

Patología estructural de las iglesias de Boyacá

Structural Pathology of Boyacá Churches

Danixa Maribel López Cuevas*
Óscar Javier Gutiérrez Junco**

Resumen

Sinopsis del proyecto de investigación desarrollado por el Grupo de Investigación en Geomática y Ambiente –GIGA–, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, para estudiar la patología estructural que presenta un conjunto de iglesias de Boyacá, seleccionadas por su importancia histórica y religiosa. La investigación se inició con el diseño de una metodología (Metodología para la evaluación patológica de construcciones históricas de tipo religioso) que permite identificar los antecedentes históricos y estructurales, el sistema estructural, los materiales, las lesiones que se presentan y sus causas; todo esto con el fin de realizar un diagnóstico del estado actual de las estructuras y de presentar algunas recomendaciones que permitan su preservación. Finalmente se presenta el análisis de los datos obtenidos y las conclusiones de la investigación.

Palabras clave: Boyacá, Iglesias de Boyacá, Patología estructural, Construcción histórica, Conservación.

Abstract

Synopsis of the investigation project developed by the group GICA, Geomatic and Environmental Research Group, of the Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, dedicated to study the structural pathology that affects in a group of churches, selected by their historical and religious importance. The investigation began with a methodology's design (Methodology for the pathological evaluation of historical religious type's constructions) to identify the historical and structural antecedents, the structural system, the materials, the lesions that are presented and their causes. The purpose is to diagnose the structures current status and to put forward some recommendations that allow their preservation. Finally the obtained data analysis and the investigation's conclusions are presented.

Key words: Boyacá, Churches of Boyacá, Structural pathology, Historical construction, Conservation.

Ingeniera Civil, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, afiliada al grupo de investigación en construcción antisísmica de la UPTC -GICA- en la línea de investigación Desarrollo Científico y Tecnológico de la construcción del futuro. Correo: i.d.lopez@hotmail.com
Ingeniero Civil, Universidad Nacional, Especialización en Estructuras, Universidad Nacional, Maestría en Estructuras-Sísmicas, Universidad de Los Andes, docente investigador grupo de investigación en construcción antisísmica de la UPTC -GICA- Correo: javier.gutierrez@uptc.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de municipios del departamento de Boyacá encontramos construcciones religiosas de gran importancia, por su alto valor cultural e histórico. Las iglesias antiguas, por sus características estructurales, arquitectónicas y artísticas, y por su condición de construcciones históricas deben ser analizadas de manera diferente a las edificaciones actuales, lo que exige un conocimiento especial de los materiales, las técnicas de construcción de la época y las patologías que posiblemente se encuentran en sus estructuras.

El interés por la recuperación y conservación del patrimonio histórico, en general, y de la arquitectura religiosa, en particular, ha venido creciendo con los años, debido a la importancia de estas estructuras y al abandono en el que se encuentran algunas de ellas, por lo cual se han creado normas e instituciones con el fin de contribuir con la preservación, objetivo principal por el que también se desarrolló este proyecto de investigación.

Se han redactado numerosos textos que pretenden normalizar la actividad restauradora y de conservación del patrimonio histórico, como el *Manual para el manejo de los sitios culturales del patrimonio mundial*, donde se expresa: “El patrimonio cultural tangible es uno de los más importantes recursos no renovables del mundo; se necesita de un esfuerzo especial para compensar el desequilibrio existente entre nuestras propias necesidades y las de su protección” [1].

A nivel mundial existe gran preocupación por la preservación y conservación de las construcciones históricas y el patrimonio cultural y arquitectónico de los pueblos; prueba de esto es el Congreso Internacional de Arquitectos y Técnicos en Monumentos Históricos. Este certamen, en sus diferentes versiones, realiza la publicación de *La Carta Internacional sobre la Conservación y Restauración de Monumentos y Conjuntos Históricos-Artísticos*, en la que se recopilan las medidas y recomendaciones necesarias para realizar la intervención más adecuada en una construcción

histórica sin afectar ni desvirtuar sus componentes arquitectónicos, estructurales y artísticos. El congreso ha tenido sede en diferentes ciudades del mundo, en donde se han firmado documentos como la *Carta de Atenas*, 1931; la *Carta de Venecia*, 1964; la *Carta de Quito*, 1967, y la *Carta de Cracovia*, 2000, entre otras, como se menciona en el documento *Recomendaciones internacionales para la conservación y la restauración* [2].

