramente modernos y reconocibles en la intervención, es decir el hormigón y el acero. A partir fundamentalmente de la Carta de Atenas que consagra la utilización de estos materiales, los profesionales debían enfrentarse a la restauración de un sistema constructivo y compositivo con otro diametralmente opuesto y, de algún modo, antagónico. Por otro lado, la “imposibilidad” de establecer modelos de cálculo normalizados para garantizar la seguridad de las estructuras de fábrica y madera - mas allá de la garantía que les concedía el tiempo- y la desaparición de los artesanos y de la tradición constructiva provocó un modelo de restauración que repetía literalmente el sistema constructivo impuesto por las estructuras de hormigón y acero.

Para repetir este sistema estructural en las restauraciones era necesario convertir los edificios históricos en simples cerramientos apoyados en la nueva estructura. Para conseguirlo se depuró un sistema constructivamente muy agresivo y absolutamente “irreversible” que aprovechando los espesores de los muros de fábrica introducía la nueva estructura mediante rozas abiertas en su cara interior hasta ocultarlas en su espesor. Recalces, encepados y encadenados de hormigón sobre las cimenta-

ciones y los restos de la arqueología del monumento; pórticos de acero y hormigón enmascarados en los muros de fábrica histórica o doblados hacia el interior ocultos bajo falsos revestimientos; pilotes introducidos tras una brutal perforación de los pilares en su núcleo constructivo; zunchados y forjados de hormigón rematando las cabezas de los muros y atando los pórticos introducidos; y, finalmente, los encamisados de hormigón de las bóvedas, apoyados sobre los zunchos y en los que las dovelas literalmente “cuelgan” de la nueva lámina de hormigón a la que sirve como encofrado perdido. Este sistema se completaba con la desaparición de la función constructiva y estructural de las estructuras de madera que, como mucho, se conservan como falsos techos de forjados y cubiertas de hormigón o acero, a las que previamente han servido (como las bóvedas) de encofrado perdido. A todo este repertorio habría que añadir la desaparición de la mayoría de las estructuras de cubiertas de madera sobre las bóvedas -ya que no eran vistas- que se sustituían sistemáticamente por una serie de cerchas de acero a las que curiosamente el cálculo les concedía -dadas las luces que había que salvar- la tipología de las cerchas de las naves industriales económicas (COLLADO, 1976; DUVAL, 1990; RAMOS, 2005).

Todas estas actuaciones fueron y todavía siguen siendo aceptadas, siempre que queden enmascaradas en los espacios visibles en el interior o el exterior del monumento y se conserve aparentemente en la intervención la “unidad de la obra de arte” que únicamente se valora como la imagen conservada del monumento al desligarla del soporte que constituye la materia, su construcción y la estructura (BRANDI, 1963: 10). Esta separación conceptual entre superficies visibles (imagen) y soporte (material) permitió que este tipo de consolidación estructural (completamente irreversible) se generalizase, sin preocuparse de que se estuviese destruyendo el sistema constructivo y estructural de las fábricas al dotarlas de una rigidez y un funcionamiento ajeno al modo en que fueron concebidas. Por otro lado, la inexistencia de cualquier normativa para el cálculo de las estructuras de fábrica y madera, el desconocimiento de los sistemas de cálculo histórico (HUERTA, 2004) y la desaparición de las técnicas tradicionales de construcción sometieron a estas estructuras a una sospecha permanente, permitiéndose todo tipo de mutilaciones y refuerzos traumáticos de dudosa utilidad que tranquilizaban a los responsables de su conservación.

Además del problema estructural y de los problemas de incompatibilidad entre la piedra y el cemento portland, la restauración con acero y hormigón presenta también un problema compositivo de difícil solución cuando tiene que aparecer necesariamente al exterior consolidando o reproduciendo elementos perdidos o cuando la conservación del conjunto exige la introducción de nuevos elementos o edificación visible para completar la estructura del monumento que se está restaurando y de los que no existe referencia documental alguna.

Como queda perfectamente reflejado en el texto de Torres Balbás, con el que encabezamos el escrito (MUÑOZ, 2005: 27), existía un optimismo generalizado de los resultados que podían conseguirse en la restauración con las estructuras de hormigón o acero asociadas a los mecanismos de composición y proyecto establecidos por el movimiento moderno. Sin embargo, sabemos que éstas difícilmente se integran con la arquitectura histórica ya que manejan formas, composiciones y técnicas constructivas completamente opuestas. Por otro lado, estos materiales, con una capacidad resistente mucho mayor a la de los tradicionales, obligan a unos diseños livianos con una sección escasa para las luces y las dimensiones tradicionales.

En este contexto, la introducción de arquitectura moderna sobre los edificios históricos sólo podía funcionar por contraste, utilizando estéticas y métodos de composición próximos al collage en los que ambas arquitecturas se entremezclaban en una nueva composición claramente alejada de los sistemas de composición y proyecto histórico. Sin embargo, este sistema de composición por contraste ha

sido el que tradicionalmente ha aportado el tiempo a las estructuras históricas, aunque siguiendo unos mecanismos de composición y formación muy diferentes al del lenguaje moderno (completamente aleatorio). El valor temporal de una arquitectura queda expresado en los muros por medio de un collage de materiales constructivos y arquitecturas de épocas diversas que se entremezclan en el espacio del edificio y en el que podemos reconocer las aportaciones que las diversas épocas han hecho al edificio histórico (LATORRE, 2002).

Este mecanismo de composición ha servido como excusa y justificación para guiar las intervenciones de la arquitectura moderna sobre la histórica que ha manejado la construcción de un modo completamente aleatorio, parecido al que Schwitters, Picasso o Miró utilizaban con materiales de desecho en sus collages y composiciones, recortándolo, moviéndolo, pegándolo, adosándolo, etc. Vivimos una época en la que se nos hizo creer que sólo los buenos arquitectos modernos eran capaces de hacer y crear buenas restauraciones, puesto que sólo ellos eran capaces de incorporar y superponer buena arquitectura sobre la histórica, que se valoraba sólo por sus valores como arquitectura y que se utilizaba como fondo o parte de la composición que se realizaba y a la que se negaba -la mayoría de las veces por ignorancia- su valor documental, histórico y simbólico.

Todos reconocemos como muy exitosas y claramente como contemporáneas las intervenciones de Carlo Scarpa que sabe jugar entremezclando y dominando con maestría -como nadie ha sido capaz- los lenguajes de composición moderno e histórico; aunque probablemente desde la óptica de la conservación patrimonial en la que nos movemos hoy, sus intervenciones se consideren metodológicamente dudosas.

Esta situación venía a repetirse de algún modo, en los últimos años del siglo XX, la confrontación que se había producido a finales del siglo anterior entre arquitectos e historiadores. La "libertad" en el diseño y la composición de las incorporaciones de nueva arquitectura sobre la histórica provocaba el rechazo del mundo de la historia, especialmente del arqueológico, al ver manipulados, alterados o demolidos, los restos conservados del monumento. La reacción fue similar a la de finales del siglo XIX y frente a las veleidades de diseño y composición de los arquitectos en la búsqueda de una nueva unidad, fuese en neo-estilo-histórico o en el estilo de la arquitectura moderna, se opuso el de la conservación a ultranza. La teoría de la conservación de Amadeo Bellini y el desarrollo de las técnicas que la posibilitan no es más que una repetición actualizada -no negada por su autor- de las teorías de Ruskin (BELLINI, 1990).

Como reacción a este problema y con el objetivo de cumplir estrictamente el principio de neutralidad de las nuevas aportaciones a la arquitectura histórica al amparo de las más recientes cartas de restauración, hemos visto aparecer numerosas intervenciones que, para completar la estructura perdida del monumento y conseguir una unidad entre el edificio histórico y la restauración que se acometía, trataban de copiar con hormigón y acero las soluciones constructivas y las formas históricas de la arquitectura de fábrica y madera. En este contexto la confusión ha estado servida. Bóvedas de materiales sintéticos o con su geometría dibujada con cables o estructuras livianas de acero, canchillos de acero imitando la forma de una pieza de madera, arcos, portadas y muros de hormigón con las formas simplificadas de los elementos constructivos y decorativos que sustituyen, etc. También hemos visto cómo el sólido capaz ha resuelto el problema de la reintegración escultórica, cuando no han aparecido representaciones de imágenes contemporáneas reproducidas con un estilo artístico histórico para conseguir una unificación formal y su identificación temporal.

En este contexto teórico y conceptual, una parte importante de la restauración ha optado por refugiarse en desarrollar una metodología estructurada (GONZÁLEZ, 1999; AZKARATE, 2001: 50-75) con

la que abordar el estudio y dominio de las técnicas que permiten un conocimiento profundo de la materialidad de la arquitectura histórica. Del mismo modo que un proyecto de nueva arquitectura exige el conocimiento en profundidad del entorno sobre el que va a situarse el nuevo edificio, de la composición y resistencia del suelo sobre el que va a asentarse, la geometría y la geografía de este suelo, etc., el proyecto de restauración debe partir de un conocimiento profundo de los valores constructivos, arquitectónicos, históricos y simbólicos del edificio sobre el que va a tener que intervenir, ya que necesariamente la intervención -por pequeña que sea- modificará su estructura y, en consecuencia, sus valores documentales.

La recuperación de las técnicas constructivas tradicionales en la restauración y su adaptación a las tecnologías actuales de producción y a las formas del lenguaje contemporáneo

Sin lugar a dudas, el conocimiento es garantía para la conservación. Cuanto más se conoce, se está en mejores condiciones de conservar y se tienen mejores herramientas para modificar e integrar nuevas arquitecturas. Sin embargo, la conservación a ultranza choca de algún modo con los valores de calidad constructiva y arquitectónica que creemos debe regir la restauración y con la que se debe intervenir en los monumentos.

¿Se debe y se puede conservar toda la materia de la arquitectura histórica, puesto que toda tiene un valor documental e histórico similar? Nuestra respuesta es no. La restauración debe imponer sobre el valor documental, de un modo consensuado entre todos los especialistas responsables, la búsqueda de una calidad y unidad constructiva que garantice la conservación del monumento. No se pueden conservar las excrescencias constructivas del edificio, ya que éstas acabarían pasando factura a su conservación en el futuro. El edificio histórico está obligado a renovarse para garantizar su conservación en el tiempo y debe hacerlo con arquitectura de su momento histórico, sin que por ello debamos renunciar puntualmente a reproducir determinados elementos repetitivos en un estilo histórico determinado.

Desechados el cemento portland, el hormigón armado y, parcialmente, el acero, como materiales para la restauración, creemos que esta renovación debe realizarse sin alterar el sistema constructivo y estructural del edificio histórico. En esta búsqueda, hemos intentado siempre preguntarnos -al igual que lo hacía Torres Balbás- cuáles eran las claves por las que el transparente de Tomé en la Catedral de Toledo y otras muchas arquitecturas de estilos muy diferentes se fundían en una aparente continuidad natural en muchos edificios históricos. Incluso las buenas intervenciones del XIX, especialmente las de Viollet Le Duc en París o Amiens, o la de Gaudí en la Catedral de Palma, aparecen hoy tan integradas en los edificios góticos como lo puede ser una buena intervención renacentista, barroca o neoclásica; aunque sin lugar a dudas, su materialización debería demostrar hoy previamente su necesidad y debería realizarse después de un estudio sistemático de los elementos que fuesen a modificarse.

Desde nuestro punto de vista, la clave que confiere esta unidad no es el estilo que utilizan, ni los sistemas compositivos que manejan, la clave está en la calidad intrínseca de la intervención además del sistema constructivo y los materiales utilizados que son todos los mismos (GONZÁLEZ, 2002). Por este motivo, es necesario retomar las técnicas constructivas tradicionales y permitir que los edificios históricos vuelvan a funcionar como lo han hecho históricamente. Nada justifica que aquella estructura que se ha conservado funcionando a lo largo del tiempo deje de repente de hacerlo. Sólo es necesario devolverle la calidad a los materiales degradados y recomponer su funcionamiento

constructivo y estructural habitual (HERMAN, 1995: 239)⁴, mejorando sus cimentaciones y el terreno circundante, para evitar asentamientos, mejorando la cohesión de los rellenos disgregados de los muros y su resistencia y con sistemas que tengan la misma capacidad de movimiento que tienen las propias fábricas, como los atados y encadenados de cantería (RONDELET, 1817:PI.XI; PI.XIV), los nudos articulados de acero, etc.

En esta recomposición parece lógico utilizar las mismas técnicas constructivas y los materiales utilizados históricamente, aunque nos veamos obligados a recuperar técnicas y tradiciones constructivas desaparecidas. Este problema nos obliga a demostrar que es posible hoy construir estructuras de fábrica y madera para completar los elementos perdidos en los edificios históricos. También es necesario comprender que el tiempo no pasa inútilmente y que no podemos renunciar a los procesos constructivos instaurados en nuestra arquitectura. Creo que desde este punto de vista son ejemplares y, sobre todo, muy didácticas por sus dimensiones, las reconstrucciones que se han llevado a cabo en la Catedral de Noto en Sicilia (BENEDICTIS y TRINGALI, 2000), y el de la Frauenkirche de George Bähr de 1743 en Dresde (FRIEDERICH, 2005).

En cualquier caso, no debemos preguntarnos si es posible construir edificios barrocos o romanos en el siglo XXI, sino si es posible realizar estructuras de fábrica y madera del siglo XXI. Si esto es posible, creo que habremos dado un paso importante para resolver el problema que nos hemos planteado en nuestro trabajo de restauración. Desde nuestro de vista, el problema no está en reproducir un determinado artesonado mudéjar en una iglesia que lo ha perdido, ni el de una bóveda gótica desaparecida, sino construir un artesonado de madera o una bóveda con un lenguaje claramente contemporáneo.

Creemos que la restauración mediante la superposición de estructuras de fábrica y madera impone un parecido formal entre todas las fases de la obra. La geometría concreta de una bóveda nueva, con una forma diferente, introducida en la restauración, se unificará en la percepción con la bóveda histórica porque todas están construidas con el mismo principio estructural y en todas se cubre un espacio usando piezas de pequeño tamaño soportadas unas con otras.

Este parecido “de fondo” es la clave con la que creemos se debe actuar en restauración. No se puede buscar la contemporaneidad de la solución con el diseño de estructuras superpuestas con superficiales parecidos “compositivos”, se trata de diseñar nuevos elementos que enlacen con las obras anteriores y estén a la vez inmersos en el mundo de las formas desarrolladas por la arquitectura contemporánea (AZKARATE, 2004). La historia de la arquitectura moderna ha provocado una fuerte confusión al identificarse con la arquitectura de hormigón y acero, desechando completamente en esta apreciación la evolución natural que seguía la arquitectura de fábrica en el primer cuarto del siglo XX ¿Es que la arquitectura de Gaudí o Plecnik no corresponden plenamente al siglo XX? (STAMP, 1985: 5)⁵.

En esta regeneración constructiva, es necesario retomar el punto en el que la arquitectura de fábrica se disponía a sufrir su transformación y continuar investigando las soluciones arquitectónicas que quedaron completamente abortadas con la generalización de la construcción en acero y hormigón. Hay que descubrir las últimas creaciones de la arquitectura de fábrica (RABASA, 2000), encontrar el último arco de cantería, la última bóveda de ladrillo y, dando un salto de más de cincuenta años, retomar la tradición constructiva de esta arquitectura para seguir explorando el camino que los últimos arquitectos que construyeron estructuras de fábrica y madera tuvieron que abandonar y enlazarlas con las investigaciones geométricas de algunos maestros de la arquitectura moderna como F. Candela, Max Bill, Frei Otto o J. Utzon o también de otros contemporáneos a nosotros como F. Gehry, S. Calatrava, N. Foster o R. Piano, etc.

Sabemos que la obtención de geometrías complejas en cantería es posible actualmente con el desarrollo de los sistemas de CAD y su conexión con máquinas de labra con control numérico dirigidas por ordenador (STEELE, 2001; VV.AA., 2002). También sabemos que este camino impone unas restauraciones económicamente más costosas, de “lujo”, como criticaba Torres Balbás. Pero es necesario entender que no se puede intervenir en los edificios históricos con la tecnología y las soluciones constructivas de las viviendas sociales y que Quetglas define como una restauración en estilo rentable y “d'anar per feina”.

Es necesario crear para la restauración un nuevo lenguaje que partiendo de la tradición constructiva de la arquitectura de fábrica y madera sea capaz de producir formas y arquitecturas perfectamente contemporáneas que puedan superponerse a la arquitectura histórica sin alterar su sistema constructivo y estructural, integrándose con su nuevo estilo con la misma fuerza que lo hace el transparente neoclásico de Tomé en la Catedral de Toledo.

