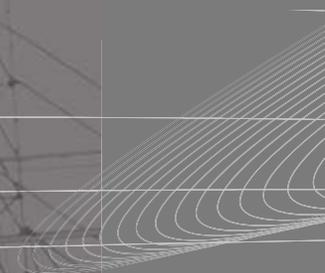
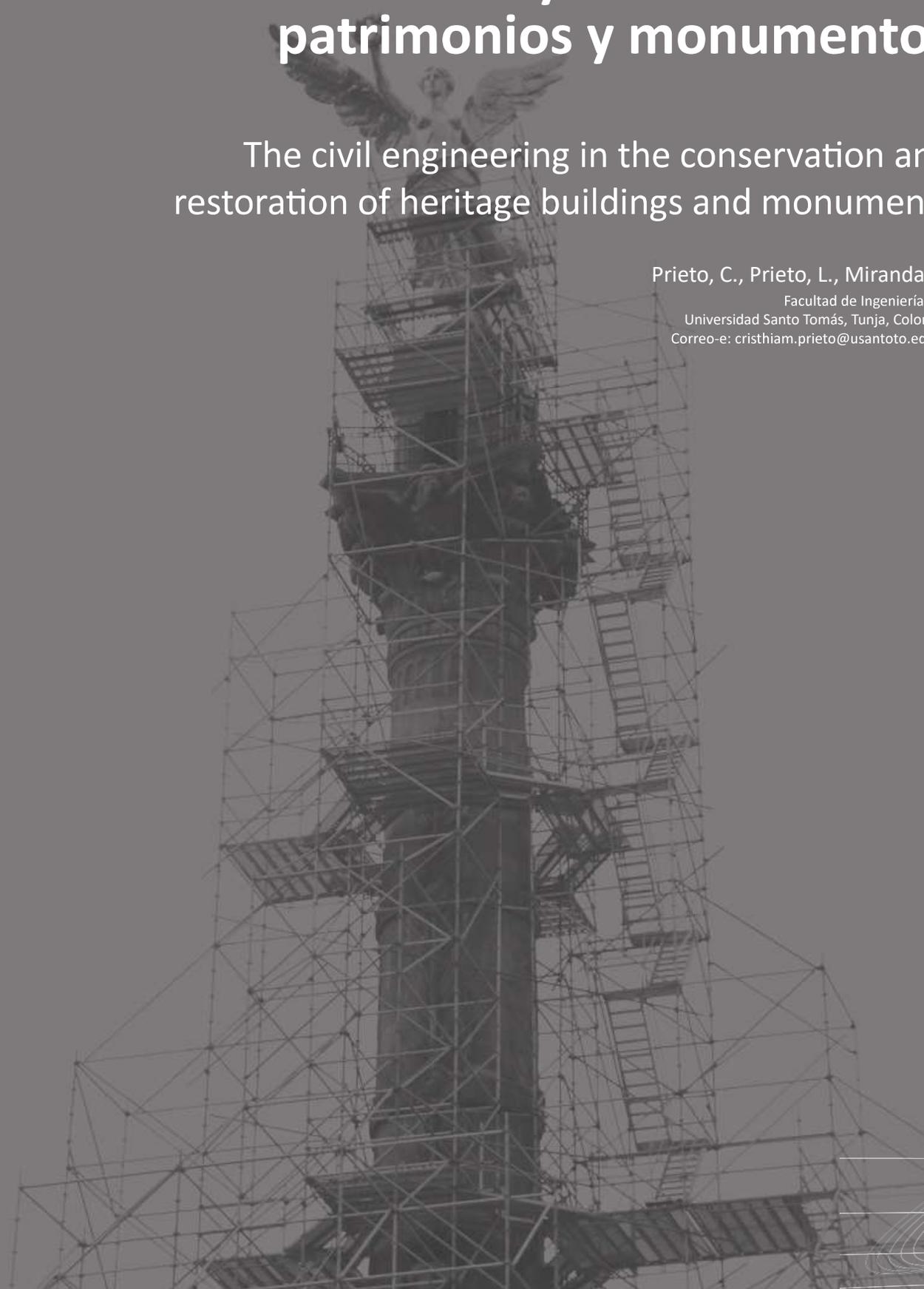


La ingeniería civil aplicada a la conservación y restauración de patrimonios y monumentos

The civil engineering in the conservation and restoration of heritage buildings and monuments

Prieto, C., Prieto, L., Miranda, E.

Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Santo Tomás, Tunja, Colombia
Correo-e: cristhiam.prieto@usantoto.edu.co



Resumen

La conservación de edificios patrimoniales es la recuperación de monumentos que representan e inmortalizan una memoria cultural, sin embargo, siempre se relaciona con procesos meramente arquitectónicos; por tanto, los procesos de ingeniería civil que hay detrás de las intervenciones arquitectónicas, que garantizan la seguridad y estabilidad de estas construcciones, no se les ha dado la suficiente visibilidad para que los ingenieros se interesen en esta línea de trabajo, por consiguiente, se busca explicar la importancia que tiene la ingeniería civil en la preservación de edificios patrimoniales.

Palabras clave— Cultura, conservación, ingeniería, patrimonio.

Para citar este artículo: Prieto, C., Prieto, L., Miranda, E. "La ingeniería civil aplicada a la conservación y restauración de patrimonios y monumentos." In *L'Esprit Ingénieux*. Vol. 10-1, pp. 75 a 144.

Abstract

The conservation of heritage buildings is the preservation of the monuments that represent and immortalize a cultural memory, however it's always related to architectural procedures, by this reason, the civil engineering processes, behind the architectural interventions, that guarantee the stability and safety of these buildings do not have enough visibility so that engineers get interested in this work, therefore, the work is to explain the importance of civil engineering in the preservation of heritage buildings.

Key Word — Culture, conservation, engineering, heritage.

Resumo

A conservação de edifícios patrimoniais é a recuperação de monumentos que representam e imortalizam a memória cultural, porém, sempre está relacionada com processos meramente arquitetônicos. Os processos de engenharia civil por trás das intervenções arquitetônicas, que garantem a segurança e estabilidade destas construções, não têm tido a visibilidade suficiente para que os engenheiros se interessem por esta linha de trabalho, pelo que se procura explicar a importância da engenharia civil na preservação dos edifícios patrimoniais.

Palavras-chave - cultura, conservação, engenharia, patrimônio

1. INTRODUCCIÓN

Las edificaciones definidas como patrimonio cultural se clasifican como patrimonio material inmueble, estas edificaciones fueron definidas así por medio de la resolución o normatividad que rige a cada uno de estos predios y esto se debe al cumplimiento de ciertos parámetros básicos, como la antigüedad de la construcción y su legado arquitectónico e ingenieril lo cual obliga a que dichos inmuebles sean conservados a través del tiempo. El estudio de las construcciones elaboradas en tierra, bien sea en tapia o adobe se ha realizado debido a que desde tiempos antiguos estos han sido los materiales en esencia disponibles para la población de manera inmediata, desde la época de la colonia hubo presencia de aportes importantes en cuanto al estudio de los sismos, basados en la recopilación de información como reportes y registros sobre los eventos ocurridos y la intensidad de los daños que se contemplaron en las edificaciones [26].

La humanidad ha construido un patrimonio basado en la ingeniería civil, el cual uno de los problemas que abarca o enfrenta actualmente es el de la conservación. Todas las estructuras antiguamente elaboradas tienden a deteriorarse con el tiempo como consecuencia por el tipo de material que las compone y la adaptación de los distintos materiales. El mantenimiento de aquellas estructuras tiene elevados costos que es preciso reducir con técnicas y estrategias que serán importantes si se manejan desde el principio para conservar aquellas estructuras de valor histórico.