En Colombia se expidió la Ley 163 de 30 de diciembre de 1959 [3], que dicta medidas sobre la defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la nación; adicionalmente, se definen las funciones del Consejo de Monumentos Nacionales. En el artículo 2 menciona la Séptima Conferencia Internacional Americana, reunida en Montevideo en 1933, donde se acuerda fijar como monumentos inmuebles, además de los de origen colonial y prehispánico, a los que estén íntimamente relacionados con la lucha por la independencia y con el periodo inicial de la organización de la república. En el artículo 22 obliga a los encargados de la conservación y vigilancia de monumentos inmuebles, como templos, capillas, conventos, etc., a informar al Consejo de Monumentos Nacionales sobre el estado en que se encuentran, y en el párrafo de este artículo la ley obliga al Consejo a colaborar con la defensa y conservación de los muebles e inmuebles que conforman el patrimonio histórico y artístico de origen eclesiástico.

En 1964, el arquitecto colombiano José Luis Giraldo actuó en representación del Consejo de Monumentos durante la reunión de expertos en restauración y conservación en la ciudad de Venecia, donde se fijaron los principios de la *Carta de Venecia*; este evento permitió vincular a Colombia con este movimiento internacional, como lo expresa Alberto Corradine en su texto *Notas sobre conservación* [4].

Para la investigación aquí referida, el concepto de construcción histórica no se limita a las construcciones realizadas en la época de la Colonia (siglos xvi, xvii, xviii y comienzos del xix), sino que enmarca un grupo de estructuras de tipo religioso de

diferentes características y épocas, considerando lo expresado por Germán Téllez en su artículo “Notas acerca de la conservación de los bienes culturales”, en la revista *Escala*, en donde manifiesta que “no sólo se debe tener en cuenta que un bien cultural sea monumento, que sea antiquísimo, que esté agobiado de acontecimientos históricos y que posea influencias estilísticas extranjeras, sino que individual o colectivamente forme un legado importante de nuestro pasado, remoto o muy próximo” [5].

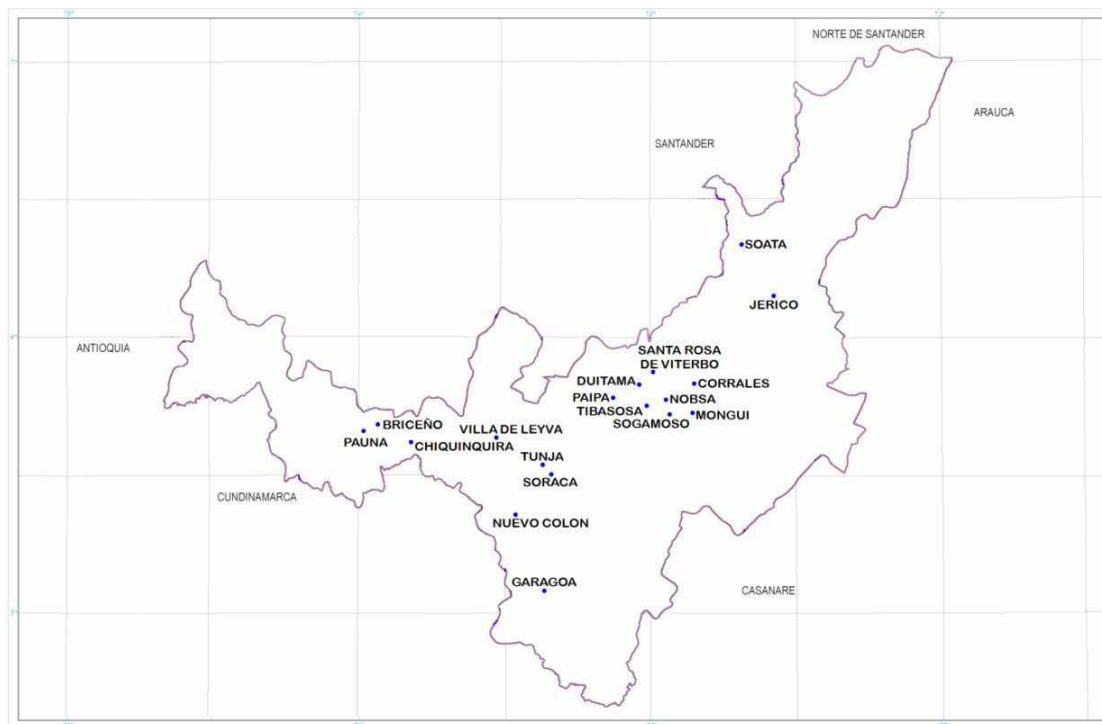
Para realizar el estudio sistemático de los daños y enfermedades que presenta una construcción histórica, de sus causas y reparaciones, se empieza por realizar un análisis preliminar en la estructura, el cual consiste en conocer los antecedentes históricos y estructurales de la edificación, y efectuar una evaluación visual de la construcción, identificando sus elementos estructurales y no estructurales afectados y el tipo de patologías que presenta.