No podemos renunciar a construir nuevas estructuras de par e hilera, ni nuevos artesanos, ni rejas, ni a reconstruir arcos o bóvedas desaparecidos o, incluso, a la construcción de nuevos elementos impuestos desde la necesidad de dar nuevas funciones en los edificios históricos. Pero éstos deben proyectarse desde la actualización y recuperación de las técnicas constructivas tradicionales y su adaptación a las tecnologías actuales y a las formas del lenguaje contemporáneo.

Notas

¹ “...Todo es posible con el cálculo y la invención cuando se disponen de herramientas suficientemente perfectas, y esas herramientas existen. El hormigón armado, el hierro, han transformado totalmente las organizaciones de construcción conocidas hasta aquí, y la exactitud con que estos materiales se adaptan a la teoría y al cálculo, nos da cada día resultados alentadores...”.

² “Porque, como en tiempos de Loos, en nuestra casa hay, junto a palabras que reconocemos como enteras, residuos pringados. Lo que me preocupa es que, hoy, no se advierta el rastro fecal que han dejado un Peyronet o un Martorell-Bohigas-Mackay, autores respectivos de la “fachada” y de la “cubierta” de la catedral. Eso no lo huelen y, en cambio, hay quien considera estridente la intervención de Antonio Gaudí y Jose Maria Jujol en el mismo edificio. La realidad es la contraria. Quienes contaminan el edificio con su depósito son quienes lo consideran tan débil como para solo aceptar hablar con él en un lenguaje estancado-en estilo falso gótico, en tiempos de Peyronet, en estilo rentable y “d'anar per feina” en tiempos de Martorell-Bohigas-Mackay.”

³ “La restauración o reconstrucción -vocablos similares en este caso- falsea por completo los monumentos que la padecen. Trata de borrar la acción del tiempo, que ha ido añadiendo a cada antigua construcción obras, a veces de gran interés y belleza, para darles un aspecto teórico, abstracto desprovisto de vida. Intenta engañar, prestando a los elementos añadidos, que no pueden tener nunca el valor de los antiguos, formas semejantes a éstos, desorientando e induciendo a error con el estilo del arqueólogo, sin satisfacer al artista; se basa sobre estudios personales, siempre discutibles y sometidos con gran frecuencia al error. Hace perder -se ha dicho acertadamente -su carácter de autenticidad al monumento, convirtiéndolo en lo que es un vaciado respecto al original. Y, finalmente, es casi siempre una obra muy costosa, de lujo”. Aparte de los comentarios metodológicos aportados en este texto y de todos conocidos, nos interesa cómo Torres Balbás paraleliza la restauración decimonónica con la arquitectura modernista que se estaba produciendo en ese momento, que evidentemente era muy costosa y de lujo y, por tanto, reservada a una burguesía adinerada.

⁴ “Las grandes estructuras de fábrica precisan vigilancia y mantenimiento continuo, no para verificar su estabilidad (puesto que son extremadamente estables), sino para asegurarse de que la piedra no esté excesivamente alterada por la acción de la intemperie, de que el agua no penetre, de que las grietas no continúen abriéndose, etc. Los pequeños defectos “cosméticos” se remedian habitualmente de inmediato, pero alguna que otra vez (y eso parece producirse con un intervalo de cien años) se emprenden restauraciones estructurales más considerables...”.

⁵ “En este trabajo Plecnik (Castillo de Hradcany en Praga) parece haber cumplido los ideales de William Morris sobre cómo modificar viejas construcciones-ideales nunca cumplidos en Gran Bretaña de modo tan imaginativo- por medio de añadidos descaradamente modernos que cuadran bien, no con los detalles, sino con el tratamiento antiguo de los materiales de construcción, la artesanía y el estilo”.

Bibliografía

- AZKARATE, A.; CÁMARA, L.; LASAGABASTER, J.I.; LATORRE, P. *Catedral de Santa María. Vitoria-Gasteiz. Plan Director de Restauración*. Vitoria: Diputación Foral de Álava. Fundación Catedral Santa María, 2001
- AZKARATE, A.; CÁMARA, L.; LASAGABASTER, J.I.; LATORRE, P. *La restauración de la Catedral de Santa María de Vitoria. II Bienal de la Restauración monumental*. Vitoria: Fundación Catedral Santa María, 2004, pp. 317-333
- BELLINI, A. *Tecniche della conservazione*. Milano: Franco Angeli, 1990
- BENEDICTIS, R.; TRINGALI, S. *La ricostruzione della Cattedrale di Noto*. Noto: L.C.T. edizioni, 2000
- BRANDI, C. (1963) *Teoría del restauro* (edición de Torino: Einaudi, 1977)
- COLLADO, G.L. *Las ruinas en construcciones antiguas. Causas, consolidaciones y traslados*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, 1976
- DI STEFANO, A.M. *Viollet Le Duc. Un architetto nuovo per conservare l'antico*. Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, 1994
- DUVAL, G. *Restauration et réutilisation des monuments anciens. Techniques contemporaines*. Liège: Mardaga, 1990
- FRAMPTON, K. (1995) *Estudios sobre cultura tectónica. Poéticas de la construcción en la arquitectura de los siglos XIX y XX*. Madrid: Akal, 1999
- FRIEDERICH, A. *The Frauenkirche in Dresden: history and rebuilding*. Dresden: Sandstein, 2005
- GONZÁLEZ, A. *La restauración objetiva (Método SCCM de restauración monumental)*. Barcelona: Diputación Provincial de Barcelona, 1999
- GONZÁLEZ, J.L.; CASALS, A. *Gaudí y la razón constructiva. Un legado inagotable*. Madrid: Akal, 2002
- HEYMAN, J. *Teoría, historia y restauración de las estructuras de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 1995
- HUERTA, S. Arcos, bóvedas y cúpulas. *Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 2004
- LAHUERTA, J.J. *Antoni Gaudí 1852-1926: Arquitectura, ideología y política*. Madrid: Electa, 1993
- LAHUERTA, J.J. *Universo Gaudí* [catálogo exposición]. Barcelona: Diputacio de Barcelona, 2002
- LATORRE, P.; CÁMARA, L. Los procesos de transformación de la arquitectura en el tiempo. Consecuencias teóricas y metodológicas de su aplicación en el proyecto y la obra de restauración. *Quaderns Científics i Tècnics de Restauració Monumental*, 13, Barcelona, 2002, pp. 161-177
- LE CORBUSIER (1923) *Vers une architecture*. Paris (edición española 1998, Barcelona)
- MIDANT J.P. *Au moyen âge avec Viollet Le Duc*. Paris: Parangon, 2001
- MUÑOZ, A. *La vida y la obra de Leopoldo Torres Balbás*. Sevilla: Consejería de Cultura, 2005
- NAVASCUÉS PALACIO, P.; SARTHOU CARRERES, C. (1997) *Catedrales de España*. Madrid: Espasa Calpe, 1997
- QUETGLAS, P. Comentario nº 4, de A. Gaudí i J.M. Jujol a la Seu, D'A, 1, el pas del temps. 1989, pp. 65-67
- RABASA, E. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid: Akal, 2000
- RAMOS, F.J.M.; RAMOS, A. Intervenir en estructuras portantes. *Tectónica*, 18, 2005, pp. 4-31
- RONDELET, J. (1817) *Traité théorique et pratique de L'art de bâtir*. Paris (facsimil de la 10ª edición de 1843 conservada en la ETSAM 2001, Madrid)
- STAMP, G. Joze Plecnik: un genio del siglo XX. *Quaderns*, 166, 1985, pp. 4-7
- STEELE, J. *Arquitectura y revolución digital*. Barcelona: Gustavo. Gili, 2001
- TORRES BALBÁS, L. *Sobre monumentos y otros escritos* (recopilación de diversos artículos publicados en la revista arquitectura entre 1918 y 1933). Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1996
- VV.AA. A. Gaudí i J.M. Jujol a la Seu, D'A, 1, el pas del temps. 1989, pp. 40-71
- VV.AA. *Gaudí. La búsqueda de la forma* [catálogo exposición]. Barcelona: Lunewerg, 2002
- VV.AA. *Prosper Mérimée*. Paris: 2003



Nuevo artesanado de madera como estructura de soporte de la cubierta de la iglesia de Valdetorres de Jarama en Madrid.
Foto: Latorre y Cámara arquitectos



Pequeña bóveda parabólica en las escaleras de acceso a la Bolsa de Ámsterdam de H. P. Berlage, 1903
Foto: Pablo Latorre González-Moro



Antigua consolidación estructural de la cubierta de la iglesia del convento de Santa Clara en Córdoba mediante la superposición de una estructura de acero apoyada en zunchos y forjados de hormigón.
Foto: Pablo Latorre González-Moro



Transparente de Narciso Tomé en la Catedral de Toledo de 1760. Fuente: NAVASCUÉS PALACIO, P.; SARTHOU CARRERES, C. (1997) *Catedrales de España*. Madrid: Espasa Calpe, 1997, p. 120

Parroquia de Malaguilla: una restauración minimalista controlada

Luis de Villanueva Domínguez, arquitecto. Universidad Politécnica de Madrid

Malaguilla es un municipio de la provincia de Guadalajara, situado a 27 km de la capital. En la actualidad tiene 138 habitantes. Su iglesia parroquial, dedicada a N^a S^a del Valle, fue construida entre 1520 y 1566, según consta en el libro de fábrica, ref. 19594 del archivo del Arzobispado de Toledo. En dicho archivo también hay otras referencias a obras en esta iglesia, a las que más adelante se alude.

La cabecera de la iglesia es poligonal, con contrafuertes exteriores y está cubierta mediante bóveda de crucería, que corresponde al último gótico. A esta cabecera se adosaba una estructura de tres naves. La nave mayor, de la misma anchura que la cabecera, queda separada de ella por un arco toral apuntado, en piedra.

Las naves están escalonadas y separadas entre sí por medio de arquerías, con tres arcos de medio punto en sillería de piedra caliza, que apoyan sobre cuatro columnas (dos adosadas y dos exentas), con capiteles jónicos, bien tallados, de una tipología de comienzos del Renacimiento.

La nave mayor se cubre con una armadura de madera de par y nudillo, con cuadrales junto a la cabecera. Tiene un tirante a los pies y tres dobles tirantes intermedios, todos ellos apoyados por medio de canes sobre una solera perimetral de madera, que descansa sobre el muro de fábrica. La cornisa, el almarbate y el alicer ocultan el apoyo de los pares. Pero por detalles de armadura similares encontrados en la bibliografía se puede suponer que los pares apoyan en un estribo que entronca sobre la zona superior de los tirantes. Sobre los pares y nudillos se organiza un tablero de madera que, como es habitual, tapa la parte superior de la armadura, produciendo la característica forma de artesa.

Las naves laterales se cubren con pares inclinados de madera, apoyados sobre la arquería y sobre los muros de cerramiento de las respectivas fachadas. Sobre ellos se dispone un tablero de madera. Hay que destacar que no existen tirantes que contrarresten el posible empuje originado por la inclinación de estas estructuras laterales.

Sobre los tableros de madera se organiza el tejado, de teja curva, que se dispone a dos aguas, sobre la nave mayor, y a un agua, marcando la diferencia de alturas, sobre las naves laterales.

A los pies de la iglesia y en la zona de la nave mayor, existe una torre de planta cuadrada y gruesos muros. Por el interior hay un coro alto, apoyado sobre una viga transversal de madera, que descansa sobre los muros laterales y sobre dos columnas intermedias, más pequeñas e independientes de las que forman la arquería. Al coro se accede desde la nave lateral sur por medio de una escalera. Y desde él hay paso al cuerpo superior de la torre.

Hay que indicar que la fachada sur, por donde se accede a la iglesia a nivel del suelo, da a una placita, que se desarrolla en esa zona. A medida que se avanza hacia la cabecera, el suelo natural descende, aunque junto a la iglesia se mantiene el nivel, mediante una terraza perimetral, que la bordea por la cabecera y la cara norte. Dicha terraza se sustenta en esa zona norte, por medio de una arquería o barbacana, con bóvedas de medio cañón de directriz perpendicular a la fachada.

En la fachada sur, centrado con el arco intermedio de la separación entre las naves, hay una portada renacentista, en sillería de piedra caliza. En la parte superior se advertían señales de haber tenido un pórtico.

Entre las referencias del libro de fábrica del archivo del arzobispado de Toledo destacan la adecuación de la escalera, sacristía y coro entre 1615 y 1684 (ref. 19595); la reparación de escalera, tapias, encalados y vigas de madera, en 1692 (ref. 19596); la decisión de crear una solana, con motivo de una visita del delegado del obispo en 1730; y la creación de la barbacana perimetral, su empedrado, el solado de la iglesia y su artesonado, en 1749 (ref. 19598).

Es de especial interés la decisión tomada en la visita del delegado obispal de 1765, relativa a hacer un tejadillo delante de la portada principal, con dos pilares de ladrillo y un arco, para más tarde revocarlo y “blanquear y estropajear”.

Por desgracia las intervenciones más recientes no están tan bien documentadas. A mediados del siglo XX se debió derribar este pórtico, ya que hay un testimonio fotográfico de esa época en el que todavía puede apreciarse dicho elemento.

Por informaciones verbales se tiene noticia de la última intervención realizada, al parecer en 1991, que afectó a las cubiertas, y a la ejecución de un zuncho perimetral de hormigón. Se hizo un retejado sobre el tablero recrecido con hormigón aligerado con arcilla expandida, pero no se repararon los pares que estaban muy desnivelados, por lo que la cubierta resultaba fuera de sus planos geométricos, con dificultades para tejar y propensa a las goteras. El zuncho se dispuso sobre las arcadas y muros de fachada, en el nivel de los apoyos de los pares, con la introducción de tirantes metálicos, anclados al mismo de forma muy defectuosa, que los dejaba sin tensar. A pesar de las diversas gestiones realizadas, no se ha encontrado información documental de dicha intervención.

Estudios previos

Levantamiento

Con ayuda de alumnos del Máster de Restauración del Departamento de Construcción de la U.P.M. en los primeros meses de 2004, se levantaron los planos y se hizo una recopilación minuciosa de los daños existentes. Por medio de una grúa portátil se pudo observar con detalle, por el interior de la iglesia, el estado del artesonado de madera y su sistema de apoyo, de la solera perimetral, los tirantes de madera y los de acero, así como el intradós del tablero superior. El resultado de este estudio se comenta en el apartado siguiente.

Estudio geotécnico

Posteriormente se consideró necesaria la realización de un estudio geotécnico, para poder valorar la posible incidencia del suelo en el estado de deformación estructural observada. Así en julio de 2004 la Empresa Ardea Geotécnica, S.L. presentó un informe geotécnico firmado por el geólogo Jaime Pastor Muñoz, en el que se resume los trabajos sobre el subsuelo de la zona donde está situada la iglesia. Dicho informe se complementa con anejos con las columnas litológicas de los tres sondeos realizados, extracto de la norma Une del ensayo de penetración estándar, ensayos sobre las muestras obtenidas realizados por el laboratorio Esgeyco, S.L., cuadro resumen de ensayos de laboratorio, carta de plasticidad de Casagrande, criterios de clasificación de suelos y fotografías.

Del estudio del citado informe se desprende que se ha realizado el análisis del suelo mediante tres sondeos: dos a ambos lados de la puerta de entrada a la iglesia y otro en el lado opuesto junto a la barbacana que salva el desnivel existente entre ambos lados de la iglesia.

Los dos sondeos a ambos lados de la puerta son muy similares y permiten establecer una estratigrafía del terreno, que superada una profundidad de 0,50 m de relleno y solera de hor-

migón, se compone hasta una profundidad entre 5,40 y 6,30 m de gravas silíceas subredondeadas a subangulosas con matriz arcillosa, con zonas cementadas localmente con carbonatos, en tonos marrones. En uno de ellos aparece un estrato intermedio entre 1,00 y 1,50 m de arena media arcillosa y alguna grava dispersa. Los ensayos de penetración dan rechazo prácticamente en todo el estrato. El nivel del agua está por debajo de dicho estrato de gravas silíceas con matriz arcillosa.