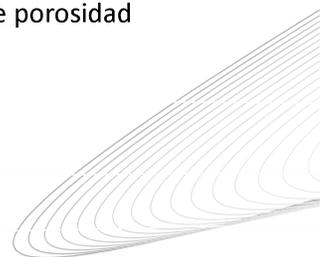
Algunos edificios históricos contienen elementos decorativos o artísticos fijos de alto valor cultural, como frescos o pinturas murales. Basados en el mantenimiento de las estructuras patrimoniales es necesario tener en cuenta la seguridad de este introduciendo algunos refuerzos estructurales para tener mejor sostenimiento aquellas construcciones. Las edificaciones históricas tienen gran valor debido a los aspectos relevantes que se vivieron en aquellos lugares y por el tipo de estructura (materiales, morfología, organización, mecanismos resistentes) por medio del cual deben ser respetados y en el caso de ser restaurados para así conservar estas edificaciones y el patrimonio.

2. MARCO REFERENCIAL

La ingeniería civil, en el ámbito del desarrollo profesional permite, un desempeño en diversas ramas de la ingeniería, una de las principales es la estructural, que ha permitido durante siglos traer soluciones innovadoras, estas han marcado hitos en cada una de las civilizaciones de una época, es así que se puede afirmar que en la Conservación y Restauración de Edificios patrimoniales desempeña vital importancia buscando como fin principal “la preservación de todas las huellas históricas en la medida de lo posible” [13].

2.1 Control del proceso de deshumidificación de muros con georradar. Un edificio patrimonial como caso de estudio.

El artículo hace un énfasis a los daños presentados en la iglesia Nuestra Señora de la Candelaria de la Viña ubicada en Salta, Argentina, la cual fue construida en el siglo XIX con materiales de cal y ladrillo cerámico y morteros de cal y arenisca que varían en su proporción de porosidad y permeabilidad; permitiendo que se genere un ascenso de humedad.



Se propone como solución la instalación de un sistema de impulsos eléctricos controlado por medio de un software de georradar, que realizara las descargas sobre la estructura por medio de electrodos insertados con el fin de obtener información acerca de la cantidad de agua presente en la mampostería de la estructura.

El método empleado para este estudio de caso posee ventajas frente a los tradicionales para la medición de la humedad puesto que permite determinar en todo el muro cual es la fuente de humedad; pero carece de la capacidad de determinar un contenido gravimétrico de humedad presente en la estructura.

2.2 Propuesta de normativa para la rehabilitación sísmica de edificaciones patrimoniales.

Se destaca la importancia y riqueza cultural de las edificaciones consideradas patrimoniales en el territorio colombiano y así mismo el riesgo de pasar a ser solo un recuerdo en la memoria de algunos pocos, debido a la vulnerabilidad sísmica que presentan; es por esto que se realiza una propuesta de normatividad que regule la rehabilitación y conservación de estructuras patrimoniales. Se realiza la propuesta de intervenir en la rehabilitación de las estructuras construidas en material adobe, y realizar una caracterización física, mecánica y química de los materiales por medio de pruebas destructivas; es decir extrayendo muestras de la mampostería de muros de carga.

Realizar pruebas de comportamiento elástico del material, composición granulométrica, contenido de materia orgánica, entre otros, que, junto con la intervención de cada uno de los componentes de la estructura, permitirán determinar los niveles de intervención a realizar con el fin de preservar la integridad y el valor significativo que tienen estos patrimonios para el territorio en el cual se encuentran ubicados. Se pretende que este estudio sea un primer paso o aproximación a la inclusión de la rehabilitación de estructuras patrimoniales en la NSR-10.

2.3 Metodología para el Diagnóstico y Restauración de Edificaciones.

Para llevar a cabo, la restauración de un edificio histórico, lo primordial es realizar un diagnóstico que permita estudiar y analizar las condiciones en las que se encuentran tanto el interior como el exterior del edificio, de la misma forma las posibles causas del estado de la edificación para determinar cómo dar una solución a esta problemática a largo plazo prediciendo de esta forma el posible comportamiento de agentes internos del mismo como por ejemplo: la estructura, los materiales usados, el diseño, su importancia paisajística y cultural, entre otros.

Se propone una guía práctica, en la cual se detalla el paso a paso de cómo realizar la restauración de una edificación desde su etapa de diagnóstico hasta su ejecución y seguimiento, es así que esta guía a modo general recomienda: realizar una inspección previa, usar ensayos prácticos que permitan identificar los puntos más críticos, buscar información que permita identificar las causas de los daños por ejemplo entrevistas con la comunidad o planos, uso de ensayos especializados no destructivos, generar una posible hipótesis de las afectaciones tanto de las causas como de los defectos, planeación y ejecución de la restauración con personal capacitado y especializado para tal fin, por último llevar a cabo una evaluación de las reparaciones además de un seguimiento a las modificaciones realizadas.

