

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 escritos⁸, 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 irremediamente. 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*. Paris, 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. Paris, 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 alter, *La Sagrada Familia : 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. 1983-1989. *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 alter. *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, Zimbabwe, 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*. París, 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 Genoveva de París.
Foto: Jose Luis González Moreno-Navarro



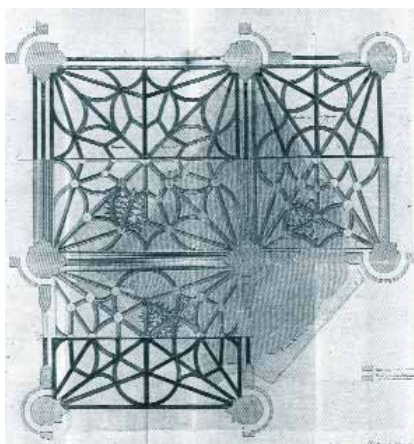
En la actualidad en la Iglesia de Santa Genoveva de París se han reparado los desperfectos anteriores pero no se ha podido detener el proceso de rotura de la piedra lo cual obliga a limitar la zona visitable y proteger ésta con redes. Foto: José Luis González Moreno-Navarro



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 “veintesisiglero” forjado de hormigón armado soporte de una siglo “veintesisiglera” cubierta plana. Fuente: DE BENEDICTIS, ROBERTO, TRINGALI, SALVATORE: LaRicostruzione 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 encamonada del interior. Foto: José Luis González Moreno-Navarro