Control de deformaciones

Antes de proceder a la intervención se colocaron testigos de precisión para observar los movimientos de las fisuras, de los desplomes y de los desplazamientos de las piezas de la armadura, mediante el estudio de convergencias y nivelaciones, con objeto de conocer el estado de estabilización de la estructura durante y después de su reparación. Este trabajo es encomendado a Geocisa, que ha tomado medidas en cinco ocasiones a lo largo del proceso. A la vista de sus resultados se podrían haber tomado las oportunas decisiones para impedir la progresión de los desplazamientos, sin embargo esta medida cautelar no fue necesaria ya que la estructura estaba estabilizada, y los movimientos observados han sido muy pequeños y se pueden justificar por el proceso de la obra y por las variaciones climáticas estacionales. De todos modos los testigos no se han retirado y se ha recomendado seguir efectuando periódicamente las medidas, para detectar cualquier anomalía.

Además se apuntalaron por el interior las arquerías, ya que son la parte más débil de la estructura y muy sensible a cualquier desplazamiento durante la obra, que puede aumentar el desplome de las columnas. También se estabilizó durante las obras el muro sur, mediante un armado metálico reticulado, contrarrestado mediante contrapesos exteriores.

Daños estructurales observados y sus causas

Los daños estructurales observados se resumen a continuación:

1. Cabeceo hacia el exterior del muro sur, que se manifiesta por una inclinación de la cornisa, la aparición de fisuras, así como por una separación del cortaviento.
2. Desplome hacia el exterior de las dos columnas centrales de la arcada que separa la nave mayor y la nave lateral al sur.
3. Inclinación de los canes de apoyo de los tirantes de madera, con desplazamiento de estos hacia el sur, perdiendo su posición inicial.
4. Desplazamiento del cuadril sur, saliéndose de su ensamble con el estibo situado encima del arco total.
5. Falta de tensión en los tirantes de acero.
6. Enlace deficiente entre los tirantes de acero y el zuncho de hormigón.
7. Flecha manifiesta de los pares.
8. Apertura en clave de la portada de la iglesia.
9. Fisura exterior en el muro de la sacristía a 45° desde un ángulo de la ventana hacia el suelo.

La principal causa de los desperfectos indicados se estimó en la abertura superior de la estructura transversal de la iglesia, que se manifestaba en el cabeceo del muro sur hacia el exterior (1), el desplome de columnas (2), la inclinación de los canes y el desplazamiento de los tirantes (3) y el desplazamiento del cuadril saliéndose de su ensamble (4).

El empuje horizontal que ha experimentado la armadura de la cubierta de la nave mayor no ha estado suficientemente contrarrestado por los tirantes y ha producido el desplome de las columnas, el desplazamiento de los tirantes de madera y del cuadril.

Estos empujes, no debidamente equilibrados en algún tiempo, han producido un movimiento de toda la estructura hacia el sur, aunque al parecer se había conseguido un equilibrio, aunque para poder asegurar la estabilización del problema fue necesario medir los desplazamientos y su posible evolución con instrumentos de precisión.

Los fallos comentados se podían haber originado al suprimir, hacia mediados del siglo XX, el pórtico que protegía la entrada en el sur y se debió tratar de corregir, en la reforma de 1991, mediante la construcción de zunchos de hormigón y el atirantado. Sin embargo dicha actuación resultaba ineficaz debido a la falta de tensión en los tirantes, que demostraba que no estaban actuando, por lo que no podían contrarrestar empujes en caso de producirse (5).

La flecha de los pares (7) y la existencia de puntas de acero visibles en la cara del tablero indicaban la colocación de una capa de hormigón armado encima del tablero como base de la teja. Aunque en la demolición se comprobó que dicho hormigón estaba aligerado, había un aumento de la carga en la cubierta.

Para analizar estos datos se realizaron cálculos de las cargas a la que está sometida la estructura, así como de su actuación sobre la misma, en diversas hipótesis, teniendo en cuenta las cargas propias, las sobrecargas de nieve y viento y la posibilidad de carga asimétrica durante la reparación de la cubierta. Estos cálculos reafirmaron la posibilidad de que las causas de deterioro fueran las indicadas.

Por otra parte, no se dio importancia a la apertura de las dos juntas próximas a la clave en la portada de entrada (8), ya que parece tratarse del movimiento típico de un arco de medio punto al estar cargados, además de ser antigua y estar estabilizada, ya que se aprovechaba para instalar un cable eléctrico.

Por último la fisura en la fachada de la sacristía (9) tampoco parecía tener importancia ya que su forma a 45° desde un ángulo de la ventana hacia el suelo indica una tipología que se produce por la concentración de esfuerzos en ese punto, y no había aumentado aparentemente desde la primera visita. En caso contrario, podría relacionarse con un posible asiento en la cimentación del lado sur.

Del estudio geotécnico se deduce que, en la fachada sur, a partir de 1,50 m de profundidad, se trata de un terreno entre compacto y muy denso, con el nivel freático muy profundo. Se le considera un buen firme de cimentación y una base de apoyo compacta, que lleva a descartar que el vuelco del muro sur hacia el exterior tenga su origen en una cesión del terreno, por lo que nos inclinamos a pensar que la causa de las deformaciones estructurales ha sido el empuje de las cubiertas no suficientemente contrarrestado.

Para ello se estima que el terreno analizado tiene características suficientes, siempre que la base de la nueva cimentación descansa sobre el nivel considerado, como deberá asegurarse oportunamente durante el proceso de la obra.

El sondeo número "1" realizado al otro lado de la iglesia muestra un suelo más deficiente. Aunque entre 2,00 y 3,00 hay un estrato de arcilla arenosa, en tonos rojizos, con una resistencia ensayada a compresión de 2,7 kg/cm².

Es muy posible que debido a esas circunstancias se hiciera la barbacana. Pero el caso es que por ese lado norte, no se aprecian defectos de vuelco del muro, por lo que no se estima necesario realizar actuaciones en la misma.

Intervención realizada

Para mejorar el equilibrio de la estructura, se proyectó rehacer el pórtico situado delante de la puerta de acceso, que contribuirá notablemente a impedir desplazamientos hacia el sur. Se rehizo el pór-

tico con una forma que recuerda la del anterior aunque se ha procurado estilizar su perfil con objeto de evitar el aspecto torpón que tenía.

Al realizar los pozos para la cimentación de los dos contrafuertes exteriores adyacentes al muro sur y de los machones, que configuran la estructura del pórtico, se pudo observar el estado de la cimentación del muro sur, que apoya en terreno firme. Ante esto se decidió, por recomendación de la profesora Rodríguez Monteverde, renunciar a un proyectado recocado de la cimentación por bataches, ya que parecía necesario aumentar la base de apoyo del muro y se podía modificar el estado de tensiones del suelo en forma diferencial.

Por otra parte, el pórtico evitará el deterioro progresivo, observado en la piedra de la portada que había quedado sin protección frente a los rigores meteorológicos del lugar.

La otra intervención importante ha sido en la cubierta. Por su estado deteriorado era evidente la necesidad de un retejado total, sin embargo no podía evaluarse con precisión el estado de los pares y del tablero de apoyo, así como el del zuncho de hormigón realizado en la intervención de 1991.

Al dismantelar las tejas de las cubiertas se comprobaron los daños. Sobre el tablero de madera en la intervención citada se había añadido una capa gruesa de hormigón aligerado armado con un mallaza que estaba sujeto con clavos largos clavados en el tablero. La tablazón se encontraba muy deteriorada y se decidió levantar la capa de hormigón y el tablero, excepto en una pequeña zona de la nave menor situada al norte, donde estaban decoradas las tablas.

Al quedar los pares al aire se pudo comprobar su mal estado de conservación. Además se observó que la cubierta de la nave mayor estaba muy alabeada, por los importantes descuadres que tiene en planta y por encontrarse la hilera inclinada debido a los diferentes descensos de los pares al abrirse en su base.

Aprovechando esta circunstancia, se inspeccionó el estado de los zunchos que se consideró aceptable. Cabía la posibilidad de desmontar los pares y rehacer la cubierta por entero a partir de la soleira, pero se decidió conservarla, sustituyendo exclusivamente los pares más deteriorados, para disponer sobre ellos un tablero prefabricado de madera. Sin embargo no parecía prudente por la carga, ni posible por el alabeo, utilizar dicho tablero como apoyo de la teja. Por ello, se decidió realizar por encima de los pares una estructura de acero mediante cerchas apoyadas en dilatación sobre el zuncho de hormigón y atirantadas con tensores de acero. Sobre estas formas se disponen pares y otro tablero prefabricado de madera, que sirve de base para el impermeabilizante ondulado y la teja, reutilizando la existente en la medida de lo posible. Entre los dos tableros queda una cámara de aire ventilada. En las naves laterales se obró de modo análogo. También se repusieron, realizadas en piedra artificial, una serie de piezas de la cornisa que faltaban.

Agradecimientos: A los profesores y alumnos del Máster de Restauración del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la E.T.S. Arquitectura de Madrid de la U.P.M., en especial a los alumnos arquitectos José Ángel Esteras Martínez, Emilio Sánchez Cuadrado, Gonzalo Melián Marrero y Rafael Martín Talaverano, que realizaron un ejercicio académico sobre esta iglesia, con levantamiento de planos, análisis patológico y propuesta de actuación. A Jesús, párroco de Malaguilla, por los datos y medios facilitados y a los arquitectos Ricardo Font y Julio Palomino, que colaboraron en la redacción del proyecto y la dirección de las obras, así como al arquitecto técnico y las empresas que han participado en ellas.



Interior de la Parroquia de Malaguilla. Nave mayor. Foto: Material del estudio



Parroquia de Malaguilla. Estudios previos. Foto: Material del estudio



Parroquia de Malaguilla. Daños estructurales observados. Foto: Material del estudio



Exterior de la Parroquia de Malaguilla. Intervención Foto: Proyecto de Intervención

Restauración (o des-restauración) de Nuestra Señora de la Asunción de Sax (Alicante)

Miguel Louis Cereceda, Yolanda Spairani Berro, Raúl Hugo Prado Govea, José Antonio Huesca Tortosa. Dpto. de Construcciones Arquitectónicas, Universidad de Alicante. M^a Ángeles García del Cura, geóloga, investigadora del CSIC

Introducción

Por encargo del Ayuntamiento de Sax y la asociación de la parroquia, el equipo de profesores de la Universidad de Alicante que presenta esta comunicación realizó los estudios previos sobre la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción en Sax (Alicante), con el correspondiente estudio histórico y arquitectónico así como un análisis de los sistemas constructivos y los materiales. Posteriormente redactó el proyecto y dirigió las obras de intervención, principalmente destinadas a eliminar aquellos elementos incorporados al edificio en obras anteriores, es decir, a realizar su des-restauración.

Descripción arquitectónica

No hay datos muy precisos sobre la construcción de la primitiva Iglesia de Sax; la tradición popular recogida por autores recientes indica que se erigió a finales del siglo XIII. Se cree que fue levantada después de la reconquista de Jaime I, cuando se fueron trasladando edificios como la iglesia y el ayuntamiento desde el castillo a la falda del monte.

Pero en realidad la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción que conocemos fue acabada en el siglo XVI, aunque estaba considerada como un templo de culto gótico. Comenzada en las primeras décadas del siglo, el edificio debió estar terminado sobre 1550.

Es una de las muestras más puras de la iglesia de nave única, de influencia catalana, construida en la zona. Su forma rectangular y ordenada se debe al influjo del renacimiento procedente del foco artístico de la Catedral de Murcia a través de Villena y Orihuela. Originalmente la iglesia era de una sola nave sin crucero y un ábside poligonal de cinco lienzos. El cuerpo principal estaba dividido en dos unidades cuadradas. Tenía dos naves laterales más estrechas, en realidad capillas entre contrafuertes, unidas por arcos a la principal y divididas en cuatro cuerpos por las pilastras que soportan los arcos torales en el centro, que son de medio punto y no ojivales. Las bóvedas estrelladas, de correcto trazado, alternan las más simples, de cruceros y terceletes, con las del segundo tramo, de ligaduras y crucetas (MIRA, 2003).

Está rematada por un presbiterio poco profundo cubierto por una semicúpula de crucería y planta pentagonal. Las pilastras del ábside son más delgadas que el resto y están cajeadas con una moldura. El diseño de esta moldura y el remate superior de las pilastras son de estilo renacentista. Los órdenes de los planos de la portada principal tienen el fuste cajeadado de la misma

forma. Su forma y el hecho de ser de piedra nos permiten pensar que son del XVI, por lo que corresponden al templo original. El templo sería una de las primeras iglesias de la zona construidas en términos renacentistas aunque las bóvedas sean todavía góticas.

Posteriormente se incorporaron la portada lateral al norte, también de estilo renacentista y la torre de la iglesia, que se terminó de edificar hacia 1580. En su fachada figura la fecha de 1661 y en el reloj antiguo la de 1780. Está situada en la cabecera de la iglesia, en el primer tramo del muro, adosada al presbiterio. Es una torre de planta cuadrada y está resuelta mediante cuatro muros de carga de sillería vista, con una bóveda interior también de sillería, que forma la rampa perimetral de acceso a la zona de campanas y un núcleo interior cegado. Está situada sobre un zócalo y consta de tres cuerpos. El primer cuerpo llega a la altura del tejado de la iglesia; y queda separado del siguiente por una moldura de piedra. El segundo cuerpo comprende el espacio ocupado por el reloj y termina en una moldura semejante a la anterior, que da inicio al tercer y último cuerpo de la torre. En ese tercer cuerpo se abren unos arcos de medio punto en cada una de las caras de la torre. Estos arcos quedan unidos entre sí por una moldura que se sitúa a la altura de la línea de impostas, y en los huecos se colocan las campanas. La bóveda que cubre el campanario está ejecutada con pesadas dovelas pétreas y presenta una directriz muy rebajada. Está rematada por un chapitel de piedra negra en forma de pirámide octogonal recientemente incorporado.

El acceso a la iglesia se produce por dos portadas, una de ellas situada en la plaza del Ayuntamiento, y la otra en la calle Maestro Valera, destacando el pórtico de los pies de mayor tamaño y calidad arquitectónica. Es de decoración sencilla, formada por un arco de medio punto entre pilastras, hornacina avenerada superior, friso con cabezas de ángeles y, en las enjutas del arco, los típicos medallones renacentistas que enmarcan cabezas humanas (NAVARRO Y NAVARRO, 2004). El otro pórtico está en la fachada izquierda y también es de dintel recto entre pilastras. Esta fachada tiene dos óculos barrocos fechados en 1787.

Entre los cimientos y el suelo de la iglesia se halló una cripta y los pilares nacían del suelo de ésta. La puerta se hallaba situada en el norte, en el hueco de una de las hornacinas, y suponemos que harían también una entrada a los pies del templo. La torre y la sacristía flanqueaban la cabecera y servían de contrapeso, lo cual justifica la ausencia de contrafuertes, a excepción de los tradicionales ángulos del presbiterio poligonal.

La iglesia actual está reformada y es de planta de cruz latina con una nave central rectangular de gran anchura y bien proporcionada, crucero y ábside, cubierta por arcos apuntados y mantiene las bóvedas de crucería al estilo tardogótico.

Desde el punto de vista arquitectónico la iglesia sufrió una importante reforma llevada a cabo por Felipe Motilla en 1786. El arquitecto promovió dos modificaciones esenciales: construir un tramo más a los pies de la antigua y convertir el espacio más próximo al ábside en un crucero para aumentar el tamaño del presbiterio. Ello supuso un cambio del tipo de iglesia y de las relaciones espaciales.

El plano que se conserva en el archivo municipal muestra que anteriormente en el tramo inmediato al ábside, existían dos capillas a cada lado, con la bóveda de nervios simple, muy semejantes a las que hoy flanquean la nave principal. Felipe Motilla derribó las capillas correspondientes al tercer tramo con el propósito de provocar en alzado un crucero. Alargó seguidamente la nave agregando un tramo más a los pies (VÁZQUEZ).

Para llevar a cabo la reforma en el crucero, Felipe Motilla propuso elevar el muro de cerramiento de esta parte a la misma altura que la nave central, prolongar la cornisa que estaba arriostrando desde el presbiterio, uniéndola a la que corría en el arranque de las cubiertas, pero se encontró con

un grave problema: recoger las tensiones de los arcos torales. Para solucionarlo, retranqueó un pilar con forma de V hasta el muro, y desde el capitel elevó un arco hasta la clave de los torales. El diseño de este elemento y la intención que tuvo el artista de mantener el sistema de bóvedas góticas le forzó a crear una solución ambigua. En realidad, si seguimos la definición de historicismo, se podría calificar de aportación histórica, ya que a partir de unas formas pertenecientes a un estilo, creó un modelo original y heterodoxo. Las bóvedas que reproduce en los brazos del crucero aparecen como dos medias bóvedas fraccionadas cada una de ellas en dos partes por el arco de descarga que apoya en los pilares. En este templo el transepto transforma las capillas laterales, las convierte en unidades integradas que funcionalmente crean un circuito relacionando las hornacinas entre sí, y a su vez las integra con la nave central y el ábside. Es lógico por lo tanto pensar que el arquitecto propusiera el ensanche de los arcos de paso y la creación del crucero. Anteriormente el espacio era de cinco cuartas (lo cual no permitía la fluida circulación de personas), después de la reforma el camino procesional fue más espacioso.

