

EXPERIENCIAS EN EL USO DE TÉCNICAS NO INVASIVAS PARA EL ESTUDIO PATOLÓGICO EN EDIFICACIONES

MEMORIA DIGITAL JORNADAS DE INVESTIGACIÓN

Lugar: Auditorio del Museo Nacional de Costa Rica
Fecha: Martes 14 de diciembre, 2021



TEC | Tecnológico
de Costa Rica



Proyecto de investigación: Implementación de técnicas no invasivas para el estudio patológico de edificaciones patrimoniales

Equipo investigador TEC

Escuela de Arquitectura y Urbanismo
Dr. Arq. David Porras Alfaro (coordinador)
Dra. Arq. Kenia García Baltodano
Arq. Dominique Chang Albizurez

Escuela de Ingeniería Forestal
MSc. Ing. Dawa Méndez Álvarez

Equipo investigador MNCR

Arq. Ronald Quesada Chaves

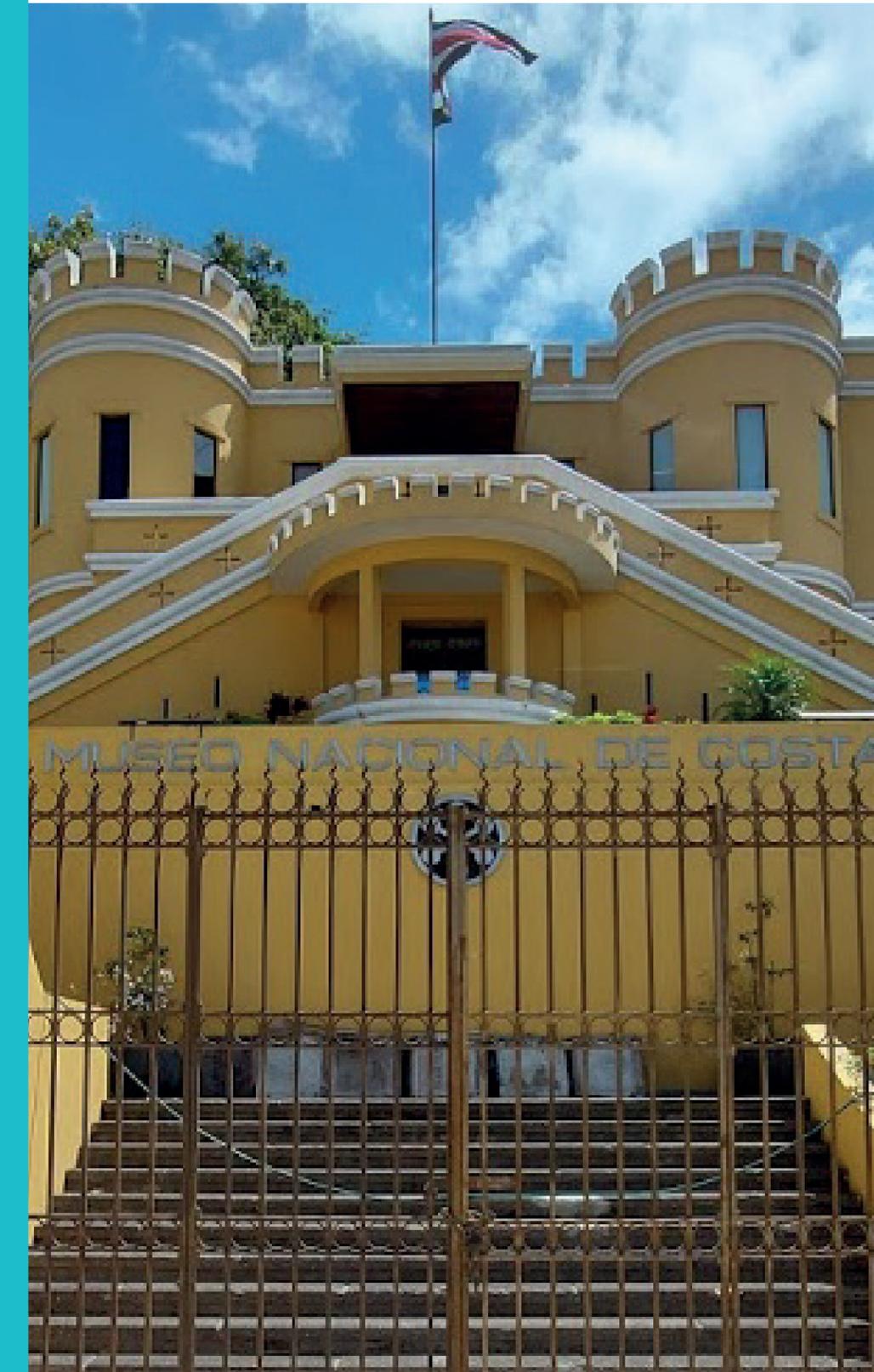
Equipo estudiantil

María Jesús Mata Obando
Diana Alfaro Navarro

San José, Costa Rica
Marzo, 2022



CONTENIDOS



- 3 *Resumen*
- 5 *Palabras de bienvenida*
Por: Dir.º. Gral. Rocío Fernández Salazar y Arq. Ronald Quesada Chaves, MNCR.
- 6 *Proyecto de Investigación: Implementación de técnicas no invasivas para el estudio patológico en edificaciones patrimoniales*
Por: Dr. Arq. David Porras Alfaro, TEC.
- 7 *El patrimonio cultural y el uso de la tecnología para la documentación, investigación y difusión en el ámbito arquitectónico, artístico y arqueológico*
Por: MSc. Arq. Gundel Támez Grenda, UNI, Nicaragua.
- 8 *Identificación de maderas in situ utilizando técnicas macroscópicas de la madera*
Por: Dr. Roger Moya Roque, TEC.
- 9 *El uso del Radar de Penetración Terrestre en la arqueología costarricense: experiencias y proyecciones*
Por: Arqueólogo José Joaquín Brenes Ballester y Arqueóloga Fabiola De la O Alvarado, MNCR.
- 10 *Intervención para la conservación del sitio arqueológico Joya de Cerén*
Por: Arq. Víctor Hugo Barrientos, Ministerio de Cultura, El Salvador.
- 11 *Procesos de intervención novedosos y poco intrusivos. Tres casos puntuales*
Por: MSc. Arq. William Monge Quesada, Teatro Nacional de Costa Rica.
- 12 *Levantamiento de condiciones existentes y modelado HBIM del edificio de Correos de Costa Rica*
Por: Ing. Yalmar Sánchez Rivera, Geolnn S.A.
- 13 *Palabras de cierre*
Por: Ing. Maribel Jiménez Montero, VIE TEC.



Resumen

En el marco del proyecto de investigación "Implementación de técnicas no invasivas para el estudio patológico de edificaciones patrimoniales", financiado por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Tecnológico de Costa Rica, en colaboración con el Museo Nacional de Costa Rica (MNCR), se desarrolló la Jornada de Investigación "Experiencias en el uso de técnicas no invasivas para el estudio patológico en edificaciones". Dicho evento forma parte de las actividades programadas en el plan de acción del proyecto, como parte de su segundo objetivo.

La Jornada de Investigación se desarrolló el 14 de diciembre del 2021, en el Auditorio del Museo Nacional de Costa Rica, contando con la participación presencial y virtual de profesionales, académicos, estudiantes, consultores y funcionarios de diferentes instituciones. En este evento se presentaron una serie de experiencias nacionales e internacionales relacionadas al diagnóstico, conservación y puesta en valor del patrimonio, en los cuales se llevaron a cabo procesos de utilización de técnicas no invasivas.