2.4 Heritage areas as an approach to regional planning.

Durante la descripción realizada de la importancia que juegan los patrimonios en el desarrollo de una planificación, se resaltan aspectos de vital importancia como el papel que desempeña un ingeniero que a partir de una visión amplia de desarrollo no solo realiza una planificación, sino un conjunto de elementos que permiten crear una infraestructura local definida resaltando la importancia de todo lo que interacciona en ella, como es el caso de los patrimonios, las zonas de vivienda, el comercio.

Se resalta la idea que el desarrollo que se genera no es solo de tipo económico, sino también cultural y regional, se resalta la característica que no visualizan los planificadores regionales del potencial que tiene un patrimonio dentro de una comunidad, ya que son lugares que impulsan un crecimiento y un cambio ordenado.

2.5 Projeto de Conservação e Restauro das Ruínas Romanas de Ammaia - Testes preliminares de argamassas de substituição à base de cal.

Es notoria la necesidad de preservar las estructuras que forjan la historia de un lugar por lo tanto en el caso de la conservación de las ruinas romanas de Ammaia, Portugal se buscó la forma de desarrollar un mortero de pega que simulara las condiciones de los morteros originales, de forma que no generara alteraciones fisicoquímicas que lograsen afectar la estructura.

2.6 Significance of a combined approach for replacement stones in the heritage buildings conservation frame.

Para los procesos de restauración, sobre todo los enfocados en edificios de carácter patrimonial, que fueron construidos con piedra, muchas veces debido a su importancia histórica, en el proceso de renovación se busca usar material que contraste con el aspecto paisajístico de la fachada de la edificación y no se tiene en cuenta las propiedades intrínsecas de la misma que tengan compatibilidad con la estructura, es así que en el artículo se presenta una metodología eficaz que permita seleccionar el tipo de piedra que cumpla con las características estéticas y funcionales, de acuerdo a cada edificación a restaurar.

Para el estudio se escogió la piedra caliza, tomada de diferentes lugares para probar su compatibilidad estructural y estética, es así que se seleccionó: la piedra caliza originaria de la cuenca de Transilvania y la piedra caliza francesa llamada "Garchy" originaria del sur de la cuenca de París, las cuales se sometieron a un ensayo de plasma acoplado inducido, además de la difracción por rayos x que permite conocer la composición química y mineralógica de la misma, con los resultados obtenidos se llevaron a cabo diferentes cálculos que permiten estudiar el grado de ambición, y la relación de ciertas características de la piedra como la porosidad, su distribución en el área de la piedra y su capacidad para absorber agua; para finalmente encontrar cual es la mejor relación de las propiedades de que permitan su funcionalidad en el área de la restauración de edificaciones.

2.7 Una metodología innovadora para el diagnóstico no destructivo de elementos arquitectónicos de edificios históricos antiguos.

La planeación para llevar a cabo la rehabilitación y conservación de patrimonios culturales es un procedimiento de carácter lento que requiere de técnicas no invasivas capaces de detectar



la composición de la roca sin generar ningún daño en el monumento; es por esto que se busca desarrollar una metodología de tipo no invasivo que permita ejecutar un diagnóstico que permita conocer el estado actual de los monumentos de acuerdo con las propiedades de los materiales de construcción.

Se realiza la aplicación de técnicas no invasivas in situ, tales como: la técnica 3D TLS y la termografía infrarroja (IRT), que permiten el aprovechamiento de la relación entre la velocidad de los pulsos ultrasónicos y las características elástico-mecánicas de la piedra, para analizar los cambios presentes en el interior de la misma, en rocas de carbonato como las (Pietra Forte, Tramezzario y Pietra Cantone) de las cuales se obtuvo información acerca del sistema poroso que afectado por el entorno se convierte en un factor que se relaciona con la forma de degradación de estas; es así que esta metodología en donde se relacionan los datos obtenidos con la técnica IRT para realizar el modelado 3D de la roca para obtener patrones de degradación usando microscopía óptica y electrónica.