Esta investigación preliminar permitió identificar los casos en los cuales es necesario llevar a cabo una

investigación profunda y el tipo de procedimiento por seguir. Para realizar la investigación preliminar se utilizó la “Metodología para la evaluación patológica de construcciones históricas (iglesias)” [6], que presenta los aspectos necesarios para identificar los materiales utilizados en estas construcciones y para llevar a cabo la inspección de los daños en sus elementos estructurales y no estructurales. Esta metodología incluye el formulario para la evaluación preliminar, las indicaciones para ser diligenciado y los conceptos básicos acerca de los sistemas estructurales y de la arquitectura religiosa, información que es indispensable conocer para realizar el estudio.

El proyecto de investigación se realizó en 18 municipios del departamento de Boyacá y en 20 construcciones de tipo religioso. A continuación se muestra la localización geográfica del proyecto.

Con la información obtenida se pasó al análisis de cada una de las iglesias y al planteamiento de conclusiones y recomendaciones.



Gráfica 1. Localización geográfica del proyecto

II. RESULTADOS

Debido a que las iglesias seleccionadas para el estudio fueron construidas en diferentes épocas (entre 1556, cuando fue construida la iglesia San Laureano –la más antigua de la ciudad de Tunja–, y comienzos del siglo xx), se encuentran grandes diferencias en sus sistemas estructurales, materiales y estilos arquitectónicos.

Durante la investigación se observó que en una sola estructura se pueden encontrar hasta tres tipos de materiales, debido a que la construcción tardaba varios años, incluso hasta décadas, mostrando así la evolución de las técnicas y los materiales, y las intervenciones realizadas en diferentes épocas de su historia. En algunas de estas estructuras se encuentran muros de piedra con barro como material de pega, y fachadas y vanos en ladrillo, como la iglesia Nuestra Señora de la Salud, de Jericó, y la iglesia Nuestro

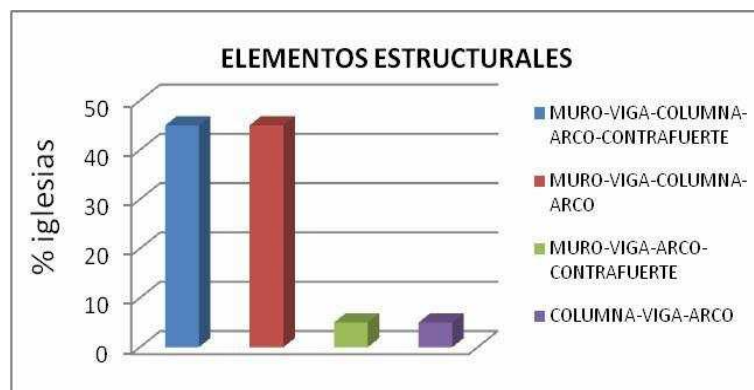
Señor de la Columna, de Soracá; en iglesias como la de San Francisco Javier, en Nuevo Colón, y la Catedral de Soatá, el cuerpo de las estructuras está construido en ladrillo, y la fachada, en piedra labrada. La gráfica 2 muestra los materiales más utilizados en las iglesias estudiadas.

Los materiales indicados son los que tienen mayor presencia en estas edificaciones. Asimismo, la madera, aunque no se menciona en la gráfica, es un material usado en la mayoría de estructuras de cubiertas y techos. También se presentan elementos en concreto reforzado, como las columnas y vigas de refuerzo de la iglesia Nuestro Señor de la Columna (Soracá), la placa de cubierta de la Catedral de Soatá y el corredor exterior de la iglesia San Roque (Pauna).

En cuanto al sistema estructural de las construcciones, la gráfica 3 muestra los elementos que lo conforman.



Gráfica 2. Materiales utilizados en las construcciones históricas



Gráfica 3. Elementos estructurales de las construcciones históricas

Luego de analizar los materiales y los sistemas estructurales, se realizó la inspección visual de las patologías, que reveló que a pesar de que las construcciones históricas son de épocas distintas y construidas con materiales de diferentes características, las lesiones que presentan sus estructuras son similares. Los daños encontrados, aunque en este momento no son de gravedad y no afectan la estabilidad de las estructuras, deben ser tratados a tiempo, de lo contrario, pueden comprometer su conservación y permanencia. A continuación se presentan algunos de los daños más comunes encontrados en las iglesias visitadas. En las

fotografías 1 y 2 se observa la fachada de la iglesia Nuestro Señor de la Columna (Soracá) y un detalle del muro lateral derecho, donde se aprecia el desprendimiento de los mampuestos.