El objetivo principal fue fomentar el intercambio de experiencias en el uso de técnicas no invasivas para el estudio patológico en edificaciones. Este espacio permitió conocer, reflexionar y difundir el conocimiento sobre el objeto de estudio del proyecto, con miras a fortalecer los vínculos entre los participantes para el desarrollo de destrezas en el uso de las técnicas no invasivas y los equipos e instrumentos requeridos.

Palabras clave: patrimonio, patología de la edificación, lesiones en edificaciones, Museo Nacional de Costa Rica, jornada de investigación.

Abstract

Within the framework of the research project "Implementation of non-invasive techniques for the pathological study of heritage buildings", financed by the Vice Rector's Office for Research and Extension of the Tecnológico de Costa Rica, in collaboration with the National Museum of Costa Rica (MNCR), the Research Conference "Experiences in the use of non-invasive techniques for the pathological study of buildings" was held. This event is part of the activities programmed in the project's action plan, as part of its second objective.

The Research Conference was held on December 14, 2021, in the Auditorium of the National Museum of Costa Rica, with the participation of professionals, academics, students, consultants, and officials from different institutions. This event presented a series of national and international experiences related to the diagnosis, conservation, and enhancement of heritage, in which processes using non-invasive techniques were carried out.

The main objective was to promote the exchange of experiences in the use of non-invasive techniques for the pathological study of buildings. This space made it possible to learn about, reflect on and disseminate knowledge on the object of study of the project, with a view to strengthening the links between the participants for the development of skills in the use of non-invasive techniques and the equipment and instruments required.

Keywords: heritage, building pathology, building damages, National Museum of Costa Rica, research day.



Palabras de bienvenida

Por: Dir.º. Gral. Rocío Fernández Salazar y Arq. Ronald Quesada Chaves, MNCR.

El Arq. Ronald Quesada Chaves, funcionario del MNCR, dio la bienvenida al evento e invitó a compartir el conocimiento referente a las técnicas no invasivas dentro del ámbito patrimonial. Como parte de su intervención, destacó la oportunidad que se presenta al integrar esfuerzos desde instituciones del área académica y estatal con un objetivo en común, la conservación del patrimonio y la documentación de herramientas que podrán ser de utilidad para futuras investigaciones y procesos en desarrollo.

El MNCR ha desarrollado un programa de intervención para su conservación durante más de 15 años. Por ello, el proyecto de investigación dentro del cual se enmarca este evento, se vuelve pertinente e importante para la institución, ya que permite tener un registro y herramientas aún más detalladas que las existentes sobre el estado de

conservación del inmueble. Además, contribuirá a contar con información actualizada en relación a la patología de la construcción que servirá para la toma de decisiones sobre la intervención del conjunto edificatorio.

