



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

www.unistmo.edu.mx

2021, AÑO DEL RECONOCIMIENTO AL PERSONAL DE SALUD, POR LA LUCHA CONTRA EL VIRUS SARS-CoV2, COVID-19\*

**OFICIO No. 044/DGA/UNISTMO/2021**

**Asunto: Informe Final, Fortalecimiento de CA 2019.**

Sto. Domingo Tehuantepec, Oax., 10 de junio de 2021

**Dr. Isaías Elizarraraz Alcaraz**

Director de Fortalecimiento Institucional

**AT N:**

**Lic. Sergio Pascual Conde Maldonado**

Jefatura de Desarrollo y Operación

Por este conducto le envío un cordial saludo, al tiempo que envío el **Informe Final**, en formato libre, referente al proyecto de *Fortalecimiento de Cuerpos Académicos 2019*, autorizado mediante oficio No. 511-6/2019.-8503, de fecha 16 de julio de 2019 y con prórroga oficio No. 511-6/2020.-6374; al siguiente CA:

<i>Informe No.</i>	<i>Nombre del CA</i>	<i>Clave</i>	<i>Nombre del RCA</i>
FINAL	Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas	UNISTMO-CA-18	J. Jesús Arellano Pimentel

Cabe señalar que los informes semestrales 1°, 2° y 3° se presentaron al programa mediante los oficios no. 008/DGA/UNISTMO/2020, 067/DGA/UNISTMO/2020 y 023/DGA/UNISTMO/2021, respectivamente. De igual forma se aclara que el presente informe se envía en formato libre debido a que el sistema no está habilitado para la realización del mismo, sin embargo, tomando en cuenta que la vigencia del recurso concluyó el 14 de enero del año en curso (con prórroga), los integrantes del CA en comento y su servidora consideran importante enviar los resultados obtenidos a través del presente, para que sea evaluado y se pueda contar con el oficio de finalización correspondiente. Los recursos no ejercidos por la cantidad de \$47,898.65 (cuarenta y siete mil ochocientos noventa y ocho pesos 65/100 M.N.) se encuentran en la cuenta específica donde se administran los recursos del PROGRAMA.

Garantizando la transparencia en el ejercicio de los recursos, agradezco la atención prestada al presente, y aprovecho la ocasión para agradecer los apoyos que nos brinda el Programa en mejora de la educación de nuestra región, nuestro estado y nuestro país.

**ATENTAMENTE**

*Voluntas totum potest*

*Guiraa zanda ne guendaracala'dxi'*

**L.C.E. Claudia Hernández Cela**  
**Jefa del Departamento de Gestión Académica**



**UNIVERSIDAD DEL ISTMO**  
**PROGRAMA PARA EL DESARROLLO**  
**PROFESIONAL DOCENTE,**  
**PARA EL TIPO SUPERIOR**

**PRODEP**

**REPRESENTANTE INSTITUCIONAL**

C.f.p. -Dr. Modesto Seara Vázquez.- Rector de la Universidad del Istmo.- Para su conocimiento.  
-Dra. Cora Silvia Bonilla Carreón.- Vice-rectora Académica.- Universidad del Istmo.- Mismo fin.  
-M.C.J. Jesús Arellano Pimentel.- RCA "Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas.- Universidad del Istmo.- para seguimiento.  
- Archivo

\*CHC/

Campus Tehuantepec  
Cd. Universitaria, Sto. Domingo  
Tehuantepec, Oax.  
(971) 5224050

Campus Ixtepec  
Cd. Universitaria, Cd. Ixtepec, Oax.  
(971) 7127050

Campus Juchitán  
Cd. Universitaria, H. Cd. de Juchitán de  
Zaragoza, Oax.  
(971) 712 7050



UNIVERSIDAD DEL ISTMO  
 PROGRAMA PARA EL DESARROLLO PROFESIONAL DOCENTE  
 PARA EL TIPO SUPERIOR 2018  
 OFICIO APROBACION 511-6/2019-8503 16'JUL'19  
 FORTALECIMIENTO DE CUERPOS ACADÉMICOS  
 Periodo: 16'Julio 2019 - 14'Enero 2021

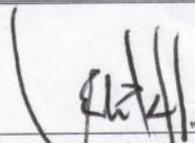


Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas UNISTMO-CA-18 \$ 219,980.00

