

La tecnología aplicada a la reconversión y restauración de inmuebles Technology applied to the reconversion and restoration of real estate

F. O. Lagarda-García , E. Lozada-Amador *, E. Pérez-Martínez , E.Y. García-Ramírez , J.M. Barrera-Aguilar , A. Córdova-Moreno 

^a Miembro del Grupo de Investigación Arquitectura, Tecnología y Habitabilidad, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Resumen

El presente artículo, aborda algunos de los adelantos tecnológicos disponibles en el proceso de reconversión y en general en la intervención de inmuebles catalogados y no catalogados, que se consideran de tipo no invasivo a la estructura del edificio y que permiten recabar información del estado de conservación, detalles y características tanto físicas como históricas; con estos datos aplicar los resultados en el proceso del tipo de trabajo que se designe, así mismo, se hace hincapié en la importancia de que la tecnología esté al alcance de la población, toda vez que el costo de aplicar los nuevos adelantos, tienden a ser excesivos y hasta cierto punto, elitistas, al ser procedimientos poco conocidos o por el hecho de no estar popularizados, ciertos aspectos quedan fuera de presupuesto para las empresas, las cuales continúan operando con procesos tradicionales y los resultados pueden llegar a pasar por alto puntos específicos necesarios en el desarrollo de los trabajos.

Palabras Clave: tecnología, reconversión, inmuebles, históricos, restauración.

Abstract

This article addresses some of the technological advances available in the reconversion process and in general in the intervention of listed and unlisted buildings, which are considered non-invasive to the structure of the building and allow information to be collected on the state of conservation, details and characteristics both physical and historical; With these data, apply the results in the process of the type of work that is designated, likewise, the importance of technology being available to the population is emphasized, since the cost of applying new advances tends to being excessive and to a certain extent, elitist, being procedures little known or due to the fact that they are not popularized, certain aspects are left out of the budget for companies, which continue to operate with traditional processes and the results can overlook points specific requirements for the development of the works.

Keywords: technology, reconversion, real estate, historical.

1. Introducción

La reconversión de inmuebles ha estado presente a través de décadas y de la vida útil de los edificios, considerando que gran parte de estas construcciones han cambiado en el uso para el cual originalmente fueron edificados, sin embargo, cuando se piensa en intervenir un edificio, se presentan de formas combinadas, las técnicas convencionales y los avances tecnológicos; en el presente artículo se pretende dar a conocer algunas de estas técnicas innovadoras que son aplicables a la intervención de inmuebles antiguos.

El uso de la tecnología en procesos de restauración, remodelación, reconversión y en general en cualquier tipo de intervención en edificios catalogados o sin catalogar, es cada vez más común, derivado que en algunos casos las técnicas aplicadas son no invasivas, lo que permite analizar al inmueble desde distintos puntos de referencia sin causar daño significativo, ni perder valor histórico e inmobiliario.

En el presente artículo se busca abordar algunos de estos procesos, explicando su función, las posibilidades de uso, así como la forma en la que mediante la aplicación de software especializado, se analizan los edificios con sus componentes

*Autor para la correspondencia: elozada@uaeh.edu.mx

Correo electrónico: flagarda@uaeh.edu.mx (Francisco Omar Lagarda-García), elozada@uaeh.edu.mx (Elizabeth Lozada-Amador), eperez@uaeh.edu.mx (Emmanuel Pérez-Martínez), ga315785@uaeh.edu.mx (Erick Yuriel García-Ramírez), ba203713@uaeh.edu.mx (Joyce Melisa Barrera-Aguilar), co295402@uaeh.edu.mx (Alejandro Córdova-Moreno).

y características como el comportamiento de la estructura, acabados y materiales utilizados, con lo cual se puede estar en posibilidades de ofrecer alternativas de solución tendientes a su preservación, considerando que su uso, mantenimiento y permanencia, dependen de la forma en la que se presenten ante inversionistas y lo que se ofrezca, sea una edificación sólida y capaz de brindar la seguridad necesaria para ser utilizado en el contexto inmobiliario actual.