La directora general del MNCR Rocío Fernández Salazar hizo referencia al patrimonio edificado, como parte del imaginario costarricense. Tanto el Teatro Nacional de Costa Rica, como el MNCR son referentes a nivel nacional e internacional, que a pesar de ser lugares con características simbólicas y arquitectónicas muy diferentes tienen en común el aprecio e identificación por parte de la población.

Destacó que el proyecto de investigación responde a un trabajo interdisciplinar, donde la labor de instituciones académicas y culturales se sumergen en el análisis en

detalle del conjunto patrimonial del MNCR. Esto representa una oportunidad de enseñanza y aprendizaje no común, pero que ha demostrado ser de gran enriquecimiento.

Recalcó que es un momento de madurez extraordinaria por parte de las instituciones. Por ello, agradece este tipo de iniciativas por las herramientas generadas y que podrán ser aplicadas en otros inmuebles, y abrir las puertas a nuevos proyectos de investigación.

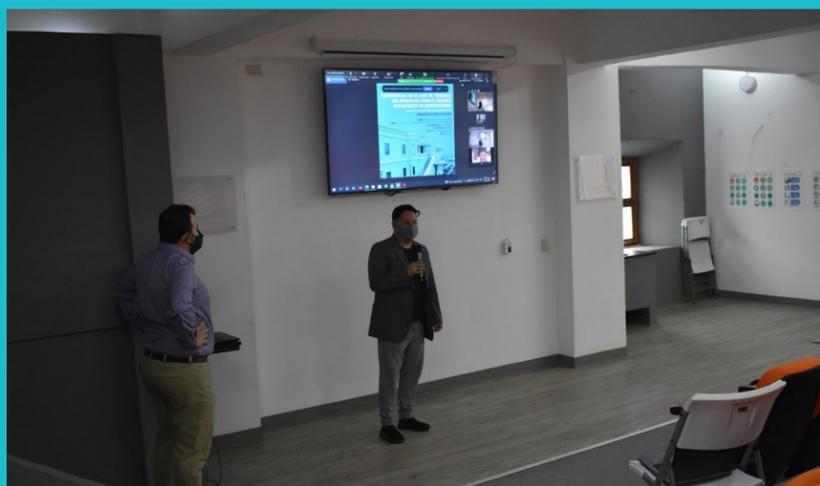


Figura 1. Arq. Ronald Quesada Chaves.



Figura 2. Dir.º. Gral. Rocío Fernández Salazar.



VIDEO

Dir.º. Gral. Rocío Fernández Salazar y
Arq. Ronald Quesada Chaves.

Proyecto de Investigación: Implementación de técnicas no invasivas para el estudio patológico en edificaciones patrimoniales

Por: Dr. Arq. David Porras Alfaro, TEC.

Este proyecto genera un vínculo con el MNCR, y aprovecha su conjunto edificatorio que presenta una variedad de épocas, estilos arquitectónicos, materiales y sistemas constructivos, para documentar, sistematizar y analizar las diversas intervenciones que se han realizado en los últimos 15 años. El conjunto constituye un excelente laboratorio para la aplicación de técnicas no invasivas para el estudio patológico, que ayude a gestionar la conservación del bien de una manera eficiente y con criterio científico.

El Dr. Porras presentó los objetivos, metodología, actividades y resultados del proyecto de investigación a la fecha. Este proyecto da continuidad a la línea de investigación de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo "Patrimonio e identidad", en la que se ha trabajado como equipo investigador. La investigación promueve el desarrollo disciplinar en el ámbito de la patología de la construcción y la conservación del patrimonio, además espera el desarrollo de destrezas en el manejo de las técnicas no invasivas (fotogrametría, microscopía, termografía, ultrasonido y digitalización tridimensional).



PRESENTACIÓN



VIDEO

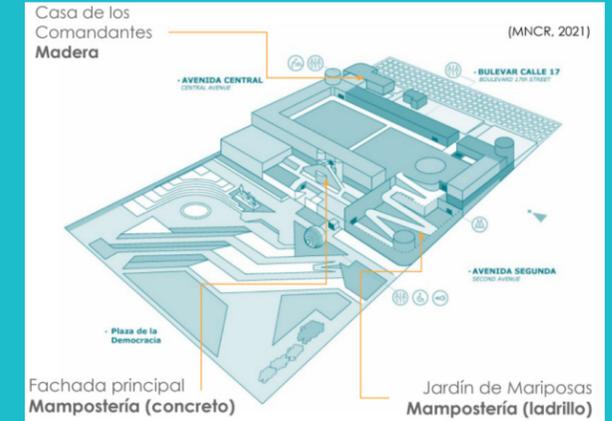


Figura 3 a 5. Ponencia por el Dr. Arq. David Porras Alfaro

El patrimonio cultural y el uso de la tecnología para la documentación, investigación y difusión en el ámbito arquitectónico, artístico y arqueológico

Por: MSc. Arq. Gundel Támez Grenda, UNI, Nicaragua.

Se presentaron dos proyectos realizados a partir de la alianza entre la Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua y la Municipalidad de Managua, donde la dinámica de consensos y puntos intermedios lograron dar como resultado una investigación multidisciplinaria en pro del bienestar del objeto patrimonial.