2.8 Marco Metodológico

El método empleado en la selección de la información más pertinente para la investigación del tema relacionado con el artículo es de carácter Empírico, analítico, descriptivo. Empírico debido a que se lleva a cabo una reconstrucción del tema con base en las experiencias de otras investigaciones que fortalecen al tema aquí tratado.

Analítico porque en la indagación se organiza y selecciona la información teniendo en cuenta que el tema integra disciplinas de diferentes ciencias, por tanto, evalúa distintas alternativas para su desarrollo. Descriptivo debido a que se busca expresar la importancia del tema por medio de elementos que lo caracterizan como son las bases teóricas.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1 Ingeniería civil

Considerada como la ciencia que mueve el mundo, de carácter inquieto e innovador, para [6] consiste en idear, proyectar y diseñar la construcción, operación y conservación de sistemas para satisfacer las necesidades del hombre. Así mismo, según [37] la infraestructura se diseña, construye y conserva dentro del conocimiento, capacidad y experiencia de la Ingeniería civil, que para lograr su objetivo social debe identificar los lineamientos establecidos en la planeación urbana-regional.

La ingeniería civil ha trascendido en la historia del ser humano, por tanto, para [19] es una de las más antiguas, pues en sus comienzos, el hombre fabricó refugios elaborados de ramas, piedras, maderas, con el correr del tiempo elaboró puentes, edificios exigiendo conocimientos más profundos lo cual consolidó a la ingeniería civil.

3.2 Construcción Patrimonial

El patrimonio se asocia comúnmente a objetos que tienen un valor histórico y cultural. Para Llorenç Prats citado en [16] a lo largo del tiempo, el concepto de patrimonio como herencia colectiva ha evolucionado y puede decirse que más que un conjunto de bienes es una construcción social. Cuando se crea identidad alrededor del patrimonio se enaltece la importancia

de este, por esta razón, [21] afirma que el patrimonio puede ser considerado como espacio de creación, conservación, y circulación de bienes simbólicos y mensajes culturales.

Al ser un elemento de apropiación social, los edificios y monumentos de tipo patrimonial deben ser restaurados y protegidos por los profesionales facultados para tal fin, para [17] los valores patrimoniales poseen atribuciones inmateriales en la memoria pública, por tal razón, muchas de las metodologías usadas en el pasado para conservar el patrimonio necesitan ser complementadas con nuevas técnicas y disciplinas.

Según [21] un concepto amplio de patrimonio se relacionaría con la posesión y reconocimiento de activos simbólicos que todo grupo humano posee para valorar su entorno a partir de la identidad cultural que se vuelve un patrimonio. Por tal razón [17] que, ante estas expectativas, el repensar la mejor manera de proteger el patrimonio ha adquirido un carácter urgente, ya no se habla de “conservar” el patrimonio, como de salvaguardarlo, y de cómo manejarlo.

3.3 Patología

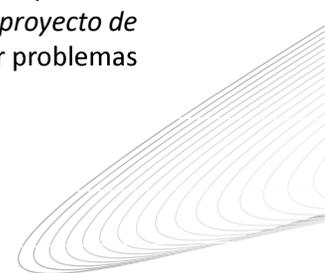
El término se emplea para describir, en muchas ciencias, las falencias que presenta un sistema, para efectos del artículo se relaciona con la construcción, según [38] es la ciencia que se dedica a estudiar los problemas o enfermedades que surgen en los edificios después de ser construidos, esto no significa que no pueda tener un fin preventivo. La patología de una edificación para [25] es la ciencia que estudia los problemas constructivos, su proceso y sus soluciones siendo parte del proceso de intervención en las edificaciones y relacionada con conocer el proceso, origen, evolución y estado actual de las lesiones del edificio.