Motilla propuso además soluciones técnicas que deberían llevarse a cabo para realizar la obra. Primero de todo, se abrieron unas zanjas para profundizar el plano de los cimientos hasta encontrar el terreno firme, este recalce fue llevado a cabo macizando con cal y arena, mezcladas en proporción dos a tres, y colocando también en la argamasa piedra sacada de la cantera del peñón del castillo. Las catas durante la obra han permitido ver la cimentación y la base de los muros originales.

En cuanto a los pilares se picaron y recubrieron totalmente, con el propósito de que parecieran pilastras que sostienen un falso entablamento, situado en el punto de unión entre las bóvedas y el muro. Al mismo tiempo las cornisas antiguas se rehicieron con el mismo diseño que llevarían las del nuevo crucero.

El arquitecto marcó en el plano con una línea doble el perfil de los pilares, pero la base era de sección poligonal, por lo tanto podemos deducir que anteriormente a la reforma la iglesia tendría pilastras adosadas, no columnas). Los nuevos pilares adosados al crucero se proyectaron con el fuste liso.

La cubierta sobre la cúpula se resuelve mediante vigas de madera sobre las que apoya un tablero de madera y tejas cerámicas curvas. Existe una zona reparada donde se sustituyó el tablero de madera por cañizo y yeso. Todas las vigas se apoyaban interiormente sobre un pilar de ladrillo, que se encontraba apoyado en la zona central de la bóveda.

En el trasdós de la cúpula se aprecian varias reparaciones en las grietas que seguían abiertas. El intradós presenta pinturas al fresco y el trasdós una capa de mortero. Los nervios también están decorados. Las bóvedas son visitables por el trasdós y son de doble tablero de rasilla maciza tomada con yeso.

El sistema de cubierta es gótico, los arcos transversales de la nave son ligeramente apuntados, mientras que los torales son de medio punto. Predomina en el diseño de estas cubiertas el carácter rectilíneo frente al abuso de combados y afición por los dibujos complejos que tanto gustaron en las iglesias del noroeste del Reino de Murcia (GUTIÉRREZ-CORTINES, 1987). El peso de la cubierta recae sobre los seis pilares maestros que existen, el muro interior es en su mayoría macizo, si bien se abren algunas capillas y una serie de vanos en su parte más alta.

Por lo tanto estos datos hacen pensar que bajo el cascarón actual quedan todavía los restos de la que fue la antigua iglesia gótica, como el esquema de la cabecera y el sistema de cubrición realizado con bóvedas de nervios estrelladas o terceletes. La obra se enmascara bajo las pilastras y cornisas añadidas y pinturas barrocas en los paños de las bóvedas.

La capilla de la comunión se construyó en el s. XIX y está adosada a la derecha de la nave central. Es de planta rectangular con la cabecera cubierta por cúpula sobre tambor y pechinas.

De esta época es la decoración neoclásica que todavía conserva. La capilla del Pilar, que se encuentra a continuación, está también cubierta con cúpula sobre tambor y pechinas pero está peraltada y produce una sensación de gran verticalidad.

La decoración interior responde al barroco clásico del XVIII con columnas estriadas y capiteles corintios. Tiene una galería corrida en la parte superior y un coro añadido al imafronte.

En 1992 el ayuntamiento de Sax decidió realizar una serie de reformas para evitar el peligro que suponía el desprendimiento de piedras, tejas rotas en el retejado de la cubierta, también la consolidación de las cornisas y de la torre (VÁZQUEZ).

Las obras comenzaron por la fachada principal y lateral. Las cornisas y otros elementos de piedra se encontraban erosionados por causa de los agentes atmosféricos, también por la poca resistencia de la piedra arenisca. Se repusieron algunas molduras y elementos de fachada por una piedra de un color similar a la existente pero de mayor resistencia a la heladicidad y a las tensiones.

Toda la parte izquierda del templo por esa época presentaba síntomas de humedad ascendente, afectando a los zócalos de la iglesia hasta los tres metros de altura. Este problema se intentó solucionar enfoscando la fachada lateral con mortero de cemento.

El remate de la torre campanario se tuvo que reforzar con un atirantado, aunque anteriormente ya se había colocado otro. Fueron ocho los tirantes metálicos colocados para unir los dos niveles diferentes de las cuatro fachadas de la torre. Se anclaron al muro de la torre mediante mortero de resina epoxi. En la parte exterior de la torre se dispuso un grapado metálico entre los sillares, previo cajeadado de éstos. Otra de las reformas de la torre fue la modificación del chapitel del remate superior. Se colocó una plataforma, utilizando hormigón en el centro de la cubierta, para que recibiese mejor el remate, sustituyendo el original por uno de estructura metálica y chapas de mármol negro Marquina.

Estudio diagnóstico

El elemento más dañado era la bóveda nervada poligonal del presbiterio, resuelta mediante nervios de dovelas pétreas y plementería de rasilla cerámica de 8 cm de espesor total, ya que existía un pilar apoyado sobre la misma, soportando toda la carga de las jácenas de madera de la cubierta. La falta de atado perimetral y el envejecimiento de los materiales han provocado empujes laterales y flechas incrementando las cargas puntuales en el apoyo del pilar, con la consiguiente rotura de la semi-cúpula en la que se observaban grietas de gran tamaño, habiéndose desprendido cascotes en varias ocasiones. Esto hacía temer un posible hundimiento y requería una intervención de urgencia. También aparecían daños graves en el arco toral sobre el altar.

La cúpula presentaba movimientos vivos que han generado numerosas grietas pasantes a todo el elemento y fisuras así como deslizamientos verticales de ciertas dovelas pétreas de las nervaduras. En el último año se habían desprendido varios trozos de material pétreo, así como del yeso de revestimiento.

Los movimientos también han afectado a los muros portantes donde aparecen grietas sensiblemente verticales aunque no pasantes a todo el elemento. Sólo se ha comprobado mediante ultrasonidos que algunas grietas de la fachada lateral, ocasionadas por el asiento de la torre, son pasantes ya que no se obtiene ninguna señal.

La sillería de la fachada se encontraba en buen estado excepto en tres zonas muy identificables: Tanto la base como el remate de los muros están afectados por la acción del agua que asciende por capilaridad o se filtra en caso de lluvias alterando la estructura de la piedra por el

aporte salino del terreno que ha producido eflorescencias al cristalizar, causando alveolizaciones en la piedra. La colocación de un mortero de cemento agravó el problema. También se encuentran exfoliaciones y desconchados puntuales. Más grave es lo que le ocurre a los elementos que resaltan del plano principal como las cornisas y pórticos. Las cornisas del edificio han desaparecido en su mayor parte y las restantes se encuentran pobladas de biocostras. Buena parte de los elementos escultóricos de los pórticos son irreconocibles.

En el interior se observaban pequeñas grietas debidas a ligeros movimientos laterales por empujes, aunque las bóvedas y arcos de la nave central no están afectados.

A pesar de la gran solidez constructiva y de la intervención realizada sobre la torre en 1992 con la incorporación del atirantamiento ya comentado, la bóveda del campanario estaba abierta, presentando numerosas grietas y movimientos de las dovelas. La causa es la gran carga del nuevo chapitel de piedra así como el peso y las vibraciones que producen las campanas. Los arcos del espacio donde se encuentra el campanario son un punto débil bajo el chapitel y se han movido ya que sus dovelas estaban desplazadas de su sitio, con grietas en las juntas de las piezas, aunque sin riesgo inminente de caer.

Descripción de la solución

La finalidad de la intervención era recuperar los elementos afectados por las restauraciones incorrectas que se habían realizado, además de conseguir frenar los procesos de deterioro y recuperar el aspecto original del edificio, respetando el aspecto arquitectónico, sin desvirtuar la superficie externa con intervenciones excesivamente agresivas.

La primera y más urgente de las intervenciones era la eliminación del pilar sobre la semicúpula del presbiterio, desviando las cargas de la cubierta a los muros. Para realizarlo, dado el mal estado que presentaba la cúpula, fue necesario colocar previamente un andamio que recaía directamente sobre el altar. Por ello se han realizado catas en la plataforma para una intervención arqueológica, ya que se tiene constancia de la existencia de criptas debajo del altar. Se colocó después una solera de hormigón separada del pavimento con una lámina plástica para que soportara el andamiaje y luego pudiera eliminarse.

Posteriormente se actuó en la cubierta retirando la teja y las vigas de madera así como el pilarcillo apoyado en la bóveda. Esta se reforzó por el trasdós con hormigón aligerado y se sellaron las grietas con resinas y morteros expansivos. Los deslizamientos de las dovelas pétreas de los arcos que forman las nervaduras de la bóveda se cosieron mediante varillas de vitrosinas, para garantizar la transmisión de tensiones. Se realizó un zuncho de hormigón estructural HA-25 N/mm² sobre los muros con un doble fin, arriostrar los muros que sujetan la cúpula y servir de base de apoyo regular a la nueva estructura de la cubierta que se realizó con perfiles de acero. Sobre la misma se colocó un tablero de rasilla con capa de compresión de hormigón colocándose de nuevo la teja original.

Se concluyó esta parte de las obras procediendo a la restauración de las pinturas entre nervaduras y las de las paredes, todas ellas del s. XVIII. Se resolvió así el mayor problema provocado por una incorrecta restauración anterior.

La segunda fase de la intervención tuvo que hacerse sobre la sillería alterada ya que, aunque no perjudicaba a la estabilidad de la Iglesia, podían caer fragmentos a la calle con riesgo para los viandantes, y se estaban perdiendo los elementos de labra, muchos de ellos ya irrecuperables. La intervención se dirigió a frenar los procesos de alteración, consolidando los sillares y aplicando productos hidrofugantes, evitando así la entrada de agua que traslada sales solubles o hidrata los minerales, provocando aumentos de volumen que alteran la piedra. Previamente se realizó la lim-

pieza de las dos fachadas mediante agua a baja presión como sistema general, aplicando micro-proyección de silicato de aluminio o papetas de látex, cuando la suciedad era más persistente.

En las portadas que tienen un tratamiento escultórico se procedió a la restitución de piezas en cantería y a la creación de sólidos capaces, ejecutados con el mismo tipo de pétreo que se utilizó en su construcción.

La fachada principal presentaba importantes problemas de filtración de agua en su remate, tanto directa como indirectamente, debido a la situación en su trasdós de los faldones de la cubierta. Se procedió a impermeabilizar la cara posterior de la fachada en su parte superior, consolidando e hidrofugando la piedra y aplicando una pátina de homogenización, para finalmente reconducir el agua.

El zócalo de mortero de cemento se eliminó, sustituyéndolo por un aplacado de una piedra calcarenítica similar a la existente, formando una pequeña cámara semiventilada con la fábrica original, de modo que permita su aireación y reduzca la ascensión capilar del agua, aunque para ello se utilizaron soluciones específicas.

El sistema utilizado para evitar la humedad por ascensión capilar ha sido doble, por una parte consiste en la realización de una barrera antihumedad de tipo químico inyectando en el muro cada 15 cm un producto mineralizador que al cabo de unos días produce la obturación de los poros, lo que impide el ascenso de la humedad. En el caso de las fachadas, se ha realizado además una cámara lateral de ventilación enrasada con el nivel de la acera. La cámara de ventilación se proyectó con dos recintos comunicados entre sí y con el exterior, permitiendo la ventilación de la cimentación de los muros mediante rejillas.

En la torre los tirantes metálicos existentes se sustituyeron por un sistema de atirantamiento tipo CINTEC, consistente en la realización de taladros atravesando el interior de los muros. En ellos se colocó un tendón de acero tensado formado por 19 cordones de 1/2" de diámetro, enfilados en vainas con un encamisado en el que se inyecta un mortero de resinas que ancla por presión todo el sistema a la fábrica y que abraza la torre en todo su perímetro. Luego se eliminaron todos los tensores anteriores, además de las grapas de acero.

Después se procedió a la recolocación de las dovelas de los arcos mediante puntales y gatos hidráulicos, con el correspondiente sellado de grietas y juntas, mediante mortero de resinas para evitar nuevos movimientos. También se realizó el sellado de grietas o la sustitución de piezas cuando estaban muy alteradas, esto último en casos muy puntuales.

La reposición de piezas en las cornisas de la torre era una operación importante dado su carácter funcional en el edificio, por lo que se realizó con suma precisión y siguiendo un procedimiento prefijado. Primeramente se rebajó la superficie de la piedra mediante disco abrasivo hasta dejarla completamente plana. Después se ejecutaron taladros para colocar redondos de acero inoxidable inyectando previamente resina epoxídica en el taladro. Posteriormente se encaró la nueva cornisa con las varillas hasta llegar a tope con la superficie, que se había recubierto de resina. El rejuntado final se realizó con mortero M-20 de cemento y cal aérea, con arena obtenida de la misma piedra.

El remate de mármol de la torre fue eliminado para sustituirlo por una cubierta de zinc colocada sobre un soporte de madera previa reparación y protección de la estructura de acero.

Por último junto a la torre y a nivel de calle existía una pequeña edificación abandonada. Se decidió eliminarla, recuperando la visión de toda la torre y el lateral del ábside, además de un pequeño espacio urbano de uso público.

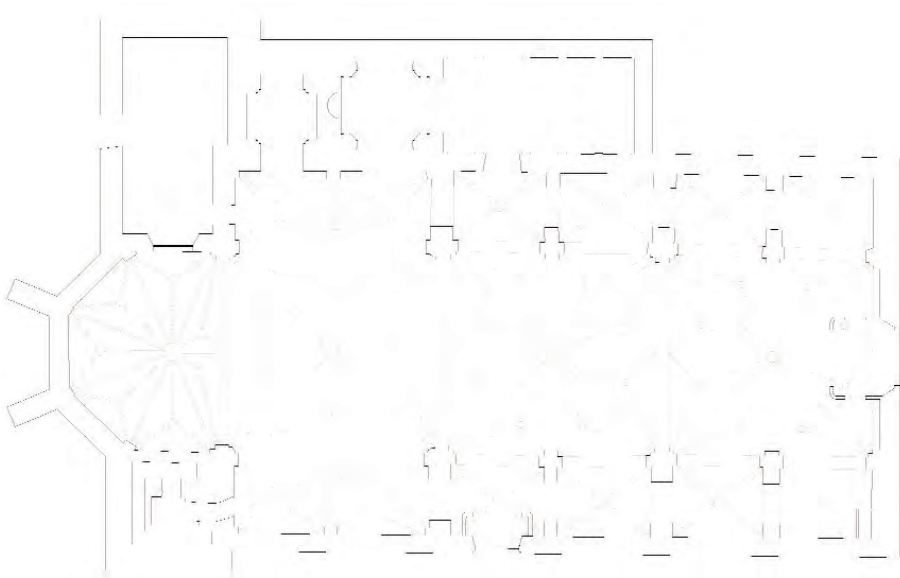
Bibliografía

GUTIÉRREZ-CORTINES, C. *Renacimiento y arquitectura religiosa en la antigua diócesis de Cartagena*. Murcia: Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 1987

MIRA, E.; ZARAGOZÁ, A. *Una arquitectura gótica mediterránea*. 2 vol. Valencia: Consorci de Museus de la Comunitat Valenciana, 2003

NAVARRO, F. J.; NAVARRO, R. *Estudio arquitectónico de la iglesia parroquial de nuestra señora de la Asunción de Sax*. Trabajo de curso, 2004