El primero, la rehabilitación de la Antigua Catedral de Managua, de la cual se contaba con una serie de estudios superficiales realizados desde 1972, cuando quedó inhabilitada por los daños causados por el terremoto, hasta el 2014. Se implementó el uso del ultrasonido con georradar para la parte estructural, el escaneo 3D con el fin de obtener un modelo digital para registro, planos y análisis de ingeniería inversa. Asimismo, la fotogrametría se enfocó en los detalles ornamentales, sobre sus composiciones, grietas y fisuras, procesándolos con softwares como Blender 3D y Pix4D.

El segundo proyecto presentado fue el Observatorio Cultural Arqueológico de Managua, que permite tener una lectura integral de los asentamientos de los grupos precolombinos. El proyecto generó un Sistema de Información Geográfica que permite tener cartografiados y georreferenciados los sitios. Se realizaron fichas de inventario, se documentaron vestigios arqueológicos y los impactos que presentan. La fotogrametría y escaneo 3D se ajustaron a los cuadrantes arqueológicos, brindando láminas detalladas de cuadrantes, fotografía 3D y nubes de puntos, como una herramienta para el desarrollo de planes de gestión de los sitios.

The slide is titled "Análisis de Catedral" and is divided into several sections. At the top left, it says "Metodologías de análisis específicos" and "Diseño metodológico por análisis específico." Below this are six circular icons representing different analysis areas: Histórico, Arquitectónico, Normativo, Patologías, Estructural, and Entorno. Each icon is accompanied by a small book cover representing a methodology. To the right of these icons is a small video thumbnail showing a person speaking. Further right, there are two more sections: "PRESENTACIÓN" with a presentation board icon and "VIDEO" with a QR code. Below these are two more thumbnails: "GEO-RADAR LASER" showing a 3D model of a building and "Modelado digital" showing a 3D model of a building. At the bottom of the slide, there is a large 3D model of a cathedral facade, with the text "SCANNER 3D" and "ORTOFOTOS" above it. The 3D model is color-coded by material or structure. At the very bottom of the slide, there is a footer with logos for "ESTUDIO PATOLÓGICO", "MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA", and "TEC".

Figura 6 a 10. Ponencia por la MSc. Arq. Gundel Támez Grenda.

Identificación de maderas in situ utilizando técnicas macroscópicas de la madera

Por: Dr. Roger Moya Roque, TEC.

La madera ha sido empleada como elemento estructural en muchas de las edificaciones patrimoniales del país, en la arquitectura de tierra se empleaban muchas especies nacionales, probablemente más de cincuenta. Cuando Costa Rica se convierte en exportador de banano y café inicia la importación de edificaciones victorianas de madera y se reduce el uso de especies a cinco. La madera nacional cuenta con una clasificación ampliamente documentada en las xilotecas de la UCR y del TEC, en patrimonio suelen utilizarse las especies decorativas y duras.

Siendo la madera un material heterogéneo, para su identificación a nivel macroscópico, se requiere una sección transversal observable para poder ver la huella e identificarla y realizarlo in situ, de manera que con el "expertise" necesario se pueda observar la estructura anatómica y determinar la familia, género y especie. Si esto no es posible se requiere realizar un estudio microscópico que se desarrolla en laboratorio y para lo cual se requiere una sección mínima de un centímetro cúbico.

El Dr. Moya ha tenido la experiencia de identificar maderas en edificaciones patrimoniales como Casa Verde en barrio Amón, la Antigua Capitanía de Puerto y la Casa Misionera Bautista de Limón, el Teatro Nacional de Costa Rica, los muelles de Quepos y diversos espacios de la Isla San Lucas.