Como primera parte se mencionan los métodos no invasivos utilizados para realizar levantamientos y captar ciertas características del edificio, para posteriormente pasar al modelado en 3d que nos da una idea sobre el estado actual y las posibles adecuaciones que se pueden llevar a cabo, considerando que, dependiendo del estado del edificio, se puedan aplicar diferentes técnicas como el movimiento de inmuebles, el cual se ha popularizado en años recientes, específicamente en algunos países de primer mundo, brindando así mismo la posibilidad de utilizar la metodología denominada “Building Information Modeling” (BIM) que sin ser un adelanto tecnológico, promete considerar un ahorro de tiempo y recursos durante el proceso de análisis de propuestas de intervención, desarrollo de los trabajos de forma colaborativa e interdisciplinaria y que finalmente en el mantenimiento de los inmuebles intervenidos, también permita ahorros en costos, sin olvidar, los materiales de última generación, que específicamente se centran en recubrimientos y argamasas mejoradas. .

Se debe tomar en consideración que durante los primeros trabajos que se realizan al considerar la intervención de algún inmueble, se deben tomar en cuenta los estudios previos, tal como menciona Jurado Jiménez (1999), que corresponden además de los análisis históricos y fotográficos, aquellos estudios correspondientes a la geometría del inmueble a través del levantamiento topográfico y en donde ingresa en el esquema, la fotogrametría y sus avances tecnológicos para posteriormente pasar a los análisis no invasivos de materiales y elementos estructurales y los diferentes estudio geofísicos como la resistividad eléctrica, pruebas de ultrasonido y geo radar considerando que en estos elementos, están situados, la mayor cantidad de avances hasta el momento.

Tampoco se debe olvidar el aspecto de la sustentabilidad que con la aparición de certificaciones como la Leed, permite tener un inmueble más apegado al ahorro energético reconvirtiendo su uso en aspectos más eficientes, lo cual traducido en costos, genera una mayor plusvalía para el inmueble.

2. Métodos no invasivos

El uso de la tecnología en la intervención de edificios antiguos representa la aplicación de técnicas que en determinado momento, terminan socavando el valor histórico del inmueble al implementar métodos que coadyuvan a la conservación pero que terminan modificando la estructura visible ante los usuarios.

Resulta importante destacar que también existen algunos procesos que no necesariamente afectan los elementos existentes y que a su vez proporcionan información valiosa

sobre el estado y las características que guardan los inmuebles, por lo cual se les denomina no invasivos, a aquellos que respetan la integridad del inmueble y de los cuales en el desarrollo de esta investigación se busca dar a conocer, algunos de ellos, considerando que se pueden llegar a utilizar en los trabajos iniciales de una intervención.

Entre los métodos no invasivos, se cuentan las pruebas de ultrasonido aplicado a diferentes elementos estructurales de un edificio, (Silva, 2018) en donde un haz de alta frecuencia, detectan las posibles fallas que se encuentran en la superficie de la estructura, que sumado a pruebas de rayos x, técnicas electroquímicas como resistividad y en el caso de elementos estructurales que presentan materiales ferrosos como componentes principales, las pruebas de corrosión y velocidad de corrosión como lo indica Chinchón-Payá (2021).

De la misma forma se consideran según lo explica Cifuentes Nava (2017) las tomografías de resistividad eléctrica tridimensional (TRE-3D) y los estudios de radar de penetración terrestre (GPR) en donde se puede determinar la capacidad del suelo para conducir electricidad y con estos datos ubicar elementos en el subsuelo pertenecientes a antiguas partes de las edificaciones o elementos de otras construcciones que antecedieron a las actuales.

3. Modelado en 3d

Los levantamientos que se realizan por medio de topografía aplicando la fotogrametría (Bailey Leonardo, 2018) (Vidal Mallén, 2020) ya sea con aparatos, a través de drones, escáner laser o por medio de fotografías para después insertar esas imágenes en programas que permitan el modelado, son algunas de las formas en las cuales se puede llevar a cabo un trabajo.