VÁZQUEZ, V. *La iglesia parroquial de nuestra señora de la Asunción*



Planta de la Iglesia de la Asunción de Sax. Dibujo: Yolanda Spairani



Portada principal antes de la intervención en 2003. Foto: Miguel Louis Cereceda



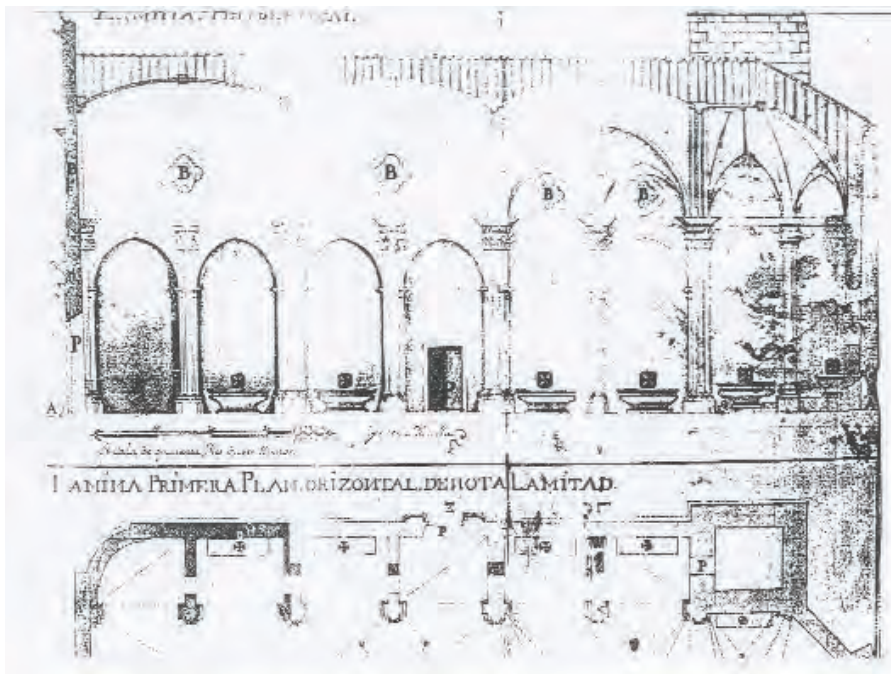
Cubierta de la semicúpula antes de colocar la teja. Foto: Miguel Louis Cereceda



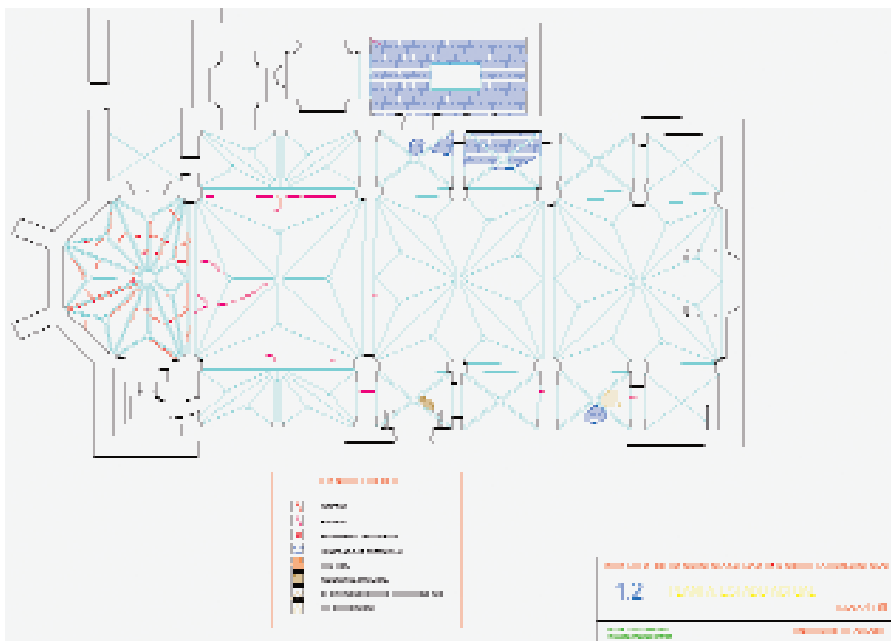
Estado de las cornisas del campanario de la torre antes de la intervención en 2003. Foto: Miguel Louis Cereceda



Pilarcillo cargando sobre la semicúpula. Foto: Miguel Louis Cereceda



Plano que se conserva en el archivo municipal firmado por Felipe Motilla en el s. XVIII



Plano: Yolanda Spairani

La evolución de la Teoría de la Conservación y la Restauración como instrumento para la *restauración contemporánea* en San Miguel de Jerez de la Frontera. La dificultad en la definición del ámbito de actuación

Beatriz Castellano Bravo, Marta García de Casasola Gómez, José Luis Gómez Villa. Centro de Intervención del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico

La actitud frente a la intervención sobre las arquitecturas históricas pasa por un contenido ideológico asociado a una práctica constructiva cuyo resultado es siempre una modificación de la materialidad del edificio. En el contexto actual de la cultura entendemos el objeto patrimonial a modo de palimpsesto, como una realidad compleja consecuencia de la interacción entre campos diferentes pero de la misma importancia -lo formal, lo constructivo, lo histórico, el lenguaje, etc.- en la que la dimensión temporal, en el sentido de recorrido, no es lineal, reconociendo la imposibilidad de establecer una primacía entre categorías que legitime la eliminación de aportaciones materiales de la vida del bien cultural.

Este proceder frente a la materialidad del edificio hace necesaria la constatación de determinados datos mediante los estudios científicos históricos o analíticos necesarios para el desarrollo de los recursos proyectuales y técnicos que definen la intervención, ya que tan sólo desde la categoría de lo técnico podremos asumir una actuación de sustracción -lo que perjudica, lo que no funciona, lo que distorsiona- que recupere un estado original más adecuado o de adición que desde la sensibilidad contemporánea garantice la lectura, conservación, integridad, seguridad y accesibilidad del patrimonio construido.

La oportunidad de intervenir en la Iglesia de San Miguel (Jerez de la Frontera, Cádiz) surge a partir de una situación de emergencia. Se habían producido desprendimientos puntuales de elementos pétreos de las nervaduras y del programa decorativo de distintas bóvedas de las naves Central y de la Epístola que aconsejaban la realización de un estudio exhaustivo del estado de conservación del edificio que determinase la estabilidad mecánica de la fábrica, las posibles causas de esta patología, y la adopción de una serie de medidas de urgencia que evitasen nuevos desprendimientos. La metodología desarrollada desde el taller de inmuebles del Centro de Intervención del IAPH como proceso de intervención en el patrimonio ha generado un grado de conocimiento del edificio y de su secuencia constructivo-temporal que posibilita su lectura como documento de la evolución de las teorías de intervención sobre nuestro patrimonio arquitectónico.

- S. XVIII: Entre el revestimiento Barroco y una primera conciencia de la restauración. Aunque científicamente cada vez es más difícil separar los conceptos de conservación y restauración con los de intervención en los bienes inmuebles antes del XIX, en la actualidad son más los que ligan al nacimien-

to de la conciencia del bien cultural o del monumento una primera aptitud hacia la restauración o conservación, siempre desde el acervo de las teorías y mentalidades en evolución¹.

Así, el s. XVIII va a traer el nacimiento de las estructuras profesionales, la Arqueología, la Historia del Arte o las Bellas Artes que se unirán de un lado con un desbordado aumento del interés por las ruinas y las obras de la Antigüedad fomentadas también desde las Academias. En esta centuria se modernizan las fábricas edilicias existentes, especialmente las de origen medieval. Propio va a ser el revestimiento escenográfico de múltiples inmuebles con elementos que los enmascaren dándoles una apariencia barroca en cualquiera de sus afluencias, operaciones que se entendían como contemporización de las fábricas existentes².

En la Iglesia de San Miguel se van a reflejar varias de las posiciones ante los monumentos medievales comunes al modo de intervenir en el XVIII, añadiéndole la particularidad hispana. A la herencia del programa iconográfico a través de los bienes muebles propio del post trentino s. XVII³, se añadirá una fase de imposición de la nueva estética desde la aportación moderna en la Torre fachada proyectada por Diego Moreno Meléndez y finalizada en 1701 en la intención de embellecer olvidándose parcialmente de las fábricas anteriores en las que intervienen⁴. Una segunda fase la determinan las necesidades culturales como el Sagrario, proyectado en 1717, pero acabado cuando ya se ha debido suceder la tercera de las intervenciones del XVIII; desde 1755 se generan una serie de restauraciones en Andalucía occidental tras el terremoto de 1755⁵.

Si a lo largo de este siglo, separados por la necesidad de reformas ante catástrofes, entendiendo la restauración como modernizar y acabar la obra, o simplemente obligados por las necesidades funcionales de la parroquia, encontramos un templo gótico aparentemente revestido del barroco, con nueva portada fachada, nuevos revestimientos interiores y exteriores de la fábrica y con un programa iconográfico definitivamente concluido en 1770 con los elementos constructivos, ornamentales y muebles de la Capilla del Sagrario, pronto el curso de la historia y el modo de apreciar el monumento va a cambiar de dirección y llevar de nuevo a San Miguel en la Historia de la Restauración hacia la Restauración de Estilo.

- S. XIX, el valor de lo medieval, la recuperación y superación del pasado. Entre el *represtino* y la des restauración. Desde el último tercio del XVIII algunas intervenciones en Inglaterra fundamentalmente se estaban pronunciando por una intervención cuya finalidad era completar en estilo los edificios medievales. Esa discernibilidad entre aportación, reconstrucción o variación, que hace sostener la existencia de unos criterios para la restauración anteriores al nacimiento de ésta como teoría del XIX, se va a decantar por el segundo de los términos.

El mencionado nacimiento de las Academias va a implicar un mayor interés del Estado por el control del patrimonio existente, estrechándose el marco jurídico. Se examina a los responsables de la conservación y construcción de edificios, se controlan las acciones y la salvaguarda desde las delegaciones de la Comisión Central de Monumentos.

Además, la política del XIX (Desamortización, Revoluciones, Monarquía o República) va a precipitar fenómenos sucesivos destrucción-protección no siempre correlativos ni coherentes. Por otro lado, tanto Europa como España van a vivir un espíritu nacionalista y romántico que va a determinar en buena medida la vindicación de lo medieval. Los viajeros románticos y las ediciones de sus libros, en los que se ensalza el ideal primigenio de la crítica de Arte y Arquitectura bajo la importancia de las obras más por la capacidad de producir una excitación hacia los hitos medievales que por sus valores internos, generan un aprecio desmedido al estilo Gótico⁶.

Cuando en la década de los setenta en España triunfa el estilismo, en Francia e Italia ya se criticaban en parte sus teorías. Las herramientas fundamentales para la difusión se ejercieron desde

varios prismas. De un lado la creación de la Escuela Especial de Arquitectura⁷, en la que la doctrina del positivismo ha arraigado incidiendo en el análisis histórico de los monumentos al modo violetiano. De otro, el práctico, en el que el mejor referente es el de la Catedral de León, principal obra que se reconstruyó tras diversos avatares siguiendo el postulado historicista-estilista⁸. Por último se añadieron los inicios de fuertes empresas de reconstrucciones de estilo, de restauraciones en la mayoría de los templos catedralicios de España, destacando las obras en la SIC de Sevilla en el último cuarto del XIX bajo la dirección de Adolfo Fernández Casanova⁹.

Así, entre 1861 y 1896 se realizan de la mano del arquitecto valenciano José Esteve y López las principales obras de restauración de estilo en el Templo de San Miguel, aunque con varias salvedades. En primer lugar, a pesar de los extensos planes de Esteve para con la fábrica del templo y de sus necesidades de recuperar la identidad goticista, la economía de la parroquia y del Arzobispado de Sevilla no permitió culminar la intervención¹⁰. De otro, la intervención en la parroquia no es exclusivamente de estilo, pues también hay ruina parcial. Cuando el Arzobispado de Sevilla nombró una Junta Especial de Obras de la Iglesia Parroquial de San Miguel el 20 de abril de 1861, debía encontrarse en un estado parcial de abandono, recubierta de capas de cal y yeso que enmascaraban la fábrica, los vanos parcialmente cerrados y dos pilares a los pies del templo en mal estado. Pero no debemos esconder en un proceso explícito estructural las obras de Esteve, pues su primera reacción al evaluar en sus informes el estado de conservación fue claramente el de un arquitecto de corte historicista con admiración al espíritu estético medieval que se había perdido en el templo¹¹.

Esteve, formado las ideas de la nueva Escuela Especial de Arquitectura y conocedor de las tendencias de su época, fue pretencioso en el alcance de las obras, pues una de sus primeras peticiones jamás conseguida fue la de trasladar la reja del coro de la Cartuja de Santa María de la Defensa a San Miguel¹². Sin entrar en detalles, la restauración en sí constituyó en primer lugar una operación de limpieza de todos los revestimientos de yeso así como la eliminación de todos los elementos ornamentales que se repusieron en cal con clavos en el s. XVIII, posiblemente como reparaciones de urgencia tras el terremoto de 1755¹³; se adaptan los accesos a las capillas de las naves laterales con arco rebajado, que copia el de la llamada Capilla de los Pavones; se rehace la capilla del Baptisterio, una de las más antiguas de la fábrica, reproduciendo cuando no reinventando los motivos que la jalonaban¹⁴; se reparan íntegramente los dos pilares de la Nave de la Epístola de los pies del templo entre 1862 y 1872¹⁵; se depura el estilo de la ornamentación de los arcos torales de las bóvedas centrales y del lado de la Epístola de la nave del crucero, reproduciendo ornamentos no siempre originales, añadiendo ménsulas y arcos y fajas vegetales por estudio mimético de otras áreas de las bóvedas; se recuperaron los cerramientos de los vanos, recreándose las trazas de las originales¹⁶ y finalmente se redecoran los basamentos de los pilares del crucero, aportándose baquetones, capillas y doseletes por doquier para darles igualdad con los relieves del Baptisterio. Se eliminó el coro de los pies de la nave central renovando los bienes muebles en adecuación de estilo como el cancel de 1896 y una serie de retablos neogóticos con advocaciones populares. En 1878 abandona las obras Esteve, pero todo hace indicar que estuvo tras la mano de su sucesor Elías Gallegos. A pesar de no llevarse a puerto muchas de las aspiraciones para el templo¹⁷, sin decisiones drásticas, al darse por terminadas las obras, la Iglesia de San Miguel había recuperado gran parte de su lectura gótica, depurando además parte de sus ornamentos en el camino del estilismo.

-s. XX-XXI. Respetando la Historia: lo falso restaurado, de Atenas a Cracovia. Largo es el período de silencio en las intervenciones documentadas sobre la parroquia, ya que a lo largo de casi un siglo de su historia -el siglo en el que se van a generar todas las doctrinas de la Teoría de la Conservación

contemporánea¹⁸. no va a haber actuación más allá que las supuestas de mantenimiento sobre el conjunto del templo.

La figura de Giovannoni, padre de la Restauración Científica en la Carta de Atenas, o sus ecos en España en la figura de Torres Balbás y la Ley de Protección del Tesoro Artístico Nacional aprobada en 1933, van a marcar un primer desarrollo no consumado hasta la Restauración Crítica, en gran parte generada a su vez tras los desastres monumentales de los periodos post bélicos. Lastrando la moda de las reconstrucciones post traumáticas, en España, aún en 1972, podemos enmarcar la intervención de Rafael Manzano Martos para la sustitución íntegra del sistema eléctrico en la Iglesia de San Miguel dotando a la fábrica externa de una iluminación monumental¹⁹.

La llegada de la Democracia va a conllevar una nueva legislación hoy puesta en ciernes de nuevo, pero aporta un cuerpo jurídico al patrimonio hasta entonces desasistido. El nuevo marco legal, tanto nacional como autonómico, en una asunción de los principios y recomendaciones de las cartas europeas e internacionales, así como el nacimiento de nuevos centros integrales de conservación patrimonial con personal adecuado formado en las ciencias que le atañen, conllevan a finales del XX a la situación actual.

En 1987 el arquitecto Vicente Masaveu Menéndez Pidal redacta un Proyecto Básico y de Ejecución de intervención sobre las cubiertas, modificando el sistema de evacuación de aguas pluviales, resolviendo encuentros y pendientes y protegiendo los respiraderos de las bóvedas. En 1993, Fernando Visado realiza obras de emergencia para resolver los problemas de descuelgue de la bóveda del presbiterio para lo que se hubo de desmontar por completo la cubierta y corregir la posición de la clave volviendo a cerrarla.

Por último, en 2004 el IAPH redacta el *Proyecto Básico y de Ejecución en la Iglesia de San Miguel de Jerez: reparación de nevaduras y elementos decorativos de las bóvedas*, protección de vidrieras y reparación de cubiertas, como consecuencia de la situación de emergencia²⁰. Desde las primeras aproximaciones al edificio la problemática asociada al objeto de estudio y los interrogantes planteados en torno al mismo se convierten en herramientas del proyecto. Marcado por el grado de indefinición espacial y la reflexión sobre la escala y los límites de la actuación propuesta, concretaban el alcance de los estudios previos desarrollados en pos de la determinación de la causa de una patología puntual²¹ vinculada a un sistema más complejo. La definición del objeto del proyecto pasaba, por tanto, por reconocer su complejidad y multiplicidad de registros, lo que hacía necesario la formación de un equipo multidisciplinar que relacionase los datos extraídos de los diferentes estudios especializados.