PRESENTACIÓN



VIDEO

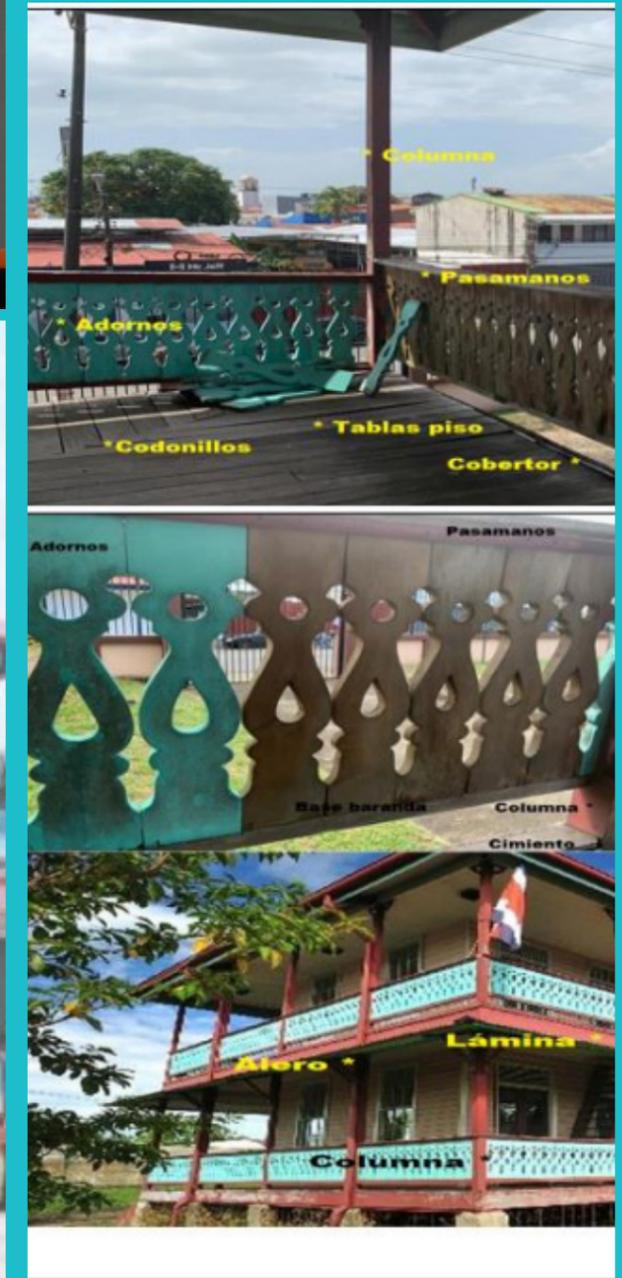


Figura 11 a 13. Ponencia por el Dr. Roger Moya Roque.

El uso del Radar de Penetración Terrestre en la arqueología costarricense: experiencias y proyecciones

Por: Arqueólogo José Joaquín Brenes Ballestero y Arqueóloga Fabiola De la O Alvarado, MNCR.

El arqueólogo Brenes Ballesteros presentó algunos casos en los que se ha empleado el georradar por parte del MNCR. Por ejemplo, en el Monumento Nacional Guayabo, donde se empleó como práctica en la calzada y en los tanques de captación. También se ha empleado en el Sitio Arqueológico de Agua Caliente en Cartago, donde se utilizó una cuadrícula realizada con cuerdas a cada cincuenta centímetros y se logró identificar un empedrado en el sector norte y una calzada en sector sur.

En el Sitio Arqueológico Finca Ó, se empleó sobre una esfera y una estructura funeraria que ya habían sido excavadas con el fin de generar radargramas y mapas de amplitud que permitieran contrastarlos con la información previa. Finalmente, este instrumento se utilizó en la Hacienda El Viejo en un área de 16 kilómetros, si bien no se encontró ninguna estructura sí se logró determinar un cambio en estratigrafía que al realizar la excavación permitió determinar que había una capa de ceniza que indicaba la ocupación previa del territorio.

Se resalta la importancia del uso del georradar como herramienta de investigación que permite realizar excavaciones puntuales para verificar en campo los datos aportados.

The composite image contains several elements:

- Top Left:** A presentation slide titled "El uso del Radar de Penetración Terrestre en la arqueología costarricense: experiencias y proyecciones". It lists the authors: José Joaquín Brenes Ballestero and Fabiola De la O Alvarado, from the Department of Anthropology and History. It also provides an email address: jrbrenes@museocostarica.go.cr and falvarado@museocostarica.go.cr.
- Top Right:** A "PRESENTACIÓN" icon showing a presentation screen with a hand pointing at it, and a "VIDEO" QR code.
- Middle Right:** A photograph showing two people in the field using a georadar device on a grassy area.
- Middle Left:** An aerial map of a site with a blue rectangular area overlaid, indicating the location of the georadar scan.
- Middle Right (below photo):** A photograph of an archaeological excavation site with several workers and stone structures.
- Bottom Center:** A GPR scan image labeled "Sector sur". The vertical axis is "Depth (m)" ranging from 0.0 to 2.5. The horizontal axis is distance in meters, ranging from 0 to 40. A red box highlights a specific feature in the scan at approximately 20-30 meters distance and 0.5-1.0 meters depth.

Figura 14 a 16. Ponencia por los arqueólogos José Joaquín Brenes Ballestero y Fabiola De la O Alvarado.

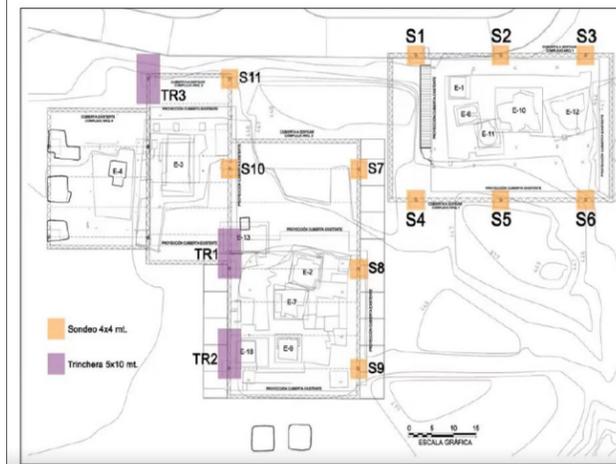
Intervención para la conservación del sitio arqueológico Joya de Cerén

Por: Arq. Víctor Hugo Barrientos, Ministerio de Cultura, El Salvador.

Joya de Cerén, en El Salvador, es un sitio arqueológico que presenta arquitectura prehispánica en tierra, y que se conservó gracias a que fue cubierto por ceniza volcánica. Este sitio, Patrimonio Mundial, presentó un acelerado proceso de deterioro, debido a las condiciones climáticas en la zona, que se incrementaron debido a problemas con la cubierta de lámina de zinc utilizada durante mucho tiempo.