El modelado se puede dar a través de una nube de puntos creada a partir del escaneo laser o aplicando el método de fotogrametría; en este último, considerando el levantamiento con equipos menos costosos tal como un dron (ver figura 1) con las características necesarias para que la resolución de la cámara, así como la geolocalización de las fotografías, la cual permita la ubicación de cada punto para que de esa forma se construya la nube, así mismo se puede realizar con cámara fotográfica, obviamente considerando menor precisión en la localización, la densidad por otro lado de la nube dependerá del número de imágenes que se puedan captar así como la posición entre ellas.



Figura 1: Imagen tomada con dron de la Mina La Camelia, Hidalgo, Fuente Carlos Dayan Aparicio Galicia.

En el caso de realizar el levantamiento con cámara, es recomendable realizarlo a través de un Smartphone encendiendo la geolocalización del aparato y previamente buscando ubicar puntos de control definidos por un topógrafo, lo cual permite monitorear la ubicación de las fotografías; el objetivo es captar tantas imágenes como sea posible, cuidando estar a la misma distancia, de tal forma que aparezca la totalidad de la fachada o del local que se pretende modelar, lo mismo se tiene que cuidar la altura para tomar las imágenes.

Posteriormente a esto se deberán descargar en algún programa especializado para obtener la nube de puntos, para lo anterior se puede auxiliar de diversos programas tales como Pix4D, Alice Vision, Agisoft Metashape, Trimble Inpho etc (ver figura 2) y una vez que se tiene la información deseada, se pasa la nube de puntos al software de diseño como Revit que permite utilizar la información para crear un modelo 3d (Barrio Tajadura, 2017) que finalmente puede aplicarse en el uso de metodología de Modelado de Información para la Construcción (BIM) por sus siglas en inglés.



Figura 2: Nube de puntos densa trabajada en programa Agisoft metashape, Fuente propia.

Por lo que refiere a los levantamientos con escáner lidar; estos se realizan con mayor precisión, considerando un grado milimétrico de hasta 2.5 mm en el inicio del escaneo a 10mm en la apertura final y a una gran distancia.

En el mercado se puede encontrar diferentes tipos de escáner entre los cuales los procedimientos para obtener la información, varía, sin embargo el resultado final es prácticamente el mismo, en cuanto a la forma de medir y el alcance se cuenta que van desde los 20 metros radiales y 40 m en diámetro para escáner de tamaño pequeño y considerados básicos, y hasta los 300 metros radial y 600 en diámetro de escáner más completos, adicionalmente en algunos se pueden



encontrar con cámara incluida lo que permite la generación de nubes de puntos a color (ver figura 3).

Figura 3: Levantamiento con escáner lidar, Fuente propia.

Un dato importante que se debe resaltar es que, entre los diferentes tipos de escáner, se encuentran aquellos que incluyen datos para colocar la georreferencia lo que hace que el trabajo se haga más eficiente, sin embargo, en caso contrario, se va a necesitar el apoyo del topógrafo para que mediante la estación total puedan determinar los puntos de control específicos, que deben ser visibles en los diferentes escaneos que se realizan.

Cabe destacar que el levantamiento en 3d a través de escáner laser no solo se limita a edificaciones de un tipo específico de materiales, pues sin importar como esté construido el edificio, el trabajo permite conocer tal como lo menciona Yliopisto (2019), los daños y el estado general de la construcción, de la misma forma se puede aplicar esta técnica no solo a superficies planas, pues también a elementos con geometría no ortogonal como lo menciona Jáidar Benavides (2017).

4. Movimiento de edificios

Uno de los métodos para la conservación de edificaciones antiguas, recae en el denominado movimiento o traslado de edificios el cual, a pesar que es una forma de conservación de inmuebles, en algunos casos no es bien vista por las implicaciones que tiene y el riesgo que se corre por la posible desaparición y pérdida de la construcción, como lo menciona Morais Vallejo (2002), así mismo este es un método que surge en la segunda mitad del siglo XX como respuesta a la devastación que supuso la II Guerra Mundial y que requirió de una reconstrucción masiva conocida como Reconstrucción crítica tal como lo refiere Fernández Martínez (2015) y que permita la utilización de materiales y sistemas constructivos modernos.