Se trataba, además, de una cuestión de manejo de escala. El desprendimiento de piezas de dimensiones 50x50x50 cm que forman parte de un sistema constructivo generado para cubrir un gran espacio, una superficie moldeada para generar una geometría que debe resolver en su cara superior la evacuación de aguas, suponía actuar desde el fragmento, desde “lo menudo”. *El objeto es una sección*²² trataba de dibujar el soporte en el que representar la situación a resolver. La geometría de la sección representa no sólo el plano en el que se superponen/generan las patologías sino que representa al resto de elementos determinantes en la definición del estado de conservación: pretilas, respiraderos o sistema de evacuación de aguas. Las herramientas de conocimiento abordaron la dimensión fraccionaria del objeto patrimonial, así se acometió una labor de representación gráfica y fotográfica, a través del dibujo y del levantamiento planimétrico; de análisis de la documentación gráfica y bibliográfica existente, haciendo especial hincapié en la revisión histórica de los contenidos de anteriores proyectos de intervención en la iglesia; realizando una serie de estudios analíticos para la caracterización de materiales y alteraciones, estudio micro climático, análisis constructivo con toma de probetas y mediciones del grado de salinidad en paramentos, así como un estudio del comporta-

miento mecánico de bóvedas y nervaduras, definiendo el grado de estabilidad y resistencia del conjunto mediante la introducción de datos volumétricos en un modelo informático de análisis de estructuras espaciales de fábrica o la simulación de las acciones características.

De esta forma la intervención se centra en “reordenar” la materialidad del edificio que se ha visto alterada por un conjunto de intervenciones llevadas a cabo a lo largo de los años. La eliminación de los morteros de cemento como premisa fundamental a la puesta en obra se acompaña de una aplicación de morteros de cal tradicionales para alcanzar un equilibrio entre los diferentes materiales constitutivos de la obra.

Todo ello conllevó la definición de las acciones a desarrollar, de su faseado y planificación temporal, así como del contenido ideológico de la propuesta frente a la materialidad del edificio, contemplándose la des-Restauración de elementos puntuales como posibilidad desde el conocimiento global del bien y como garantía de su estabilidad, seguridad y accesibilidad. Así las acciones propuestas pueden resumirse en la reparación de nervaduras y elementos decorativos de las bóvedas, protección de vidrieras y reparación de las cubiertas.

El resto de las actuaciones buscan garantizar un mejor comportamiento del bien partiendo de la eliminación de elementos de hierro forjado, o respiraderos (de mortero de cemento) y a través de la propuesta de un nuevo sistema de evacuación de aguas recuperando las líneas de los arbotantes y ejecutando nuevos bajantes. La ejecución de nuevos respiraderos en cobre y la protección de las vidrieras en acero inoxidable completaron la propuesta.

En el interior, comprobada la estabilidad estructural, resueltas las humedades por infiltración y mejoradas las de condensación a través de la ventilación, se propuso la eliminación de intervenciones con morteros diferentes sustituyéndolos por otros de cal compatibles y resistentes frente a la humedad. Se añadieron algunos elementos de prótesis para garantizar la estabilidad de piezas de gran tamaño que han perdido su estado de compresión inicial. Por último se contempló la limpieza de las cubiertas y tratamientos de protección e impermeabilización como medidas de mantenimiento constantes²³, para lo que se redactará un Libro del Edificio que incluirá las correspondientes Instrucciones de uso y mantenimiento²⁴. Para ello se incluyen en el proyecto la recuperación de las escaleras y ejecución de barandillas que garanticen la accesibilidad y seguridad en las cubiertas.

Un plano ondulado (bello) sobre el horizonte de Jerez sobre el que incluso se podrían plantear actividades culturales y divulgativas de la práctica constructiva tradicional, cerrando así la 1ª fase de la intervención sobre un bien cultural en el que la difusión debe considerarse un capítulo más a desarrollar. Un mecanismo de transferencia de conocimiento imprescindible para hacer llegar este patrimonio no sólo a otros profesionales de la restauración sino al conjunto de la sociedad.

Notas

¹ El aún no superado GONZÁLEZ-VARAS, Ignacio “Conservación de Bienes Culturales. Teoría, historia, principios y normas”. Madrid, 1999, pp. 145 y ss. da cabida a la mayor parte de los estudios extranjeros del tema, como el de Pierluigi Panza *Antiquità e restauro nell' Italia del Settecento. Dal ripristino alla conservazione delle opere d' arte*. Milán, 1990, donde se posiciona desde mitad del XVIII el paralelo al avance de la sistematización de las ciencias y conocimientos que encontramos en el campo de las Bellas Artes y de la Antigüedad, repitiendo los términos propios para el inicio de la teoría de la restauración del XIX bajo Viollet.

² Basten los ejemplos romanos de las fachadas de Santa María la Mayor o, San Juan de Letrán o, en el ámbito nacional, las intervenciones de las fachadas de la Catedral de León, el Obradoiro de Santiago de Compostela, o las de las catedrales de Toledo o Pamplona. En el local, además de la gran operación de la fachada de San Miguel, las de la Cartuja de Santa María de la Defensa, las de las torres campanario de la Iglesia de Santiago o San Juan de los Caballeros.

³ El retablo mayor, encargado en 1613 a Juan de Oviedo, Gaspar del Águila y Martínez Montañés, es finalmente acabado por el último y José de Arce entre 1641 y 1654. El programa continuó en el XVIII con el retablo de Ánimas. AA. VV. "Guía Artística de Cádiz y su Provincia". Fundación José M. Lara. Diputación Provincial de Cádiz, 2005. Op.cit., pp. 272 y 273.

⁴ La eterna discusión acerca de la integración de la nueva arquitectura en la antigua, la genialidad arquitectónica, el modo de implementar-se de la una en la otra, la aceptación social y el rebasar los límites de la lógica material y estética han producido a lo largo de la Historia reacciones encontradas. Si de un lado al final del XVIII la reacción contraria al enmascaramiento barroco, basada en una crítica ácida, despiadada y sin control en la que en base a los discursos academicistas e ilustrados se eliminaron buena parte de estas intervenciones barrocas y dieciochescas, no es menos cierto que nacida la disciplina de la restauración monumental, en el momento de mayor desarrollo europeo de ésta desde finales de los años setenta del s. XX, se va a cometer un *abuso del monumento*, en el que la carga de nueva arquitectura sobre las antiguas fábricas, muchas veces desmedido y desproporcionado material y estéticamente ha llevado a reacciones e intervenciones con las que subsanan los desgajados anteriores en actitudes claramente des-restauradoras. La Historia se repite. GONZÁLEZ MORENO-NAVARRO, Antoni "La Restauración Objetiva. Método SCCM de Restauración Monumental." Barcelona, 1999. pp. 70 y ss.

⁵ La particularidad hispana, consecuencia del Terremoto de Lisboa del primero de noviembre de 1755, llevó a la mayoría de las fábricas medievales de la zona a fases de restauración en la segunda mitad del XVIII y aún en la primera mitad del XIX, encontrando en ello un pretexto de modernización estética.

⁶ No exclusivamente. Todos los estilos del período secular medieval van a tener sus apartados de reconsideración aunque a una menor escala, como el románico o islámico en España donde el menor conocimiento respecto al Gótico en Francia, evitaron que estas intervenciones llegaran a los extremos de depuración de estilo.

⁷ Creada en 1844, a la vez que la Comisión General de Monumentos y sus divisiones provinciales, lo cual da una dimensión del calado de la nueva restauración y su implantación para el Estado moderno. Nació al auspicio de la Academia de San Fernando; entre sus profesores se encontraba Antonio Zabaleta que se encargó de traducir los textos de Le Duc y publicarlos en el Boletín Español de Arquitectura en 1846 y 1847 con la consiguiente aceptación de los postulados de los Neo Góticos frente a los principios de la Academia en Francia.

⁸ DE LOS RÍOS Y SERRANO, Demetrio. "La Catedral de León". Tomo II. Madrid, 1885, p. 156. De los Ríos se encargó de las obras de la SIC de León entre 1880 y 1892 en medio de una frenética actividad de recreaciones, reconstrucciones y cierre de gran parte de la fábrica, ya definitivamente reinventada.

⁹ El repetido paradigma de la Catedral de Sevilla para la construcción histórica gótica de la Iglesia de San Miguel toma aquí una nueva dimensión al compartir criterios de restauración en estilo, abarcando la terminación de las portadas del crucero, saneado de los pilares y recreando un nuevo crucero tras el desplome del original. GONZÁLEZ-VARAS IBÁÑEZ, Ignacio. "La Catedral de Sevilla (1881-1900). El debate sobre la Restauración Monumental". Sevilla, 1994.

¹⁰ Los períodos políticos entre la Revolución Liberal y la Restauración Monárquica cambiaron los regímenes jurídicos y causaron la dilación y faltas de presupuestos para los trabajos de San Miguel. Así lo hace constatar el entonces párroco y delegado de las obras en las actas de 1873. ÁLVAREZ LUNA, Ángeles; GUERRERO VEGA, José M^o; ROMERO BEJARANO, Manuel. "La Intervención en el Patrimonio. El caso de las iglesias jerezanas, (1850-2000)". Jerez de la Frontera, 2003. p. 54.

¹¹ En un discurso que perfectamente podría haber salido de las doctrinas de Le Duc y Merimeé, o del mismo Ríos en España... *Al penetrar hace algunos años en San Miguel, cualquiera persona de mediano gusto, no podía menos de sentirse sobrecogido de un sentimiento de displicencia y aún de indignación al considerar las profanaciones artísticas llevadas a cabo en el recinto...* "Noticia Histórico-Descriptiva del Templo Parroquial de San Miguel de Jerez de la Frontera y de la obra de restauración del mismo llevada a cabo por el arquitecto Don José Esteve y López, siendo cura propio de dicha Iglesia D. Joaquín Juste y Vergara." p. 25. Citado en "La Intervención en el Patrimonio. El caso de las iglesias jerezanas, (1850-2000)." Op. Cit., p. 49.

¹² La operación no se llevó a cabo por la Oposición de la Academia de San Fernando en la jurisprudencia que le concernía al tratarse la Cartuja de un Monumento Histórico.

¹³ Es una clara intervención de des-restauración, en este caso común y anacrónica, pero de índole estilística y material.

¹⁴ Estos trabajos que por correspondencia entre Esteve y el maestro escultor que los ejecutó, Manuel González, se conocen relativamente bien, fueron criticados por haber rebajado y eliminado buena parte de los relieves originales por parte de SANCHO DE SOPRANIS, Hipólito. Op. cit. p. 62. Como bien enunciaba siguiendo a Le Duc, el español De los Ríos, Esteve debió pensar que la materia no es la sustancia del monumento.

¹⁵ Esta intervención es otro de los rasgos catedralicios que con la de Sevilla comparte el templo jerezano, si bien las obras de estos pilares no están detalladas en la documentación que se conserva, se puede concluir que las reparaciones fueron integrales tras una anterior del XVIII que hizo peligrar su integridad. En la ciudad de Jerez, entre 1902 y 1926 también se efectúan operaciones similares en los pilares del templo de Santiago por el arquitecto Rafael Esteve.

¹⁶ No así las vidrieras de nueva factura que diseñara José Jiménez Aranda en otra tendencia de calado social del XIX en el arte de la pintura, el Regionalismo y Costumbrismo que aquí absorbe la pintura de Historia y Romántica del resto de Europa.

¹⁷ Para el mejor conocimiento de éstas merece la pena el fantástico estudio de ÁLVAREZ LUNA, Ángeles; GUERRERO VEGA, José M^o; ROMERO BEJARANO, Manuel. Op. cit. pp. 46-71. AA.VV. "Proyecto Básico y de Ejecución en la Iglesia de San Miguel: reparación de ner-

vaduras y elementos decorativos de las bóvedas, protección de vidrieras y reparación de cubiertas. Jerez de la Frontera (Cádiz)". Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. Consejería de Cultura. Junta de Andalucía. Sevilla [www.juntadeandalucia.es/cultura/iaph/nav/navegacion.jsp?seccion=TEMATICAS&entrada=/portal/Tematicas/Intervencion/IntervencionesPHA/Transferencias/ProyectoSanMiguel/]

18 Las corrientes reaccionarias al estilismo en la segunda mitad del XIX y principios de la siguiente centuria, representadas por el inmovilismo de Ruskin y la intervención *restricta* de Camilo Boito, la discernibilidad de los añadidos y de las reintegraciones en lo antiguo que son incorporadas como principio de método desde el primer cuarto del XX en la Restauración Arqueológica, la Restauración Pictórica y la Restauración Arquitectónica.

19 El proyecto no se llega a ejecutar, del mismo sólo conservamos el presupuesto.

20 El comienzo de las obras se inicia en agosto de 2006. Una vez finalizado los Estudios Previos, en marzo de 2004, se llevaron a cabo anclajes de urgencia para garantizar la estabilidad de algunas piezas que presentaban riesgo de desprendimiento inminente.

21 Es necesario realizar un diagnóstico global del estado de conservación de la iglesia que incluya una propuesta de estudios previos a desarrollar sobre el resto de las unidades constructivas, especialmente torre, fachadas y portadas, para llevar a cabo las correspondientes propuestas de intervención.

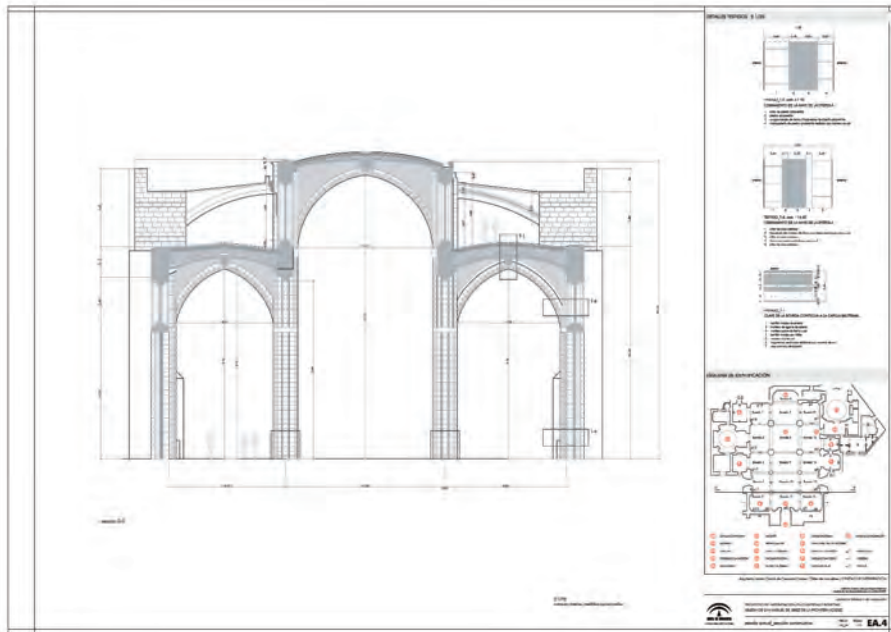
22 Un objeto es una sección, una porción definida en un espacio abierto de coordenadas físicas. Pensar en un objeto como sección de masa indiferenciada de estratos materiales hace difícil una distinción convencional entre el contexto y su propia e inherente estructura, hace difícil asociar formas a límites, y refuerza, a su vez, la noción de diversidad constitutiva. NAVARRO BALDEWEG, Juan. "La habitación vacante". *Pre-textos de arquitectura*, 2001.

23 En los principios para la conservación y restauración del patrimonio construido, en el apartado Objetivos y Métodos punto 2 se dice *El mantenimiento y la reparación son una parte fundamental del proceso de conservación del patrimonio. Hay que informar y prever el posible deterioro y tomar las adecuadas medidas preventivas*. Carta de Cracovia 2000. Versión en español de Javier Rivera y Salvador Pérez Arroyo. "Cuadernos del Patrimonio n.º 5", Alcalá de Henares, 2001.