Igualmente, la patología de la construcción según [11] es el compendio de alteraciones que se manifiestan en un edificio, por tanto, se produce un desequilibrio entre la función deficiente que la construcción está presentando y el propósito para el cual fue creada. Así mismo [34] afirma que es el campo de la técnica que se dedica a la investigación de los daños aparecidos en los elementos constructivos, intentando determinar su origen para, posteriormente, proponer una o varias soluciones adecuadas.

3.4 Restauración

La restauración se entiende como devolver a su estado original a un objeto que ya cumplió su vida útil, por esta razón, para [36] la restauración es guiada por las exigencias de la conservación y reutilización en aras de su mantenimiento y no por las exigencias de una explotación intensiva ni por una motivación meramente estética. Así mismo [24] afirma que en el proyecto de restauración deben participar todas las disciplinas pertinentes y toda la coordinación deberá ser llevada a cabo por una persona calificada.

Según [3] es una disciplina que pretende recuperar valores culturales, no se trata sólo de una reparación y su concepto se gesta en el siglo XIX, cuando se teoriza sobre el valor del legado material. Hay restauraciones que se ocupan de recuperar elementos diferentes, por tanto, puede confundirse al momento de diferenciar tipos de restauraciones (edificaciones patrimoniales), por tal razón, para [23] es incorrecto hablar de *proyecto de restauración* y *proyecto de refuerzo estructural* como si fueran cosas diferentes, porque no es posible separar problemas ligados a la estructura de cada tipología de materiales y los aspectos de uso.



3.5 Discusión de Resultados

El desarrollo de las civilizaciones ha ocurrido en torno a la construcción de estructuras con gran envergadura, que reflejen el poder y la ambición del ser humano por superar los límites que se ha propuesto; “En los países mediterráneos, los principales monumentos fueron construidos con rocas carbonatadas”[15], por tanto, la ingeniería civil en el proceso de intervención para la conservación de estas estructuras, juega un papel de vital importancia, debido a que se requieren procesos de ingeniería para desarrollar alternativas de solución, buscando cumplir con el concepto monumental propuesto por Fischer “la preservación de todas las huellas históricas en la medida de lo posible, para que en el momento de la restauración no se pierdan los vestigios históricos [13]”.

Lo anterior se puede ver reflejado en el desarrollo propuesto por [6] los cuales desarrollan estrategias que permiten conocer el estado actual de los monumentos patrimoniales, con el fin de formular planes de intervención de la estructura patrimonial, definiendo así los parámetros de restauración de la estructura los profesionales que ejecutarán estas tareas.

Por otra parte, se resalta la ingeniería civil en el ámbito estructural, debido a la necesidad de personal capacitado en temas estructurales los cuales intervengan en un análisis detallado del comportamiento de la estructura, y que, junto a profesionales con conocimientos sobre los materiales, trabajen multidisciplinariamente en la búsqueda de alternativas de solución para cada uno de los grados de dificultad que se presenta en cada uno de estos Patrimonios culturales.

4. CONCLUSIONES

La ingeniería civil en los procesos de conservación de edificios patrimoniales; es un campo no muy reconocido dentro de las líneas de ésta ingeniería en nuestro país, sin embargo, en Colombia toma relevancia en el sentido de la riqueza histórica y cultural que tienen las construcciones patrimoniales presentes a lo largo del territorio, donde los ingenieros civiles pueden desempeñarse coordinando, programando, diseñando las intervenciones que se desarrollan en estas construcciones, ya que muchas de estas estructuras no cumplen con condiciones mínimas de sismo resistencia, siendo en esta temática, donde la intervención de edificios patrimoniales deja de ser un procedimiento meramente arquitectónico, para convertirse en un escenario donde la intervención del ingeniero civil sea fundamental durante el desarrollo de estos procesos.

Por otra parte se resalta que la ingeniería civil dentro de los procesos formativos del profesional centra una línea dedicada a definir y delimitar el comportamiento de las estructuras y su entorno, es por esto que en la conservación y restauración de los edificios patrimoniales, se hace necesaria la presencia de ingenieros civiles que definan el estado actual de la estructura, posibles patologías presentes o problemas estructurales; por ende una vez más se pasa de un ámbito arquitectónico a la presencia de un ámbito meramente Ingenieril.