Esta técnica ya ha sido utilizada en nuestro país, aunque solo se cuentan 2 edificaciones con diferentes procesos pero con los mismos resultados de salvaguardar parte de la historia de México; el primero se sitúa en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, en el año de 1950, con el movimiento del edificio Telefónica y Telegráfica Mexicana, en el cual el edificio se movió a través de 12 metros, con la particularidad de que los servicios no fueron interrumpidos, pues los trabajadores permanecieron adentro del inmueble, sin interrumpir operaciones y aunque ya ha pasado más de medio siglo, es importante destacar que fue obra del Ingeniero mexicano Jorge Matute Remus (Páneos ACH, 2020); esta técnica de movimiento no se volvería a utilizar hasta el año 2010 con el traslado de la denominada Casa Ohey (ver figura 4), una construcción que data del año 1932, catalogada por el Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA) según lo refiere Valle Puga (2010) y que se movió 18 metros para poder construir los sótanos de estacionamiento y que posteriormente volvió a su ubicación original para quedar como lobby de la denominada Torre Reforma.

Esta forma de conservación permite salvaguardar los inmuebles que en su mayoría no se pueden valorar por métodos convencionales y que en determinado momento se consideran invaluable, por lo que el costo del movimiento queda compensado con el valor histórico recuperado *ibid* p. 7



Figura 4: Movimiento de la Casa Ohey, Fuente Arturo Páramo, Excelsior, 25/08/2013, recuperado de <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/2013/08/25/915321>

El movimiento de inmuebles en la actualidad se ha extendido prácticamente a todo el mundo, teniendo sus orígenes como ya se mencionó en Europa, en donde en los años posteriores a la gran guerra y la guerra civil española, se llevan a cabo algunos desplazamientos durante la dictadura franquista, posteriormente se han realizado en todo el mundo siendo los más recurrentes en Estados Unidos y Francia, aunque también se tiene conocimiento de traslados en Bogotá Colombia en 1975 en donde el edificio Cudecom se mueve 29 metros (Paez Restrepo, 1975) (Revista Bochica, 2018).

En los últimos años, China, ha obtenido adelantos significativos en este rubro al utilizar la tecnología a su favor como en 2018 en el caso del movimiento de una villa que data de 1918, ubicada en Hongkou, China y que no solo fue desplazada 30.66 metros, también fue girado 90° y elevado 50 centímetros (Agencia EFE, 2018), en 2019 el desplazamiento de una terminal de autobuses en Xiamen con un peso de 30,000 toneladas en 40 días, obteniendo el record Guinness por la mayor rotación de un edificio pivotado (El País, 2019) que aunque no es un edificio histórico, ingresa en el rubro del movimiento de edificios, también se tiene conocimiento del movimiento de un edificio escolar que data de 1935 y en el que se utilizaron patas robóticas con ruedas especialmente diseñadas para tal fin (BBC News, 2020).

5. Metodología BIM

La utilización de modelos BIM (Building Information Modeling) en el proceso de desarrollo de proyectos arquitectónicos, ha permeado en los trabajos de intervención de edificios antiguos, considerando que se centraliza toda la información del proyecto en modelos tridimensionales como lo acota (Sánchez Carvajal, 2019) en los cuales el trabajo colaborativo es imprescindible pues se consideran datos de diseño, ejecución de trabajos, mantenimiento durante la vida

útil del proyecto por lo que al implementarlo en este tipo de inmuebles permite un desarrollo más fiable de los trabajos tomando como parámetros plataformas desarrolladas con la información como elementos constructivos, revestimientos, materiales, procedimientos a seguir entre una gama importante de información.