Por medio de una perspectiva multidisciplinar, se desarrolló un proyecto de diagnóstico y monitoreo del sitio, en el que se emplearon dataloggers para realizar un análisis bioclimático y que sirviera de insumo para generar una propuesta de intervención en la cubierta, que permitiera reducir la temperatura y la humedad. Además, se realizaron sondeos para liberar las áreas en donde se colocarían las zapatas y se consolidaron los taludes, con esta información se realizó la propuesta final de cubierta y el proyecto fue complementado con cubiertas puntuales para edificaciones y replanteamiento de senderos.

2.- INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA (sondeos y consolidación de taludes)



PRESENTACIÓN



VIDEO



OBJETIVO

Mejorar las condiciones de conservación por medio del cambio de las condiciones ambientales a través de la sustitución de las cubiertas existentes por cubiertas que permitan la ventilación, reduzcan la humedad y la temperatura.

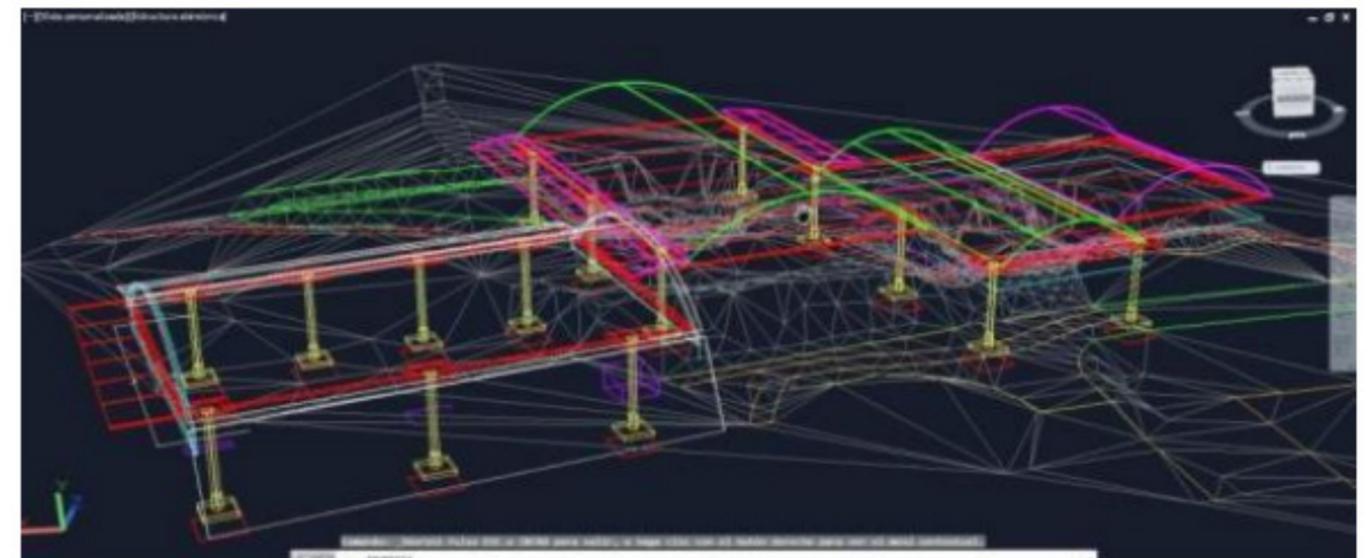
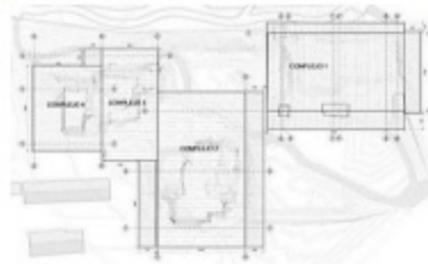


Figura 17 a 19. Ponencia por el Arq. Víctor Hugo Barrientos.