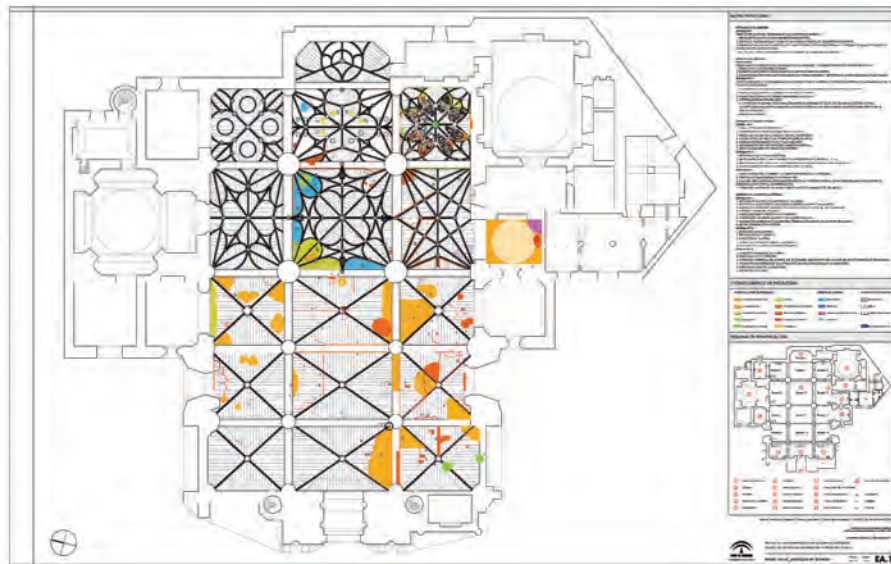
24 Tal y como se recoge en el Código Técnico de la Edificación aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.



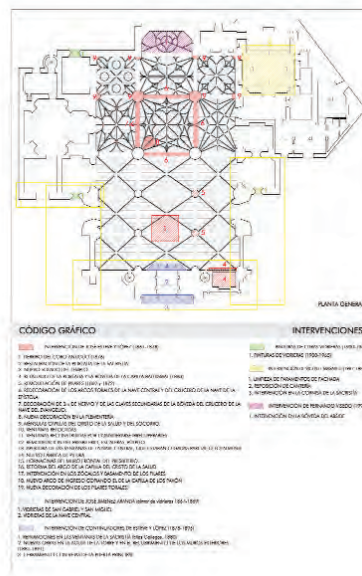
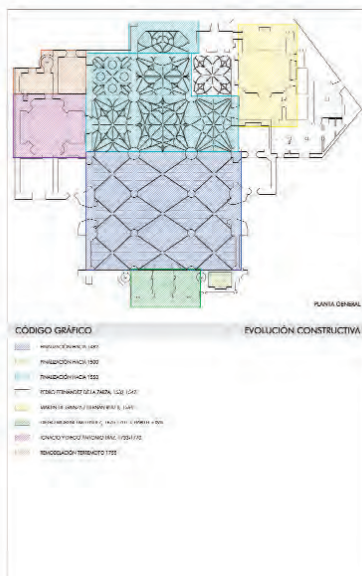
Cubiertas y torre de la Iglesia de San Miguel. Foto: Eugenio Fernández Ruiz



Estado actual. Sección constructiva. Plano: Taller de Inmuebles, Centro de Intervención del IAPH



Plano de patologías en bóvedas. Plano: Taller de Inmuebles, Centro de Intervención del IAPH



Planta de la evolución constructiva del edificio y planta de las intervenciones del edificio. Plano: Taller de Inmuebles, Centro de Intervención del IAPH

Morteros de cal: una propuesta para la intervención en la Iglesia de San Miguel de Jerez

Ana Luque Aranda, Eduardo Sebastián Pardo, Universidad de Granada. Esther Ontiveros Ortega, Jesús Espinosa Gaitán, Centro de Intervención del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico

Introducción

La adecuada calidad que presentan los materiales empleados en las intervenciones realizadas en el patrimonio histórico arquitectónico es primordial a la hora de garantizar su conservación (Carta de Cracovia, 2000).

Los proyectos de intervención a ejecutar en los edificios históricos deben fundamentarse en un riguroso proceso de actuación, basado ante todo en el empleo de materiales tradicionales, semejantes y compatibles con los elementos de fábrica.

Los morteros de cal siguen siendo, sin ninguna duda, el material de intervención más utilizado en los trabajos de restauración, de ahí el esfuerzo que se viene realizando, en los últimos tiempos, para esclarecer las incógnitas que plantea este tipo de material. La investigación técnico-científica de los morteros tradicionales de cal y de los morteros actuales de restauración viene abordándose de forma paralela, mediante la determinación de sus propiedades y características, tanto en laboratorio como puesto en obra.

En este sentido, antes de acometer cualquier intervención, es necesario el estudio y análisis previo, tanto de los materiales y/o morteros originales como de los morteros de restauración que se van a emplear. Esta conciencia es la que se ha mantenido en el caso de la Iglesia de San Miguel (Jerez de la Frontera, Cádiz), ya que previo a su intervención se han realizado una serie de análisis y ensayos que han ayudado a llevar a cabo una adecuada selección de las materias primas (tipo de cal, árido y aditivos) y también una correcta elaboración de la pasta de mortero. De este último material, se han examinado con extremo cuidado las modificaciones que va experimentando hasta constituirse como un material suficientemente resistente (proceso de carbonatación y endurecimiento).

Metodología

Los análisis de los distintos materiales empleados en la construcción de la Iglesia de San Miguel de Jerez nos indican que tanto la piedra como los morteros originales y/o de intervenciones anteriores presentan procesos de degradación importantes. Esta degradación va ligada a la presencia de sales que aparecen en forma de eflorescencias, costras negras y depósitos superficiales (yeso, tenardita, mirabilita, arcanita, natrón y halita). El origen de estas sales está relacionado, de forma importante, con las distintas intervenciones que ha sufrido la iglesia.

De los resultados obtenidos a partir de la analítica abordada para el estudio de estos materiales se concluyen una serie de propuestas de intervención, en las que se incluye una nueva fase de estudios previos en laboratorio para el diseño de los morteros más adecuados.

Los métodos empleados para la elaboración de estos materiales se basó prácticamente en la norma UNE EN 998-2/01 y en las recomendaciones de Cazalla (2002). Esto requiere la elaboración previa de probetas de ensayo (EN-UNE 1015-11), establecida de acuerdo a las siguientes pautas:

Selección de las materias primas

En base a las características que presenta los morteros originales, que son morteros de cal con árido compuesto por cuarzo, calcita y fragmentos de ladrillo triturado, se elaboraron ocho tipos de morteros con las siguientes variables:

- **Cal** (UNE EN 495-1/02 y UNE EN 495-2/02):

1. Cal calcítica en polvo: portlandita 100%, CL-90". Periodo de apagado superior a 1 mes.
2. Cal calcítica en pasta: Se trata de la misma cal que la anterior pero hidratada con exceso de agua apagado manual en balsa) y posteriormente tamizada. Periodo de apagado superior a 3 meses.

- **Árido**: Se seleccionaron varios tipos, atendiendo principalmente a las características que presentaban los empleados en los morteros originales.

1. Árido de sílice normalizado (UNE-EN 196-1) suministrado por el Instituto de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC, Madrid)

2. Árido carbonato (procedente de canteras de los alrededores de Arcos de la Frontera) ajustándonos a la norma UNE-EN 13139/02, la granulometría de árido viene indicada en la tabla 1.

- **Aditivos**: Se ha utilizado ladrillo triturado procedente de las fábricas actuales. Este componente se ha añadido para conferirle un cierto grado de hidraulicidad a algunas de las probetas, con el fin de que se asemejen en todo lo posible al mortero original.

Tamiz (mm)	% (en masa) que pasa	Peso retenido (%)
≥2	100	0
1	63	36,94
0,5	30	32,54
0,125	0	30,52
Finos	0	0

Tabla 1. Granulometría que presenta el árido carbonatado

Proceso de elaboración de las probetas

Con estas materias primas se han elaborado los siguientes tipos de morteros que cumplen con los requerimientos exigidos por la norma EN-UNE 1015-2:

Tipo I. Cal en pasta:

I.1 Cal + árido síliceo (1:3) **I.2** Cal + árido síliceo + fragmentos de ladrillo*(1:3) **I.3** Cal + árido síliceo + árido carbonatado (1:2:1) **I.4** Cal + árido síliceo + árido carbonatado + fragmentos de ladrillo (1:2:1)

Tipo II. Cal en polvo:

II.1 Cal + árido silíceo (1:3) **II.2** Cal + árido silíceo + fragmentos de ladrillo (1:3) **II.3** Cal + árido silíceo + árido carbonatado (1:2:1) **II.4** Cal + árido silíceo + árido carbonatado + fragmentos de ladrillo (1:2:1)

*La cantidad de ladrillo no supera el 20% de la proporción de árido silíceo (siendo, por tanto, la relación ladrillo/árido, 1:5).

Relación agua/cal:

Cal en polvo: 0.8

Cal en pasta: 0.1- 0.2

Para la preparación de las probetas de mortero se han empleado moldes normalizados (UNE- EN 1015-11). El desmolde se realizó a los 8 días de la elaboración, cuando se comprobó que tenían la suficiente consistencia. Se les mantuvo en una habitación con circulación de aire en las siguientes condiciones ambientales ($20\pm 5^{\circ}\text{C}$ y del $50 \pm 10\%$ HR), condiciones muy parecidas a las establecidas en la norma UNE-EN 1015-11.

Equipos y técnicas de análisis realizadas para la caracterización y evaluación de los morteros

Las distintas probetas elaboradas se sometieron a las siguientes determinaciones:

- Medidas de propagación de pulsos ultrasónicos: Esta técnica tiene como objetivo la determinación de la velocidad de propagación de las ondas longitudinales ultrasónicas en el seno de las probetas de mortero. Esta velocidad está directamente relacionada con el grado de compactación que van adquiriendo las probetas con el paso del tiempo.

- Medida de la retracción: La cuantificación de la retracción hidráulica o de secado de los morteros no se ha podido realizar según la norma UNE 80-113-86 y UNE 80-112-89, debido al tamaño de las probetas (4x4x16 cm) y a la imposibilidad del desmoldado de éstas a las 24 horas de su elaboración. La medida se ha realizado con ayuda de una regla calibrada. Aunque es un método menos preciso permite disponer de valores de comparación entre los distintos tipos de morteros.

- Análisis porosimétrico: En los morteros de cal, los poros o espacios vacíos son la principal vía por donde se va a producir el fenómeno carbonatación (transformación de portlandita a calcita), ya que es por donde el agua líquida o en forma de vapor con CO_2 disuelto va a penetrar hacia el interior del mortero. Se determinó el porcentaje de volumen poroso accesible al mercurio y la distribución de tamaños de poros, también definida como porometría.

- Ensayos mecánicos: Se han efectuado los ensayos sugeridos por la UNE EN-1015-11 a los 28 días de la elaboración de los morteros de cal, determinándose con ellos la resistencia que estos presentan a la flexión y a la compresión. Las resistencias mecánicas son algunas de las propiedades más importantes a tener en cuenta de cara a su comportamiento como material de construcción. Éstas están directamente relacionadas con la porosidad, por tanto, con el grado de endurecimiento y/o carbonatación y en cierto modo, condiciona su resistencia frente a los agentes de deterioro. En el caso de los morteros de cal resulta de especial interés conocer la resistencia que van adquiriendo estos materiales con el paso del tiempo.

Técnicas y métodos de análisis realizados para el control del proceso de curado y/o carbonatación

El proceso de "curado" (fraguado o carbonatación) de los morteros de cal esta directamente relacionado con la transformación de la portlandita en calcita. Este proceso se puede controlar a través de los siguientes métodos y técnicas de análisis.

- Pruebas con fenolftaleína: La fenolftaleína es un indicador químico ($\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$) que cambia de color (vira de rojo a incoloro) al pasar de pH alcalino a neutro. En el caso de los morteros, la aplica-

ción de este producto produce una tinción de rojo intenso, cuando el mortero está aún sin carbonatar, predominando por tanto como fase mineral la portlandita (medio alcalino). En el caso de que la fase mineral predominante sea la calcita (medio neutro) esta tinción ya no se produciría, presentándose por tanto incolora. Esta técnica se considera fiable según K. Kouzell mientras en la muestra exista más de un 10% de portlandita.

- Difracción de rayos X: Para la determinación de la composición mineralógica se ha empleado el método de polvo cristalino. Este método permite la determinación del parámetro "R" (CAZALLA, 2002), a través de la cuantificación de la relación de calcita-portlandita existente en la muestra.

- Microscopía electrónica (SEM): A través del microscopio se observa la evolución que ha experimentado el proceso de carbonatación mediante la observación de la microtextura que presenta el mortero (aspecto de la cal y los áridos así como su interrelación).

- Propiedades hídras: Este tipo de ensayos permite caracterizar el sistema poroso, debido a que su volumen y distribución determinan la cantidad de agua retenida y/o pérdida, así como la velocidad y cinética a la que este proceso se desarrolla.

En cada ensayo (RILEM/PEM 25, 1980) se controla la variación del contenido en agua de tres probetas de dimensiones normalizadas (probetas cúbicas de 5 cm de lado) con respecto al tiempo. Los ensayos que se han efectuado son: absorción libre de agua (permite determinar el tanto por ciento de agua absorbida en relación con la probeta desecada respecto al tiempo $W(t)$) y desorción de agua o cinética de secado (pérdida de agua por evaporación de las muestras saturadas en agua y expuestas a condiciones atmosféricas).

Ensayos de calidad técnica de los morteros

La alterabilidad de los materiales se puede predecir mediante métodos indirectos, a partir de la información que nos suministra la petrografía y las propiedades físicas de los materiales, en especial su sistema poroso; o bien, mediante ensayos experimentales en los que el mortero se somete a determinados procesos en los que se intenta reproducir la acción de los agentes de alteración. Estos se denominan "ensayos de alteración acelerada".

Debido a las condiciones medioambientales reales a las que se va a encontrar sometido el mortero de reposición una vez puesto en obra, es aconsejable determinar previamente la durabilidad que presentan frente a dichas condiciones. Los ensayos efectuados han sido los más frecuentemente utilizados por la RILEM (hielo-deshielo, humedad-sequedad y cristalización de sales). Su procedimiento experimental ha sido el mismo en todos los casos y se ha basado en la repetición cíclica de cada uno de los procesos de alteración. Para ello, se han empleado una probeta de cada tipo de mortero talla de forma prismática. Y los ensayos (ESBERT et al., 1997) que se han realizado han sido:

- Ensayos de heladicidad: Permite caracterizar el comportamiento de un material sometido a sucesivos ciclos de hielo-deshielo (30 ciclos de 24 horas). Se puede así estimar la durabilidad de una muestra sometida a fuertes variaciones climáticas naturales de humedad y temperatura. Para evaluar los resultados, se efectúan controles periódicos que consisten en determinar las variaciones de peso y, en la observación visual o mediante microscopio, la aparición de fisuras o grietas a medida que avanzan los ciclos.

- Ensayos de humedad-sequedad: Consiste en someter las muestras a ciclos que alternan la inmersión en agua de la probeta y el posterior secado en una estufa (en total 15 ciclos de 24 horas). Simula la degradación de los morteros a causa de fluctuaciones de la humedad (en ambiente húmedo y ambiente seco).

- Ensayos de cristalización de sales por inmersión total: Reproduce los fenómenos originados por la cristalización de fases salinas en condiciones naturales. Las sales dan lugar a distintos tipos de

acciones destructivas (picado superficial, disgregación y pérdida de partículas) cuando cristalizan en el interior del sistema poroso (ciclos de 24 horas). Es un ensayo muy destructivo, dependiendo del tipo y del grado de concentración de sal en la disolución, de la humedad relativa y de la temperatura tanto del ambiente como de la solución salina.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos se recomendó el empleo del mortero de cal (en pasta) con árido carbonatado y silicio (MI3), al ser estos los que mejores resultados presentaban en lo que se refiere a su durabilidad frente a los ensayos de deterioro.

1. Se plantea la necesidad e importancia que adquieren las aportaciones que presentan las investigaciones científicas realizadas en este campo, apoyadas por el empleo de técnicas de análisis y ensayos en laboratorio estandarizados que permiten garantizar la reducción del riesgo de utilizar morteros inadecuados y asegurando, por tanto, el éxito de las intervenciones.

2. Se recomienda un estudio exhaustivo del mortero original (determinación de la naturaleza de las materias primas e identificación de la cal y los áridos, las proporciones en que se encuentran y sus propiedades). Estos aspectos resultan esenciales a la hora de evaluar la calidad que presentan los mismos y las características a exigir a los nuevos materiales de intervención.