Aunque el BIM no es como tal un elemento tecnológico, se entiende que la metodología es relativamente nueva y se apoya en avances de la tecnología que aportan las características necesarias para obtener mejores resultados, en el caso de la aplicación en edificios históricos, permite unificar información para desarrollar de forma más eficiente los trabajos de intervención que se hayan puntualizado (Martín Talaverano R. M., 2021), ya sea reconversión, restauración o algún otro tipo de actividad encaminada a su preservación.

Resulta importante recalcar que la aplicación del Heritage Building Information Modeling (HBIM) en edificios históricos, resulta ideal cuando la cantidad de información que se debe analizar es lo suficientemente amplia para poder justificar su utilización, interrelacionando los datos obtenidos y planificando previamente la metodología que se va a aplicar en el inmueble, consiguiendo un nivel de desarrollo (LOD) efectivo *Ibid* (pag. 9), sin olvidar que la aplicación de modelos 3d a través de escaneo láser o con algún otro método para su levantamiento, significa llevar no solo la representación del inmueble, pues se apoya la investigación analítica de la información que se puede recopilar con estos trabajos y posteriormente ser aplicada en la metodología planteada en el HBIM (Rossi, 2020), durante el ciclo de vida del proyecto y aplicación del mismo (Sánchez Lite, 2019).

6. Materiales de última generación

A pesar que los trabajos de restauración, se busca que los materiales que se utilicen sean originales, en la reconversión se abre la posibilidad de utilizar materiales nuevos, generando resultados interesantes en los procesos y que apoyan la conservación de los inmuebles.

Estos materiales pueden ser determinados para estar visibles en un primer plano, o en algunos casos ser utilizados para recubrimiento y protección de los elementos que conforman la estructura del inmueble o los acabados.

Entre los materiales de última generación que se pueden utilizar en la reconversión de inmuebles, se encuentra la aplicación del acristalamiento isotérmico, que mencionan Gascón Martín, Gascón Cuenca, & Gascón Cuenca (2019), como un material que se utiliza para proteger de agentes externos vitrales o grandes ventanales; de la misma forma se están analizando aditivos aplicables a los morteros de cal, que al ser utilizados en las estructuras de mampostería como juntas, de reparación, proporcionan mayor durabilidad que las mezclas originales, por lo que González Sánchez (2020), considera que puede ser utilizado este tipo de morteros para la preservación del patrimonio edificado.

El avance en la actualidad en nanotecnología, ha permitido

crear compuestos resistentes a los microorganismos existentes en los poros de los materiales con los que están contruidos los edificios antiguos, puesto que la acción de hongos y bacterias terminan afectando las estructuras; derivado de lo anterior, la creación de un aditivo biocida en forma de mortero de cal hidráulica con un añadido de carbendzima puede ser la solución a la degradación de los materiales según Pastor (2020).

7. Sustentabilidad

La posibilidad de utilizar materiales de última generación en el edificio, posibilita el uso de instalaciones que permiten el ahorro de energía y por ende el consumo menor de gasto energético, con lo cual, se puede buscar el apoyo de ciertas certificaciones como la Leed que otorga el reconocimiento en uno de sus niveles a edificaciones no consideradas nuevas y que aumenta la plusvalía del inmueble, así como el confort en el uso del mismo.

Desarrollando un análisis del edificio, se puede lograr que se convierta en ahorrador de energía como el edificio M16 referido por Velázquez Flores (2017) el cual fue intervenido desde el punto de vista bioclimático considerando diversos aspectos del manejo de energía, posibilitando desarrollar sistemas de ahorro de energía que no es fácil encontrar en edificaciones históricas o antiguas, incluso consiguiendo confort térmico o como el caso de la Escuela Normal Regular de Cali (Colombia) con su doble fachada, según lo describe Galindo Díaz (2020).