Con base en el ámbito ingenieril, las estructuras antiguas tienen aspectos relevantes para la restauración y conservación de esta tipología debido a la clasificación de material utilizado y su diseño, el cual se refleja en el soporte de las cargas sometidos para una mayor resistencia en estas edificaciones que por normatividad son consecuentes a la no destrucción y por ende a conservarlas con el debido mantenimiento que se debe generar para así poder mantenerlas y disfrutarlas.

5. REFERENCIAS

- [1] Arencibia Fernández, J. (2007). Conceptos fundamentales sobre el mantenimiento de edificios. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 1 (1), 1-8
- [2] Asociación Restauradores Sin Fronteras. (2012). Restauradores Sin Fronteras: el patrimonio como motor de desarrollo sostenible. *Intervención, Revista Internacional de Conservación, Restauración y Museología*, 3 (5), 45-49
- [3] Barrios Tejedor, C. (2012). *Conservación y restauración de objetos antiguos*. Madrid: Ministerio de Educación de España.
- [4] Berg Costa, Lorenzo. (2007). Restauración en Chiloé (Chile): La Iglesia de Castro. *Apuntes: Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural* 20(1), 126-141. Retrieved November 05, 2018. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-97632007000100008&lng=en&tlng=es.
- [5] Carvajal, A., & Araya, G., & Maturana, P. (2008). Diagnosis and Rehabilitation Possibilities of Real Reinforced Concrete Structure. *Revista de la Construcción*, 7 (1), 105-111.
- [6] Chávez Vega, J. A., & Álvarez Rodríguez, O. (2005). Metodología para el Diagnóstico y Restauración de Edificaciones. *Revista de la construcción*. Vol. 4 N2, 47-54.
- [7] Correia, Mariana. (2007). Teoría de la conservación y su aplicación al patrimonio en tierra. *Apuntes: Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural - Journal of Cultural Heritage Studies*, 20(2), 202-219. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-97632007000200003&lng=en&tlng=es.
- [8] Desing, T. S. (2003). *Heritage areas as an approach to regional planning*. New York: McGraw-Hill.
- [9] Dulce Osório, I. C. (2016). Projeto de Conservação e Restauo das Ruínas Romanas de Ammaia - Testes preliminares de argamassas de substituição à base de cal. *Research Gate*, 429-437.
- [10] Emm Alexakis, E.T.Delegou, K.C.Lampropoulos, M.Apostolopoulou, I.Ntouts, iA.Moropoulou.(2018). NDT as a monitoring tool of the works progress and the assessment of materials and rehabilitation interventions at the Holy Aedicule of the Holy Sepulchre. *Construction and Building Materials*. Volume (189), 512-526
- [11] Elguero, A. M. (2004). *Patologías elementales*. Buenos Aires: Editorial Nobuko.
- [12] Fais, S., Casula, G., Cuccuru, F., Ligas, P., y Bianchi, M. (2018). Una metodología innovadora para el diagnóstico no destructivo de elementos arquitectónicos de edificios históricos antiguos. *Informes científicos*, 8 (1), 1-11.
- [13] Fischer, K. (2016). Restauración de casas antiguas Conservación de monumentos históricos. Obtenido de <http://www.konrad-fischer-info.de/espana.htm>.