En las fotografías 3 y 4 se presenta la fachada de la iglesia Nuestra señora del Rosario (Tibasosa) y un detalle de muro con agrietamiento.

En las fotografías 5 y 6 se observa la fachada de la Catedral de Soatá y un detalle de arcos y bóveda con agrietamiento y descascaramiento.



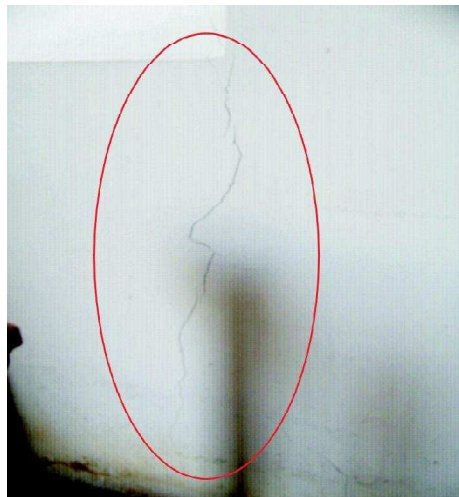
Fotografía 1. Fachada de la iglesia Nuestro Señor de la Columna (Soracá)



Fotografía 2. Detalle de muro de la iglesia Nuestro Señor de la Columna (Soracá)



Fotografía 3. Fachada de la iglesia Nuestra señora del Rosario (Tibasosa)



Fotografía 4. Detalle de muro de la iglesia Nuestra señora del Rosario (Tibasosa)

En las fotografías 7 y 8 se observa la fachada de la iglesia San Roque (Pauna) y un detalle de agrietamiento en la bóveda.

En las fotografías 9 y 10 se observa la fachada de la iglesia Nuestra Señora del Amparo (Briceño) y un detalle de agrietamiento en muro.



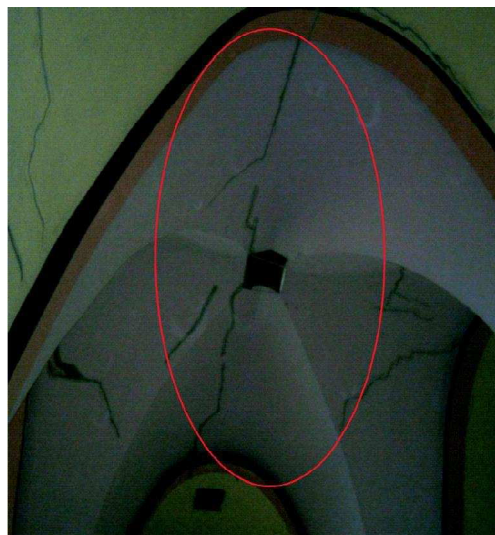
Fotografía 5. Fachada de la Catedral de Soatá



Fotografía 6. Detalle de arco y bóveda de la Catedral de Soatá



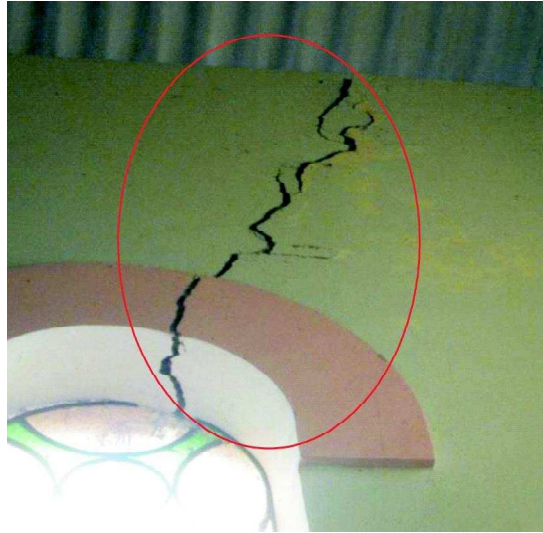
Gráfica 7. Fachada de la iglesia San Roque (Pauna)



Gráfica 8. Detalle de la bóveda de la iglesia San Roque (Pauna)



Fotografía 9. Fachada de la iglesia Nuestra Señora del Amparo (Briceño)



Fotografía 10. Detalle de la bóveda de la iglesia Nuestra Señora del Amparo (Briceño)



Fotografía 11. Fachada de la iglesia San Martín de Tours (Sogamoso)



Fotografía 12. Detalle del tejado de la iglesia San Martín de Tours (Sogamoso)

En las fotografías 11 y 12 se presenta la fachada de la iglesia San Martín de Tours (Sogamoso) y un detalle del tejado, donde se observa el crecimiento de plantas.