8. Análisis estructural

Realizar el análisis de los inmuebles antiguos, antes de pensar en algún tipo de intervención, es necesario, toda vez que se requiere conocer el estado que guardan para determinar cuál será el curso de las acciones que se deberán llevar a cabo, por lo que en primera instancia un estudio a nivel histórico resulta de gran apoyo a los trabajos posteriores, considerando el conocer al máximo, detalles de su construcción, estilo, época, materiales utilizados para erigir dichos elementos, así como procedimientos utilizados en su construcción y las posibles modificaciones a lo largo del tiempo, como lo menciona Martín Talaverano (2018) considerando los siguientes puntos:

1. Documentación gráfica
2. Análisis de la secuencia histórico-constructiva
3. Análisis de daños estructurales
4. Interpretación de la evolución histórica de la estructura
5. Cálculo estructural
6. Diagnóstico integrado

Otro de los aspectos relevantes a considerar es realizar una inspección detallada como lo menciona Clemente (2007) en donde se puede realizar mediante la observación directa del estado de conservación del inmueble, en el cual se pueden llegar a observar desplomes, situación de argamasas, grietas que son visibles a simple vista, algunas pérdidas de material producto del paso de los años y la degradación de algunos elementos, e incluso en el caso de argamasas, la pérdida de

humedad en ellas por lo que al tacto se empiezan a desmoronar, pasando posteriormente por análisis con aparatos y técnicas no invasivas que permiten alimentar en su momento facilitar el análisis de la edificación desde el ámbito estructural.

Una vez realizados las primeras observaciones se debe proceder al levantamiento del inmueble que puede ser por métodos convencionales (cinta, plomada y croquis) hasta los más recomendables que son los levantamientos topográficos y fotogramétricos de los cuales ya se ha hablado anteriormente; obteniendo medidas, posibles desplomes que arroja el levantamiento y elementos de fallo visibles que permitirán alimentar el software para realizar el análisis estructural del inmueble.

Con los datos obtenidos se pueden insertar los datos en programas como Cypecad, Sap2000, Midas, Tekla Structures, entre algunos que se encuentran en el mercado y con los resultados obtenidos tales como análisis de cargas gravitacionales, módulos de reacción, resultados ante esfuerzos axiales, entre algunos otros (ver figura 5), (Gómez Salgado, 2016) se pueden tomar decisiones acerca de las posibilidades que tiene el edificio para realizar una intervención significativa.

Cabe destacar que los edificios antiguos comúnmente *“presentan elementos de alta resistencia a compresión, y poca o nula resistencia a tracción”* (Clemente Op Cit p. 3)

Un punto importante del análisis estructural es como lo menciona Meli (2011), que en las edificaciones por intervenir y mediante el análisis estructural, se pueden identificar los cambios sufridos con anterioridad y en la soluciones, es posible considerar materiales nuevos utilizando procedimientos originales toda vez que desde la segunda mitad del siglo XX en México se empezaron a utilizar nuevos materiales producto de los problemas que se daban por hundimiento y asentamientos diferenciales en la Ciudad de México.

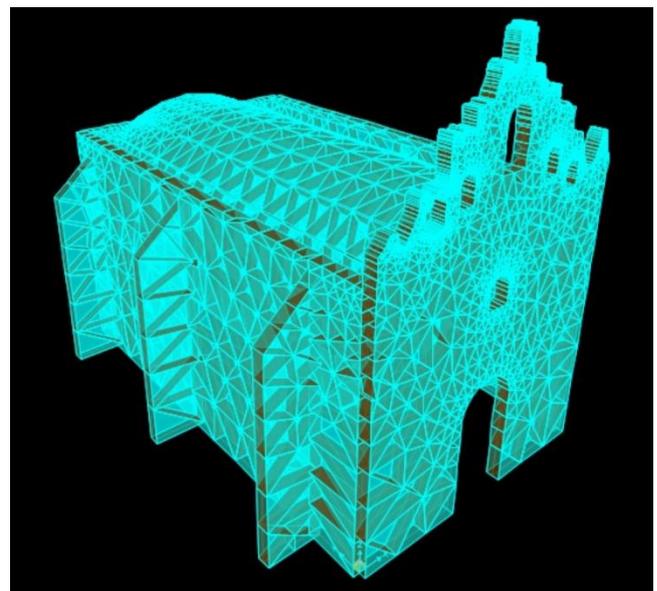


Figura 5: Modelo de la capilla de Santa Catarina, Fuente: Carlos Alberto Torres Montes de Oca