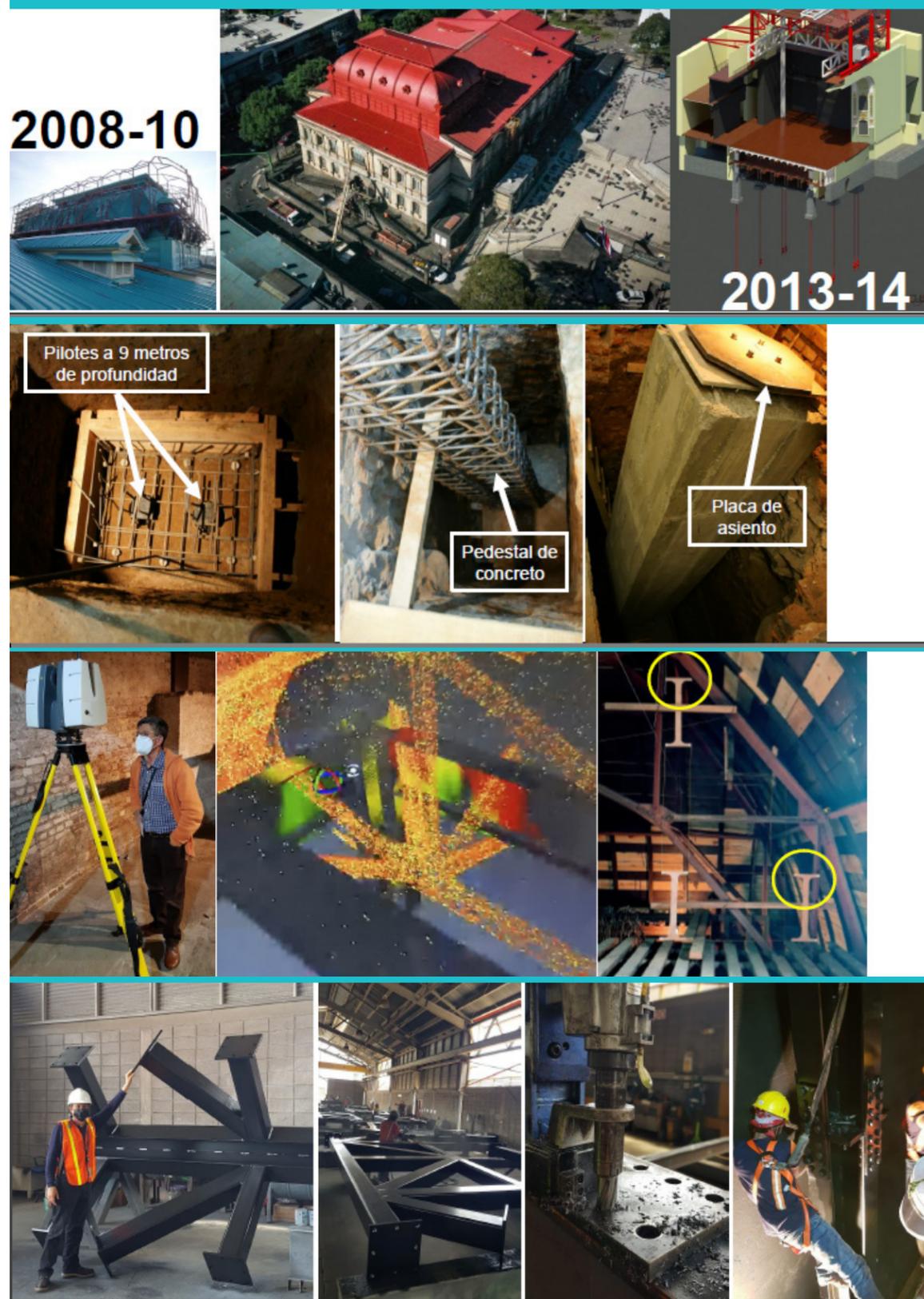
Procesos de intervención novedosos y poco intrusivos. Tres casos puntuales

Por: MSc. Arq. William Monge Quesada, Teatro Nacional de Costa Rica.

En la Iglesia de San Blas de Nicoya se requería un refuerzo estructural realizado con fibra de carbono, que es menos intrusivo que el refuerzo de concreto armado y que funciona bien en obras de calicanto con poca ornamentación. Para realizar este refuerzo estructural se decaparon franjas de cincuenta centímetros a cada metro del muro de manera vertical, realizando posteriormente reparaciones con morteros comerciales. En la espadaña se realizó un refuerzo de concreto armado de veinte centímetros en la parte posterior, utilizando epóxico para su unión.

En la Iglesia Nuestra Señora de las Mercedes de Palmares, que no está declarado patrimonio, se realizó un refuerzo estructural en muros, colocando un anclaje vertical de acero en su interior y siendo colado con concreto. En las cabezas de muro se colocó una estructura metálica horizontal tipo cercha.

En el Teatro Nacional de Costa Rica durante el 2008-2010 se realizaron trabajos en la cúpula para corregir patologías previo a los trabajos a realizarse en la tramoya. Desde el 2013, se están realizando trabajos para poder tener la mecánica teatral que demanda el valor de uso del Teatro como tal. Para que la estructura propuesta no presentara problemas de ejecución se desarrolló un modelo BIM que detectó colisiones y permitió realizar las correcciones necesarias. La estructura finalmente colocada fue prefabricada en taller y armada en sitio empleando pernos para evitar el uso de soldadura.



PRESENTACIÓN



VIDEO



Figura 20 a 24. Ponencia por el MSc. Arq. William Monge Quesada.

Levantamiento de condiciones existentes y modelado HBIM del edificio de Correos de Costa Rica

Por: Ing. Yalmar Sánchez Rivera, Geolnn S.A.

Para poder realizar este levantamiento se determinó cuáles eran los requerimientos de Correos de Costa Rica y el fin del modelo HBIM. En ese sentido se requería un modelo para la gestión adecuada del inmueble, con un nivel de LOA 40 según USIBD, para lo que se requiere una resolución de 6.1 mm a diez metros. Teniendo esto claro se seleccionó el equipo a utilizar que fue el escáner Leica P40 y para verificar medidas el distanciómetro Leica Disto S910.

Con el escaneó realizado, que tardó tres días y requirió 177 estaciones, se procedió a realizar la limpieza y registro de la nube de puntos empleando el software Cyclone Register de Leica, que tomó dos semanas más y luego se generó el modelo HBIM en Revit de Autodesk, que necesitó otras tres semanas. Se entregó el modelo HBIM LOA 40 y 50, secciones de nubes de puntos que permitirán plantear el cambio de instalaciones eléctricas, las fachadas que permiten contar con el registro detallado de los elementos decorativos por si se llega a requerir realizar réplicas.