- [14] Fermo, P., Cappelletti, G., Cozzi, N., Padeletti, G., Kaciulis, S., Brucale, M., & Merlini, M. (2014). Hydrophobizing coatings for cultural heritage. A detailed study of resin/stone surface interaction. *Applied Physics A: Materials Science & Processing*, 116(1), 341-348.
- [15] Galan, E., & Aparicio, P. (2009). An Approach to the Diagnostic Studies of Stone Degradation. *Lecture di Georisorse*, 94-104.
- [16] García Cuetos, M. P. (2012). *El patrimonio cultural: conceptos básicos*. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- [17] García Rubén, G. (2014). *Patrimonio, apuntes de gestión (Primera ed.)*. Buenos Aires: Editorial Nobuko.
- [18] Gea, S., Quinteros, R., Nallim, L., Control del proceso de deshumidificación de muros con georradar. Un edificio patrimonial como caso de estudio. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción [en línea]* 2014, 4 (enero-abril): [Fecha de consulta: 4 de septiembre de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427639594007>>ISSN
- [19] González Ortiz, O., & Villamil Rozo, M. (2013). *Introducción a la Ingeniería*. Bogotá: ECOE Ediciones.
- [20] García; José. (2011). *La Conservación Del Patrimonio De La Obra Civil*. ingeniería Y Territorio - Revista del colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos, 1. Obtenido de <http://blogs.upm.es/gisci/wp-content/uploads/sites/15/2015/07/La-conservaci%C3%B3n-del-patrimonio-de-la-obra-civil-al-inicio-del-siglo-XXI-y-sus-riesgos-1.pdf>
- [21] Manzanares Alberti, P. (2010). *Género, identidad y patrimonio*. Texcoco, Estado de México: Plaza y Valdés S.A. de C.V.
- [22] Melero-Tur, S., & García-Morales, S., & Neila-González, F. (2015). Design and evaluation of a dehumidifying plaster panel for passive architecture integration. *Revista de la Construcción*, 14 (2), 21-28.
- [23] Niglio, O. (2009). *La restauración en la arquitectura: métodos y técnicas de análisis*. Ibagué: Universidad de Ibagué.
- [24] Niglio, O. (2012). *Restauración arquitectónica en el Tolima*. Ibagué: Universidad de Ibagué.
- [25] Olivan Fiol, F. (2014). *Manual de patología y rehabilitación de edificios*. Burgos: Universidad de Burgos.
- [26] Pico; C. y Ruiz; K. (2018). *Estado Del Arte De Metodologías De Reforzamiento Estructural En Edificaciones De Patrimonio Cultural*. Bogotá D.C. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7821/2/RuizKatherinePicoClara2018.pdf>
- [27] P. Roca Fabregat. (2011). *Estructuras Y patrimonio Cultural. Análisis, Conservación y Restauración*. ingeniería y Territorio - Revista del colegio de Ingenieros de caminos,

canales y puertos, 8-11. Obtenido de <http://www.ciccp.es/revistaIT/portada/index.asp?id=578>

- [28] Pérez Chávez, G. (2010). El ingeniero y la ingeniería civil. Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional.
- [29] **Pérez, Y., & Ustariz, J. (2014). Monografía De Compilación Sobre Estudio Patológico Preliminar En Estructuras De Mampostería Como Caso Estudio La Fachada Oriental Del Edificio Alberto E. Ariza (Arcos), De La Universidad Santo Tomas. Bogotá, Colombia: Universidad Santo Tomas.**
- [30] Roberto, H. (s.f.). LA INGENIERÍA ESTRUCTURAL COMO PARTE DE LA RESTAURACIÓN DE EDIFICIOS. *Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C*, 1165-1179.
- [31] Rozenbaum, O. (2008). Significance of a combined approach for replacement stones in the heritage buildings conservation frame.
- [32] Ruiz, D., López, C., Rivera, J.C. (2012). Propuesta de normativa para la rehabilitación sísmica de edificaciones patrimoniales. En: Apuntes 25 (2): 226 - 239.
- [33] Salinas, D. (2017). Reflexiones sobre la importancia y diagnóstico del área estructural en programas de ingeniería civil en Colombia. *Educación en Ingeniería*, 72-81.
- [34] Sepúlveda Requena, M. (2015). Patologías de Edificación: En obras de hormigón armado. Mario Sepúlveda Requena.
- [35] Stazi; F. Mugianesi; E. Munafò; P. Recommendation for restoration of Modern buildings with stone cladding and steel windows: A multi-disciplinary approach on a significant case study. *Construction and Building Materials*. Volume (37), 728-737.
- [36] Trachana, A. (2010). *Arqueología industrial y restauración ambiental*. Buenos Aires: Editorial Nobuko.
- [37] Villalpando Cazares, J. J. (2010). *La ingeniería civil en el marco de la planeación urbana regional*. Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional.
- [38] Zanni, E. (2008). *Patología de la construcción y restaura de obras de arquitectura*. Bogotá: Editorial Brujas.