En las fotografías 13 y 14 se presenta la fachada de la iglesia San Laureano (Tunja) y un detalle del contrafuerte con agrietamiento y desprendimiento de mampuestos.



Fotografía 13. Fachada de la iglesia San Laureano (Tunja)



Fotografía 14. Detalle de contrafuerte, iglesia San Laureano (Tunja)

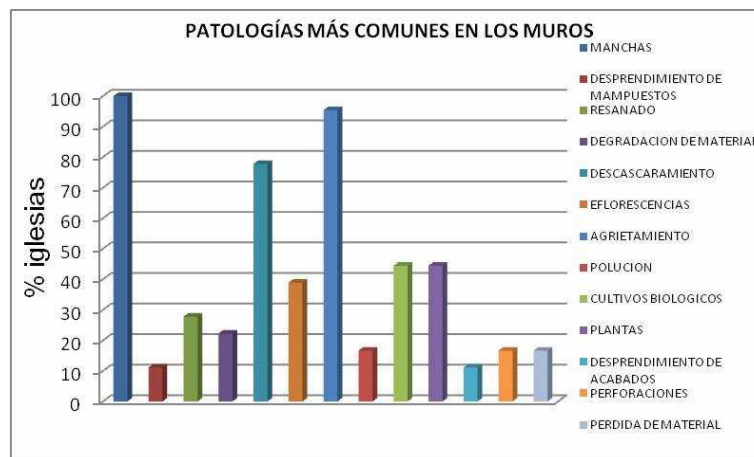
Como se observa en la gráfica 4, las patologías más comunes en los muros son manchas –producidas generalmente por humedad–, agrietamientos, descascaramientos, plantas y cultivos biológicos, entre otros.

La gráfica 5 muestra que las patologías más comunes en los contrafuertes son las manchas, seguidas por cultivos biológicos, desprendimiento de mampuestos y grietas.

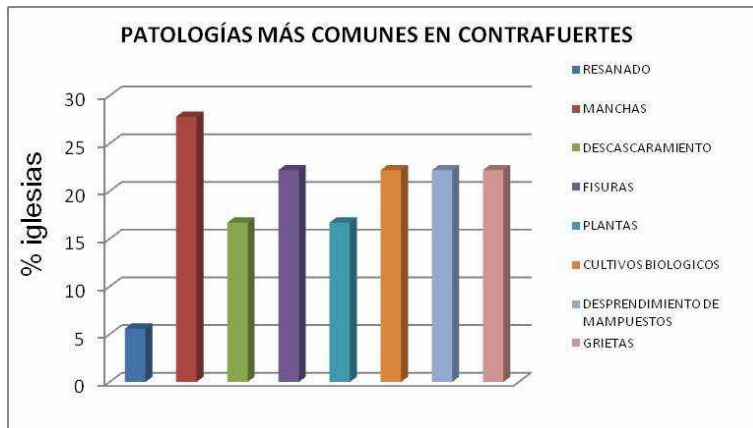
En las columnas, de acuerdo con la gráfica 6, las lesiones que más se presentan son la pérdida de revoques y los descascaramientos.

Los arcos, por su comportamiento estructural, sufren principalmente de agrietamiento debido a pequeños cambios de las luces entre sus apoyos (gráfica 7).

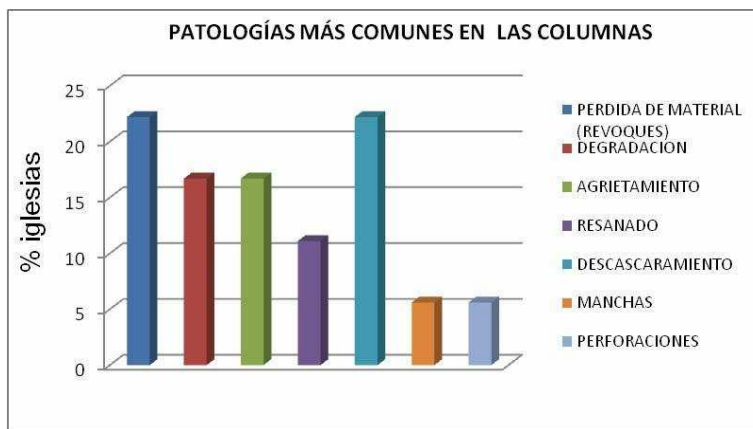
En cuanto a las fachadas, los principales problemas son las manchas y los agrietamientos originados por presencia de humedad (gráfica 8).