Este proyecto contemplaba otras etapas que no fue posible realizar debido a la pandemia, como el escaneo de techos con dron, el empleo de georradar horizontal y vertical, y la capacitación del personal de patrimonio de Correos de Costa Rica para alimentar el modelo HBIM con información patológica.



PRESENTACIÓN



VIDEO



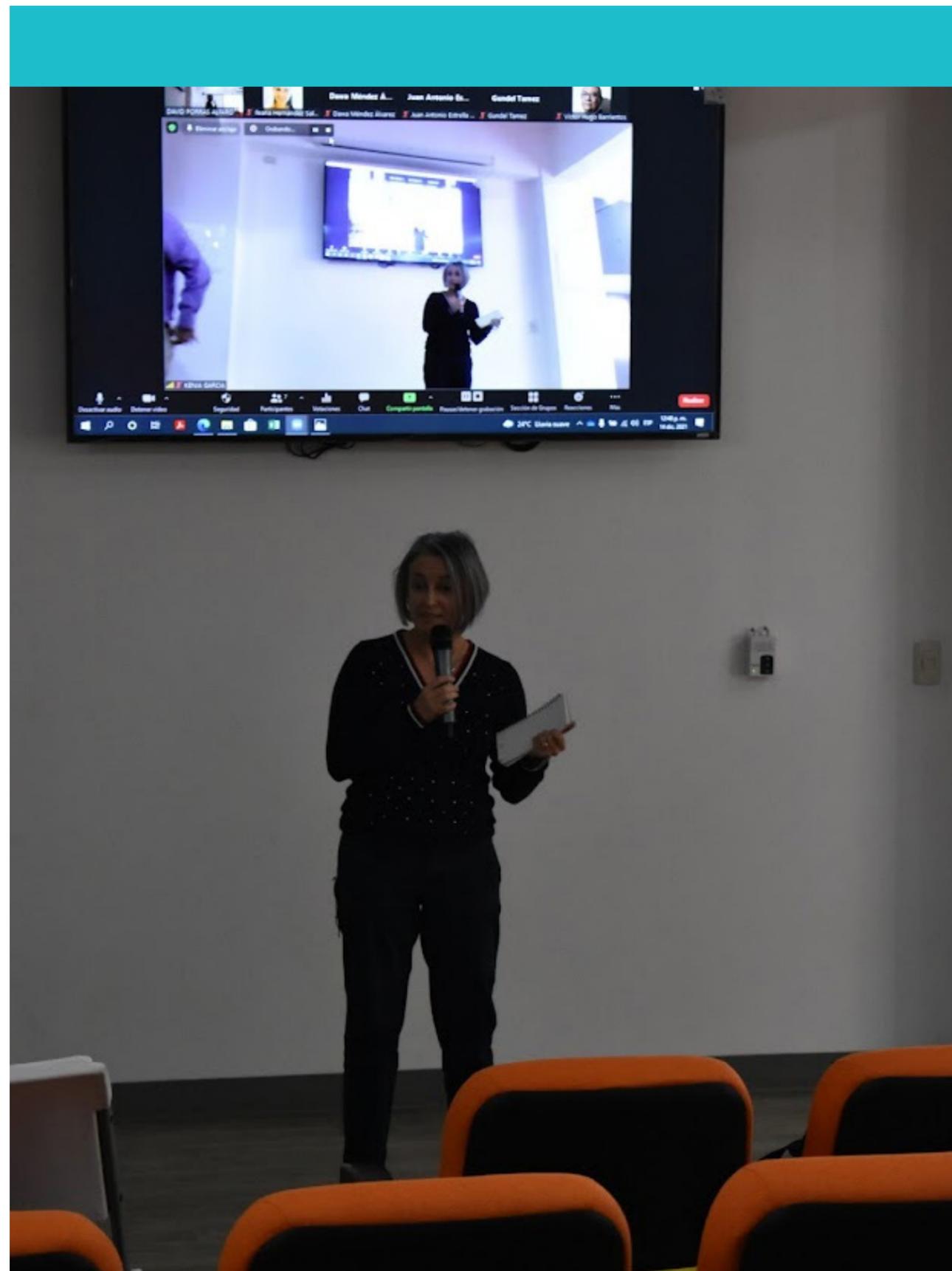
Figura 25 a 28. Ponencia por el Top. Yalmar Sánchez Rivera.

Palabras de cierre

Por: Ing. Maribel Jiménez Montero, VIE TEC.

El cierre de la actividad lo realizó la Ing. Maribel Jiménez Montero, de la Vicerrectoría de Investigación del TEC, rescatando la importancia del empleo de la tecnología y las técnicas clásicas, que permitan ir verificando los resultados obtenidos. Además, señaló la importancia de la transdisciplinariedad en los procesos integrales, involucrando las disciplinas con las que cuenta el TEC y las que aportan las otras universidades públicas, las alianzas entre la academia, las instituciones del Estado y la empresa privada.

A lo largo del evento se presentaron distintos casos de estudio, a nivel nacional e internacional, que evidencian que se está frente a una realidad que no es plana, que tiene muchas dimensiones, y por tanto debe verse desde distintas disciplinas y de forma integral, mediante un abordaje transdisciplinar.



VIDEO

Figura 29. Ing. Maribel Jiménez Montero.



Figura 30. Jornada de Investigación 2021.