9. Conclusiones

El uso de la tecnología en los procesos de intervención de edificios antiguos, permite conocer de manera rápida y expedita ciertos aspectos como lo son el estado actual del inmueble, la capacidad estructural del edificio, características propias del mismo que en un levantamiento normal tardaría tiempo o espacios que requieren de mucho detalle al ubicarlos y que con los adelantos tecnológicos pueden considerarse solventados pues la precisión de ciertos procesos es tal que permite levantar un espacio con milímetros de error, lo cual en un inmueble antiguo es un factor determinante para su análisis, pues se detectan inconsistencias tales como desplomes en el sentido vertical y descuadras en el sentido horizontal, llevando al análisis a un punto de mejor entendimiento sobre las posibles soluciones y trabajos que se van a desarrollar.

El uso de procesos no invasivos también es un aliciente para la intervención de un inmueble toda vez que con ello se permite el conocer las fallas que se presentan por la antigüedad o por factores externos y que mediante el uso de la tecnología como es el caso de la aplicación de aparatos de rayos x para detectar cantidad de acero en un elemento estructural, o en el caso de la resistencia que guardan algunas argamasas, vierten los datos suficientes para determinar que trabajos se deben llevar a cabo, ya sea de forma preventiva o correctiva.

La aplicación de técnicas como el movimiento o traslado de edificios también permite preservar a los edificios y si aunado a ello se tiene la aplicación de materiales innovadores que brinden mayor resistencia y seguridad en la estructura, los resultados pueden ser favorables para los propietarios, los usuarios y por ende para las construcciones.

En conclusión, la tecnología resulta imprescindible en la actualidad para llevar a cabo, trabajos de intervención en una edificación antigua, ya sea que se encuentre catalogada o no, pues de ello depende que aunado a la metodología BIM y la búsqueda de sustentabilidad en el proceso de reconversión se genere una nueva fisonomía a la edificación, tanto en la parte interna como la externa.