3. Se pone de manifiesto el comportamiento físico y mecánico que presentan los morteros de cal frente a los ensayos simulados en laboratorio: estos están limitados, entre otros, a la incompleta carbonatación que presentaban los morteros en el momento de procedimiento analítico acordado en este proyecto.

4. Se plantea la necesidad de elaborar un proceso normalizado en la elaboración de morteros de cal. Estos materiales necesitan un mejor conocimiento a la hora de interpretar adecuadamente el comportamiento que presentan en los edificios o en las construcciones en sí.

Bibliografía

ASOCIACIÓN Española para la Normalización (Aenor)

UNE EN 495-1/02. Cales para construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad.

UNE-EN 459-2/02. Cales para la construcción. Parte 2. Métodos de ensayo.

UNE-EN 998-2/04. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2. Morteros para albañilería.

UNE-EN-1015-1/02. Determinación de la distribución del tamaño de las partículas (método del tamizado).

UNE-EN-1015-2/99. Toma de muestras de morteros y preparación de probetas.

UNE-EN-1015-3/00. Determinación de la consistencia de morteros -método de la mesa de sacudidas-

UNE-EN-1015-4/99. Determinación de la consistencia de morteros -método sonda de penetración-

UNE-EN-1015-9/00. Determinación del periodo de trabajabilidad y tiempo abierto del mortero fresco.

UNE-EN-1015-11/00. Determinación de la resistencia a flexión y compresión del mortero endurecido.

UNE-EN 13139/03. Áridos para morteros.

UNE-EN 933-1/98. Ensayo Para determinar las propiedades geométricas de las partículas. Método del tamizado.

UNE 80-113-86. Método de ensayo de cemento. Ensayos físicos. Determinación de la expansión de autoclave.

CAZALLA, O., SEBASTIÁN PARDO, E., DE LA TORRE, M.J., VALVERDE, I. and ZEZZA, U. *Control de la evolución de la carbonatación en morteros de cal.* IV Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y edificación. La Habana (Cuba), 1998, pp. 227-229

CAZALLA, O. *Morteros de cal. Aplicación en Patrimonio histórico.* Tesis Doctoral. Universidad de Granada, 2002

ESBERT, R.M., ORDAZ, J., ALONSO, F.J. and MONTOTO, M. Manual de diagnosis y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos.

Col·legi d' Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona. Barcelona: 1997

Rilem. Comm Pierres Groupes 25 PEM: *Expeiimental methods reconimended.* Proc. Int. Symp. Deterioration and Protection of Stone Monuments, Paris, 5-9/VI/1978, Vol. V (Publ. CEBTP). TEST VI. I: External aspect of stones, 1978



Daño que producen las intervenciones realizadas con mortero de cemento (Hospital de San Juan de Dios, Granada). Foto: Ana Luque



Intervención de restauración realizada con mortero de cal llevada a cabo en la Portada del Convento de la Concepción (Granada). Foto: Ana Luque



Morteros elaborados en laboratorio. Foto: Ana Luque

Hacia una normalización de la limpieza de fachadas de edificios

Manuel Iglesias Campos, MPA, SL-CETEC-patrimoni: Universitat Autònoma de Barcelona-Institut Químic de Sarrià. Virtudes Azorín López, María Isabel Sánchez de Rojas, Moisés Frías Rojas, Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”, CSIC

Introducción

El presente estudio se ha realizado en el Grupo de Trabajo “Materiales y Técnicas de Intervención” del Subcomité N.8 *Técnicas de Intervención para la Conservación y Rehabilitación de Edificios*, perteneciente al CTN- 41 de “Construcción”.

Como en otras fases de la intervención, durante el proceso de trabajo, la idea de *norma de limpieza* fue desechada por la de *instrucción de limpieza*. ¿Cómo poder normalizar intervenciones donde los edificios, los ambientes, las alteraciones son diferentes y por lo tanto las soluciones también lo son? ¿Cómo dar una norma, con la rigurosidad del término, si incluso en un mismo edificio construido en su totalidad con el mismo material, la limpieza puede variar según la fachada que tratemos?. De ahí la idea de elaborar unas *recomendaciones para la limpieza de edificios* donde se recojan los aspectos relevantes en este tipo de intervenciones, permitiendo plantear de una forma coherente la actuación, y priorizando el edificio y los materiales, que son los que realmente determinarán cómo enfrentarnos a ellos.

Para dar una visión global del problema se creó un equipo formado por arquitectos, químicos, geólogos, biólogos, restauradores, historiadores... con lo que la mayoría de los profesionales que intervienen en estos trabajos aportaron su experiencia y su punto de vista.

En este trabajo sólo se contemplan las técnicas de intervención en las limpiezas de fachadas, dejando a un lado los estudios diagnósticos previos que abarcarían los análisis históricos, los estudios del proceso patológico, la identificación puntual de las causas del deterioro así como los aspectos medioambientales que inciden en la conservación y mantenimiento del edificio que quedará recogida en la norma UNE 41805 que clasifica los edificios como:

- Edificios sin interés histórico
- Edificios históricos

En la actualidad la mayoría de los edificios sometidos a procesos de limpieza de fachadas no tienen el carácter de históricos, son edificios no declarados BIC ni encuadrados en otros grados de protección. Los elementos constructivos que presentan son los originales de su etapa inicial, sin embargo a la hora de llevar a cabo una actuación en la fachada deberían realizarse, al igual que los declarados BIC, unos estudios previos documentales de carácter histórico de bajo calado en los que se recojan datos sencillos como autor, fecha, partes del proyecto, etc.

Se consideran edificios históricos los declarados BIC y aquellos que conservan datos que son fuentes de información para la Historia y sus disciplinas, que presentan reformas y distintas etapas constructivas que afectan a su estado. A la hora de intervenir en estos edificios es imprescin-

dible tener en cuenta las consideraciones previas al estudio de edificios históricos recogidas en la Norma UNE 41805 sobre Diagnóstico de Edificios, sin olvidar la memoria histórica de los trabajos efectuados así como las conclusiones técnicas debidamente argumentadas y documentadas.

El objeto de nuestro trabajo ha sido el establecimiento de un sistema de clasificación general de limpiezas de fachadas que a modo de instrucción sirva de guía en las intervenciones de restauración y rehabilitación de fachadas de edificios. En estas recomendaciones se hace especial hincapié en la enumeración y descripción de cada una de las técnicas, aunque para cada caso concreto va a ser necesario, como es lógico, los estudios específicos del problema a abordar.

En el documento se apuntan las características principales de cada uno de los sistemas que se abordarán específicamente en estudios posteriores y que formarán un único conjunto.

Métodos de limpieza

Los métodos de limpieza se clasifican según el principio o técnica usada y deberán ajustarse a corregir la patología presentada. Estos los hemos clasificado en:

- Sistemas con agua
- Sistemas mecánicos
- Sistemas químicos
- Desincrustación fotónica (técnica láser)
- Ultrasonidos

Estos métodos también pueden combinarse entre sí según las necesidades de la limpieza (sistemas mixtos) como podrían ser la proyección de abrasivos en húmedo, la limpieza mediante agua acompañada de cepillado, la limpieza láser sobre superficie humectada...

En la tabla del final se recogen algunos de los principios y parámetros de los distintos sistemas de limpieza así como sus ventajas y desventajas (ver p. 268).

Consideraciones previas

Antes de tomar la decisión de limpiar la fachada de un edificio hay que tener en cuenta unas consideraciones previas.

La primera consideración es su necesidad, es decir, si con esta actuación se va a mejorar la calidad del edificio, pues si no se sigue la metodología idónea en unas horas de trabajo de limpieza se puede producir más deterioros que los ocasionados a lo largo de un siglo en un ambiente normal.

La mayoría de las veces las fachadas de los edificios se limpian por razones estéticas, y pocas veces técnicamente necesarias. Muchas de las limpiezas de las fachadas de los edificios más representativos que configuran el paisaje urbano de una ciudad se deben a decisiones políticas que intentan a través de estas actuaciones impactar en la población que tutelar la verdadera memoria de los pueblos.

A la hora de actuar sobre el patrimonio considerado como riqueza monumental pocas veces se ha sido consciente de proteger la imagen de la ciudad definida en un espacio concreto. Estas actuaciones se han polarizado hacia edificios específicos a los que se les ha supuesto un cierto valor histórico.

Desde hace unos pocos años desde un cierto sector de la ciudadanía se está teniendo en consideración la revalorización de los edificios rehabilitados que se encuentran en los núcleos históricos de las ciudades, actuaciones que han sido promovidas tanto por entidades públicas como privadas.

Las intervenciones en el patrimonio arquitectónico y especialmente las referidas a la limpieza de fachadas, si no se llevan a cabo teniendo en cuenta una serie de recomendaciones básicas, pueden provocar que en vez de restaurar el edificio se des-restaure, perdiendo así su identidad histórica y cultural así como la herencia que, material y espiritualmente, nos han legado nuestros antepasados y que tenemos la obligación de traspasar a nuestras futuras generaciones.

De todos es conocido que desde ciertos ayuntamientos se está potenciando la limpieza y restauración masiva de las fachadas de edificios, tengan o no carácter histórico, para dar una imagen más estética y limpia de la ciudad, especialmente antes de la llamada de los ciudadanos a las urnas. Estas actuaciones masivas en general tienen un componente más destructivo que protector del patrimonio arquitectónico. Hay que poner coto a estas acciones exageradas que pueden llevar a daños irreversibles en nuestro patrimonio si se quiere preservar el acervo cultural de una colectividad.

La aplicación de determinadas técnicas en la intervención de fachadas se ha de llevar a cabo desde un planteamiento de modo globalizado tomando en consideración desde sus inicios la trascendencia que tuvo el diseñador de la misma, los materiales usados y las técnicas de colocación y que configuran el aspecto exterior y la imagen del edificio.

No hay que olvidar que cada material impone sus reglas: las dimensiones de los elementos constructivos (ladrillos, sillares, etc.), la resistencia, maleabilidad, color, textura, etc. que van a definir la expresión externa del edificio y que hay que tener presente a la hora de elegir las técnicas de limpieza.

En los edificios considerados como históricos hay que tener en cuenta también su significado, que adquiere especial relevancia en los construidos para significar.

Cada vez se va introduciendo en España el uso de las nuevas tecnologías en la restauración del patrimonio histórico sin dejar a un lado las investigaciones en recuperación de las técnicas tradicionales que tienen una mayor eficacia y adecuación al conjunto del monumento, a pesar de las dificultades que presenta la puesta en obra de estas técnicas: falta de formación específica de oficios, aplicación puntual y localizada, carencia de materiales y de instrumental, etc.

Si en un primer momento la introducción en España de las nuevas tecnologías en la restauración monumental se debió al ámbito empresarial que quería introducirse en el sector español, poco a poco se han ido abriendo unas líneas de investigación apoyadas en la mayoría de las veces por el estado y en colaboración con empresas nacionales cuyos resultados están comenzando a dar frutos.

Los grandes retos científicos han llegado a planteamientos filosóficos de los que se pueden extraer criterios de actuación y que ha dado a la restauración y conservación del patrimonio el más alto carácter cultural.

Bibliografía

ÁLVAREZ MORA, A. Conservación del patrimonio, restauración arquitectónica y recomposición elitista de los espacios urbanos históricos. En *Patrimonio, restauración y nuevas tecnologías-PPU*. Valladolid: Universidad, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, 1999, pp. 55-66

ESBERT, R.M; ORDAZ, J; ALONSO, F.J.; MONTOTO, M. *Manual de diagnosis y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos*. Manual de Diagnóstico nº 5. Barcelona: Col.legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics, 1997

GARCÍA GIL, A. Filosofía y tecnología. En *Patrimonio, restauración y nuevas tecnologías-PPU*. Valladolid: Universidad, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, Valladolid. 1999, pp. 29-40

GONZÁLEZ FRAILE, E. El contexto de las nuevas tecnologías en la restauración patrimonial. En *Patrimonio, restauración y nuevas tecnologías-PPU*. Valladolid: Universidad, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, Valladolid. 1999, pp. 235-241

LAZZARINI, L.; LAURENZI TABASSO, M. *Il restauro della pietra*. Padova: CEDAM. Ed. Dott. Antonio Milani, 1986

OLIVARES, S.; LAFARGA OSTERET, J. *Introducción al control de calidad en restauración. Limpieza y restauración de fachadas*. Sevilla: Universidad, 1988

RIVERA BLANCO, J. El patrimonio y la restauración arquitectónica. Nuevos conceptos y fronteras. En *Patrimonio, restauración y nuevas tecnologías-PPU*. Valladolid: Universidad, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, 1999, pp. 13-16

SISTEMA	PRINCIPIO	PARÁMETROS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Limpiezas con agua	Disolución y reblandecimiento de suciedad con baja adherencia al sustrato.	Presión y cantidad de agua, temperatura y tiempo de actuación.	Según los parámetros empleados puede ser un sistema suave, útil para ciertos materiales, de fácil utilización. Económico.	Migración de sales solubles, manchas por disolución de componentes naturales del material, crecimientos biológicos. Infiltración de agua por fisuras y juntas y posible acceso del agua al interior del muro.
Limpiezas con productos químicos	Disolución de componentes químicos de la suciedad reactivos con el producto empleado.	Método de aplicación, temperatura, pH, proporción del disolvente, cantidad de agua empleada, tiempo de aplicación.	Acelera la limpieza con agua. Producto adecuado a cada suciedad. Económico.	Según el producto es necesario una neutralización importante para evitar residuos del tratamiento que produzcan ataque químico, cambio de coloración, productos de neoformación o eflorescencias salinas.
Limpiezas mecánicas simples	Eliminación de la suciedad por energía mecánica. Elimina suciedad superficial y costras de cierto grosor según el método empleado.	Presión y ángulo de trabajo, intensidad de la vibración o impacto según el método empleado.	Imprescindible en ciertos trabajos de valor patrimonial. Actuación puntual.	Posibles pérdidas de fragmentos si el material está muy débil o de la superficie si está muy arenizado y no existe un control preciso de los trabajos. Coste elevado.
Limpiezas mecánicas por proyección de abrasivos	Eliminación de la suciedad por proyección de diferentes abrasivos (vidrio micronizado, microesferas de vidrio, silicato de aluminio, óxido de aluminio,...). Elimina suciedad superficial y costras negras de grosor importante.	Granulometría, naturaleza y morfología del abrasivo, distancia de proyección, presión y ángulo de trabajo, y forma de la boquilla.	Según la dureza del abrasivo y presión empleada puede limpiar superficies delicadas. Económico.	Abrasión y posibles pérdidas de pequeños fragmentos si no existe un control preciso de los trabajos.
Limpiezas láser	Eliminación de depósitos superficiales y costras de suciedad por fotoablación.	Densidad de la energía. Frecuencia y duración de los pulsos, longitud de onda.	No presenta contacto con la superficie. Con los parámetros adecuados es inocuo para el material y permite limpiar superficies delicadas o en mal estado de conservación. Actuación muy puntual.	Con gran cantidad de energía puede ocasionar daños en el material alterando algunos minerales y con duración de pulsos muy largos vitrificación superficial. Lento. Coste elevado.
Limpiezas con ultrasonidos	Separación de costras sobre el material por vibración.	Frecuencia de ultrasonidos, y adherencia de las costras con el material.	Actuación puntual.	Separación de zonas de material frágiles. Lento. Coste elevado.



Nebulización: Limpieza por nebulización de agua acompañada de cepillado. Foto: Manuel Iglesias Campos, Virtudes Azorín López, María Isabel Sánchez de Rojas, Moisés Frías Rojas



Mecánica bisturi: Limpieza mecánica simple mediante bisturi de depósitos de suciedad. Foto: Manuel Iglesias Campos, Virtudes Azorín López, María Isabel Sánchez de Rojas, Moisés Frías Rojas



Láser: Limpieza con láser de superficies escultóricas. Foto: Manuel Iglesias Campos, Virtudes Azorín López, María Isabel Sánchez de Rojas, Moisés Frías Rojas



Apósitos de fibra de celulosa: Aplicación puntual de apósitos de AB-57 con fibra de celulosa para limpieza puntual. Foto: Manuel Iglesias Campos, Virtudes Azorín López, María Isabel Sánchez de Rojas, Moisés Frías Rojas



Mecánica abrasivos: Limpieza mecánica mediante proyección de abrasivos a baja presión de granito y ladrillo. Foto: Manuel Iglesias Campos, Virtudes Azorín López, María Isabel Sánchez de Rojas, Moisés Frías Rojas