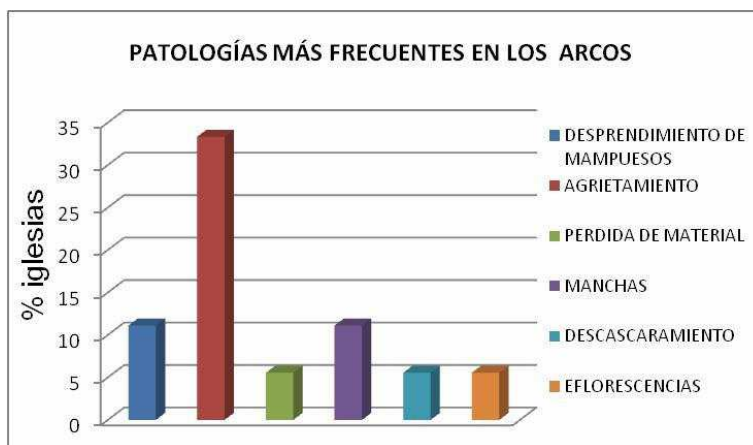
Gráfica 4. Patologías más comunes en los muros



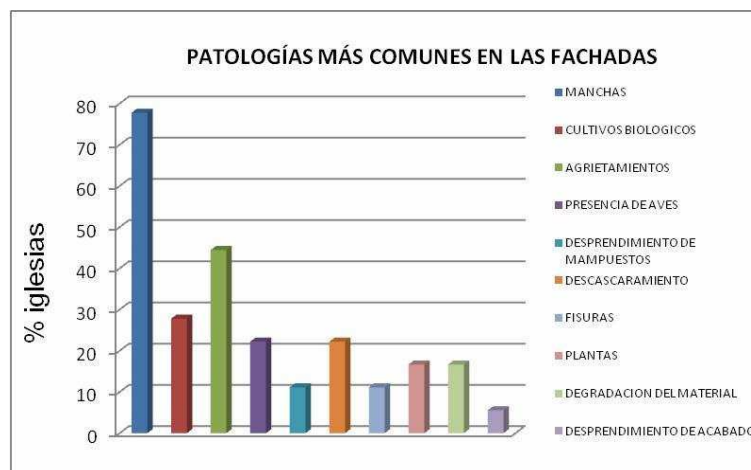
Gráfica 5. Patologías más comunes en los contrafuertes



Gráfica 6. Patologías más comunes en las columnas



Gráfica 7. Patologías más comunes en los arcos



Gráfica 8. Patologías más comunes en las fachadas

Es necesario aclarar que aunque un elemento (muro, columna, contrafuerte, etc.) presente las mismas patologías en todas las construcciones, los daños varían en cantidad y gravedad de acuerdo con los materiales, forma y época de construcción, condiciones de mantenimiento, tiempo de servicio y medioambiente de la estructura.

Las cúpulas y los cielorrasos son elementos que presentan agrietamientos, fisuras, descascaramiento y manchas, por causa de la exposición directa a agentes agresores del medioambiente, en el caso de las cúpulas, y por filtraciones de agua en las cubiertas, en el caso de los cielorrasos; las bóvedas presentan descascaramientos, grietas y fisuras, y el piso es un elemento en el cual se encuentran generalmente grietas.

Al analizar estas patologías y el origen de su aparición se llega a un aspecto importante en el proceso de conservación de una construcción histórica: *el mantenimiento*. Un mantenimiento periódico y, sobre todo, adecuado es un factor importante para la duración y el cumplimiento de la vida útil de cualquier edificación, y en el caso de las construcciones históricas es la base de la conservación.

El *Manual para el manejo de los sitios culturales del patrimonio mundial* [7] recomienda que, en lo posible, las tareas de mantenimiento estén integradas

en una rutina programada, que incluiría: tareas diarias (limpieza y pulido), tareas semanales, tareas mensuales (control del crecimiento de las plantas), tareas anuales, etc., y también acciones de emergencia después de lluvias y vientos fuertes, entre otras.

Por ser la mayoría construcciones de gran antigüedad, el diseño y la ejecución de los proyectos pueden ser una causa de las patologías que presentan; sin embargo, con un mantenimiento adecuado la mayoría de lesiones pueden mitigarse, incluso evitarse.

La falta de mantenimiento se manifiesta en la alta presencia de humedad en la base de muros y columnas, como consecuencia de suelos saturados, y en el efecto de capilaridad en los sobrecimientos, causado por revestimientos inadecuados, ausencia o deficiencia de sistemas de drenaje o presencia de gran cantidad de vegetación alrededor de la estructura, cuyo crecimiento no se controla, ni la invasión a los elementos de la construcción.