Referencias

- Agencia EFE. (7 de Julio de 2018). *Agencia EFE*. Obtenido de <https://www.efe.com/efe/america/cultura/el-desplazamiento-solucion-para-cada-vez-mas-edificios-historicos-en-china/20000009-3675742>
- Bailey Leonardo, E. (2018). *Levantamientos fotogramétricos en Arquitectura moderna de Guatemala, aplicado a la fachada del CCMAA*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Barrio Tajadura, R. (2017). *Uso de drones en la inspección para la rehabilitación del patrimonio. Iglesia de la Merced*. Burgos: Universidad de Burgos.
- BBC News. (20 de Octubre de 2020). *El impresionante traslado de un edificio histórico de 7600 toneladas en China*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-54652638>
- Chinchón-Payá, S. T. (2021). Evaluación del estado de elementos estructurales del mercado de Legazpi: Ataque por sulfatos al hormigón y corrosión de las armaduras. *Informes de la Construcción*.
- Cifuentes Nava Gerardo, C. T. (2017). Tomografía de resistividad eléctrica 3d en la catedral de Morelia, México. *Arqueología Iberoamericana*, 29-35.
- Clemente, R. C. (2007). *Análisis Estructural de Edificios Históricos mediante modelos localizados de fisuración*. Barcelona España: Monografía CIMNE M102.
- El País. (16 de Septiembre de 2019). *El País*. Obtenido de https://elpais.com/elpais/2019/09/16/videos/1568631840_082628.html
- Fernández Martínez, C. (2015). El traslado de edificios históricos en Galicia: San Xoán de Cova, San Estevo de Chouzán y Portomarín. *De Arte*, 196-206.
- Galindo Díaz, J. O. (2020). De componer la fachada a diseñar la envolvente. El ejemplo del arquitecto JUVenal Moya en Cali. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 94-106. doi:<https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2776>
- Gascón Martín, A., Gascón Cuenca, N., & Gascón Cuenca, D. (2019). La restauración y medidas de conservación preventivas para las vidrieras del Palacio de la Asamblea de Melilla. *Akros, Revista de Patrimonio*(16), 45-54. Recuperado el 24 de 6 de 2021
- Gómez Salgado, A. (2016). *Análisis estructural y propuesta de rehabilitación de un edificio del siglo XVII denominado "Las cárceles de la perpétua"*. México: UNAM.
- González Sánchez, J. F. (2020). Combinación de superplastificantes poliméricos, repelentes de agua y agentes puzolánicos para mejorar las lechadas a base de cal aérea para la reparación de mampostería histórica. *Polimeros*. doi: <https://doi.org/10.3390/polym12040887>
- Jáidar Benavides, Y. L. (2017). Digitalización tridimensional para la documentación, análisis y conservación de bienes culturales: los relieves decorativos en piedra de la zona arqueológica de Tula, Hidalgo México. *Intervención*, 43-56.
- Martín Talaverano, R. C. (2018). Análisis integrado de construcciones históricas: secuencia estratigráfica y diagnóstico patológico. *Arqueología de la Arquitectura*, 1-29. doi:<https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2018.001>
- Martín Talaverano, R. M. (2021). Reflexiones y criterios relativos a la creación de modelos BIM de edificios históricos. *Arqueología de la Arquitectura*(18), 1-10.
- Meli, R. (2011). *Los conventos mexicanos del siglo XVI*. México: Miguel Ángel Porrúa.
- Moras Valles, E. (2002). Traslado de edificios históricos. El caso de León durante la etapa franquista. *De Arte*, 113-137.
- Paez Restrepo, A. (1975). Traslado del Edificio CUDECOM Bogotá, Colombia. *Informes de la Construcción*, 49-64.
- Pánelos ACH. (17 de Noviembre de 2020). *ACH*. Obtenido de <https://panelesach.com/latam/mx/blog/edificio-telmex-mexico/>
- Pastor, A. G. (2020). Carbendazim-clay complexes for its potential use as antimicrobial additives in mortars. *Elsevier*, 183. doi:<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107214>
- Revista Bochica. (11 de Agosto de 2018). *Revista Bochica*. Obtenido de <https://www.revistabochica.com/post/traslado-del-edificio-cudecom-una-proeza-de-la-ingenier%C3%ADa-colombiana>
- Rossi, A. P. (2020). De la digitalización laser hacia el H-BIM: Un caso de estudio. *EGA: Revista de expresión gráfica arquitectónica*, 25(38), 182-193. doi:10.4995/ega.2020.12835.
- Sánchez Carvajal, D. (2019). *Modelos BIM para la conservación y difusión de edificios históricos. Real fábrica de paños de Brihuega (Guadalajara)*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Sánchez Lite, A. Z. (2019). Uso de BIM en una propuesta de rehabilitación de un edificio histórico industrial en el marco de un trabajo fin de grado colaborativo. En *Comunicaciones presentadas al XXIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos* (págs. 1968-1980). Málaga, España.
- Silva, M. R. (2018). Evaluación del ensayo de ultrasonido para la estimación de la profundidad de fisuras de concreto. *Alconpat*, 79-92.
- Valle Puga, E. B. (2010). Desplazamiento horizontal de una casa catalogada en la Ciudad de México. *Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica*, 1-7.
- Velázquez Flores, G. (2017). *Reconversión sustentable de edificios*. México: Universidad Iberoamericana. Recuperado el 27 de 6 de 2021
- Vidal Mallén, J. (2020). *El levantamiento fotogramétrico del patrimonio arquitectónico construido como herramienta de análisis y conocimiento: El caso del castell de la Val de Perpuxent*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Yliopisto, O. (2019). *Tecnología Láser 3d para conservar el patrimonio europeo construido con madera*. Finlandia: PresWoodenHeritage.