Se presenta también humedad en los techos, cielorrasos, bóvedas y arcos, como consecuencia del crecimiento de plantas sobre los tejados, las cuales obstruyen canales y sistemas de evacuación de aguas lluvias e impiden su circulación, dando origen a la acumulación y filtración, que van a deteriorar los elementos; otra causa de esta humedad es la falta de control de aves, que con sus excrementos, plumas y

cadáveres obstruyen los sistemas de drenaje, con lo que se genera igual acumulación y filtración de estas aguas. Además, los excrementos de estas aves producen degradación y deterioro de los materiales y afectan la estética de las estructuras.

III. DISCUSIÓN

Las construcciones históricas tienen una serie de características que las hacen muy particulares para su análisis y evaluación; características relacionadas con la falta de información sobre los materiales utilizados y sus propiedades, y la ausencia de planos y del registro de modificaciones sufridas a lo largo de su historia.

El registro histórico de las construcciones estudiadas es muy limitado; en la mayoría de las parroquias no existe información acerca del año en que fue construida su iglesia, de los detalles de su ejecución ni los planos de la estructura; en otras parroquias sí existe esta información, pero está perdida o no se tiene fácil acceso a ella. Esta situación dificulta conocer los antecedentes de estas edificaciones, los cuales podrían contribuir a hacer un mejor diagnóstico de las construcciones estudiadas y, por lo tanto, a dar recomendaciones de intervención más acertadas.

Entidades como el Ministerio de Cultura, la Secretaría de Cultura y Turismo del Departamento y las alcaldías municipales han realizado estudios en iglesias como la Basílica Menor de Monguí, San Jerónimo (Nobsa), Soatá, Nuestra Señora del Carmen (Villa de Leyva), San Laureano (Tunja), pero sus resultados no se encuentran en ninguna de las parroquias, y de las iglesias restantes no se conocen estudios de patología estructural. Por ello no se puede realizar una comparación de los resultados obtenidos y tampoco se puede conocer la velocidad de deterioro de las estructuras.

En las construcciones históricas seleccionadas se observa gran combinación de materiales, lo que evidencia intervenciones en diferentes épocas, ampliaciones (construcción de nuevas capillas), remodelaciones (cerramientos, aumento de la altura),

etc. Esta mezcla de materiales genera un comportamiento no uniforme de la estructura, el cual aumenta la posibilidad de falla en el momento de ser solicitada por cargas no convencionales (sismos).

Los sistemas estructurales observados constan de muros de carga, columnas, vigas, arcos y contrafuertes, que varían en su altura, espesor, forma y estilo, dependiendo de la época de construcción, de la jerarquía del recinto (catedral, iglesia, ermita...) y de la cantidad de personas que visitan estas construcciones.

Los cimientos de las estructuras son un elemento indispensable para su estabilidad, sin embargo, en el estudio realizado no se logró verificar el estado ni los materiales utilizados, ya que para esto es necesario realizar una exploración (no prevista para el desarrollo del proyecto); pero se supone que estos elementos están contruidos en roca resistente y material aglutinante que puede ser barro, acostumbrado para este tipo de edificaciones.

Luego de realizar la evaluación visual de cada una de las construcciones históricas se puede establecer que la mayoría de las patologías que presentan son contraídas a través de su vida de servicio, por lo que se puede afirmar que un mantenimiento periódico y adecuado de la estructura puede garantizar la corrección de dichas patologías; es decir, si el mantenimiento se realiza a su debido tiempo, antes de que el daño haya afectado gravemente los elementos estructurales y no estructurales de la edificación.

En los elementos que tienen revoque en arena-cal o cemento-cal, principalmente los muros, los cambios de temperatura son causa de retracción que se manifiesta en agrietamiento y pérdida de este, dejando al descubierto los materiales del muro y exponiéndolos a los agentes agresivos del medioambiente (lluvia, viento, insectos, plantas, etc.).

Actualmente, los daños que presentan las construcciones históricas estudiadas no comprometen seriamente las estructuras, sin embargo, si estos daños no son tratados a tiempo podrían llevar a la pérdida

del patrimonio histórico de Boyacá, ya que a medida que pasa el tiempo estas patologías se van extendiendo, afectando cada vez más los elementos estructurales, hasta poner en riesgo la estabilidad de la estructura.

Las aberturas en los muros (vanos de puertas y ventanas) son los segmentos en los cuales se manifiestan generalmente las fallas del elemento, ya que disminuyen su sección, modifican su comportamiento y generan mecanismos de falla.

Las iglesias de San Roque (Pauna) y de Nuestra Señora del Amparo (Briceño) presentan considerables daños en sus elementos estructurales, originados principalmente en la inestabilidad y baja resistencia de sus suelos de fundación y en el abandono en que se encuentran sus estructuras. Estas iglesias deben ser intervenidas con premura, ya que están poniendo en riesgo la vida de sus visitantes y su valor cultural.

Es importante realizar un mantenimiento periódico y adecuado de las construcciones, prestando gran atención a los factores que puedan exponer la estructura a la humedad (principal causa de las patologías encontradas) y controlando la presencia de aves, plantas y cultivos biológicos en las cubiertas y alrededor de las construcciones, factores contribuyen a la degradación de los materiales.

Es de vital importancia incorporar los nuevos adelantos de la ingeniería sismorresistente a las edificaciones históricas, guardando equilibrio con su valor arquitectónico. Específicamente, se requiere generar elementos de amarre que le den a estas estructuras suficiente capacidad para resistir eventos de carácter sísmico.

Es urgente realizar una investigación profunda de las principales construcciones, analizar su comportamiento estructural, caracterizar los materiales, estudiar detalladamente cada una de las patologías y la vulnerabilidad sísmica, para generar una alternativa de intervención que cumpla con los requerimientos y necesidades de cada estructura y proteja la integridad de las personas y del patrimonio

histórico. Esta investigación debe ser realizada por personal especializado en la recuperación y conservación del patrimonio histórico, para garantizar la preservación de la riqueza estructural, arquitectónica y artística presente en estas construcciones.

REFERENCIAS

- [1] J. Jokilehto y B. M. Feilden, *Manual para el manejo de los sitios del patrimonio mundial cultural*. ICCROM. UNESCO. ICOMOS. Bogotá: Versión actualizada Instituto Colombiano de Cultura –Colcultura– 1995. pp. 30.
- [2] España. Ministerio de Cultura. *Recomendaciones internacionales para la conservación y restauración*. [on line]. Consultado 2008-04-26. Disponible en: <http://www.cret.es/pdf/Anexo%202.pdf>
- [3] Colombia. Congreso Nacional. Ley 163 de 30 de diciembre de 1959.
- [4] A. Corradine Angulo, *Notas sobre conservación*. Facultad de Artes. Instituto de Investigaciones Estéticas. Universidad Nacional de Colombia. 1982. pp. 5.
- [5] G. Téllez Castañeda y J. Salcedo Salcedo, “Notas acerca de la conservación de los bienes culturales”. *Revista Escala* 84/85.
- [6] D. M. López Cuevas, *Patología estructural de construcciones históricas (iglesias) en el departamento de Boyacá*. Tunja, 2009. Trabajo de grado (Ingeniería Civil). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ingeniería. pp. 15.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. *Norma colombiana de diseño y construcción sismorresistente NSR-98*, Tomo I. Bogotá, 1998.
- Cardona, O. D., Campos García, A. et ál. *Manual de*

- campo para la inspección de edificaciones después de un sismo*. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. AIS. Manizales. Junio de 2003.
- Cardona, O. D., Yamin, L. E. et ál. *Manual para la rehabilitación de viviendas en adobe y tapia pisada*. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. AIS.
- Corporación La Candelaria. *Estudio de vulnerabilidad sísmica y alternativas de rehabilitación para edificaciones en adobe y tapia pisada*. [CD-ROM] Universidad de los Andes. Bogotá, 2002.
- Corradine Angulo, A. *Arquitectura religiosa en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2001.
- Díaz Gómez, C. *Herramienta 5. Comprender las lesiones estructurales*. [on line]. Consultado 2008-06-10. Disponible en: http://www.rehabimed.net/Documents/docs/metode_edifici/EdificioES_2-01-H5.pdf
- Macaulay, D. *Nacimiento de una catedral*. Barcelona: Tumen Mas. 1973.
- Minke, G. *Manual de construcción para viviendas antisísmicas en tierra*. Forschungslabor Für Experimentelles Bauen. Universidad de Kassel. Alemania.
- Peña, F. “Comportamiento estructural de monumentos históricos, intervención y estabilización de inmuebles nacionales”. En: *Reunión Internacional de la Arcilla*, 4.º, 2004, Bogotá.
- Rivera Torres, J. C. y Muñoz Díaz, E. E. *Caracterización estructural de sistemas constructivos en tierra: el adobe*. Bogotá: Universidad Javeriana.
- Sánchez de Guzmán, D. *Durabilidad y patología del concreto*. Asociación Colombiana de Productores de Concreto –ASOCRETO–. Colombia, 2002.

Fecha de recepción: 25 de agosto de 2008
Fecha de aprobación: 12 de febrero de 2009