ID Actividad	ID Recurso	Monto Otorgado	Monto Ejercido	Saldo
ID Actividad 26985	73015_Gastos Trabajo de Campo	\$ 500.00	\$ -	\$ 500.00
ID Actividad 26997	70342_Gastos Trabajo de Campo	\$ 500.00	\$ -	\$ 500.00
ID Actividad 27006	73101_Gastos Trabajo de Campo	\$ 5,000.00	\$ -	\$ 5,000.00
	74900_Gastos Trabajo de Campo	\$ 590.00	\$ -	\$ 590.00
	43107_Equipo de Cómputo	\$ 15,000.00	\$ 14,399.10	\$ 600.90
	43111_Equipo de Cómputo	\$ 6,700.00	\$ 4,406.41	\$ 2,293.59
	47117_Herramientas y Accesorios	\$ 600.00	\$ 460.00	\$ 140.00
	43121_Consumibles Menores	\$ 720.00	\$ 720.00	\$ -
	43123_Consumibles Menores	\$ 750.00	\$ 667.00	\$ 83.00
ID ACTIVIDAD 27081	733371_Consumibles Menores	\$ 720.00	\$ 626.40	\$ 93.60
ID ACTIVIDAD 27105	73435_Gastos Trabajo de Campo	\$ 500.00	\$ -	\$ 500.00
	43763_Herramientas y Accesorios	\$ 1,500.00	\$ 1,331.61	\$ 168.39
	73411_Herramientas y Accesorios	\$ 24,000.00	\$ 22,439.32	\$ 1,560.68
	73414_Herramientas y Accesorios	\$ 1,600.00	\$ 1,151.20	\$ 448.80
	73418_Herramientas y Accesorios	\$ 1,500.00	\$ 938.00	\$ 562.00
	73420_Herramientas y Accesorios	\$ 1,600.00	\$ 1,419.00	\$ 181.00
	73421_Herramientas y Accesorios	\$ 7,700.00	\$ 6,451.46	\$ 1,248.54
	73424_Herramientas y Accesorios	\$ 380.00	\$ 296.98	\$ 83.02
	73427_Herramientas y Accesorios	\$ 6,900.00	\$ 6,900.00	\$ -
	73509_Apoyo para la Formación de Recursos Humanos	\$ 75,000.00	\$ 50,000.00	\$ 25,000.00
ID ACTIVIDAD 27116	73488_Equipo de Cómputo	\$ 6,000.00	\$ 4,674.15	\$ 1,325.85
	73481_Equipo de Cómputo	\$ 40,000.00	\$ 36,599.00	\$ 3,401.00
	73485_Herramientas y Accesorios	\$ 4,500.00	\$ 4,399.00	\$ 101.00
	73468_Herramientas y Accesorios	\$ 10,000.00	\$ 9,078.93	\$ 921.07
	73475_Herramientas y Accesorios	\$ 5,700.00	\$ 3,699.00	\$ 2,001.00
	73501_Herramientas y Accesorios	\$ 800.00	\$ 798.40	\$ 1.60
ID ACTIVIDAD 27143	73529_Consumibles Menores	\$ 720.00	\$ 626.40	\$ 93.60
	73869_Gastos Trabajo de Campo	\$ 500.00	\$ -	\$ 500.00
		\$ 219,980.00	\$ 172,081.36	\$ 47,898.65

  
 L.C. YAZMIN CAROLINA LOPEZ MORALES  
 JEFA DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS FINANCIEROS



  
 L.C. INGENIERO CORTÉS HERNÁNDEZ  
 VICE-RECTOR DE ADMINISTRACIÓN



Sto. Dom. Tehuantepec, Oaxaca. 10 de junio de 2021

**Asunto:** Solicitud de Liberación.

**Dr. Isafías Elizarraraz Alcaraz**  
Director de Fortalecimiento Institucional

**AT'N:**  
**Lic. Sergio Pascual Conde Maldonado**  
Jefatura de Desarrollo y Operación

Sirva el presente para enviarle un cordial saludo y mi agradecimiento por el apoyo recibido en el rubro Fortalecimiento de Cuerpos Académicos, correspondiente a la convocatoria 2019. Así mismo, aprovecho la ocasión para solicitarle de la manera más respetuosa la **Carta de Liberación** correspondiente al apoyo recibido en mérito del Programa, autorizado en el oficio Núm. 511-6/2019.-8503, de fecha 16 de julio de 2019. Cabe señalar que los remanentes derivados del proyecto son por la cantidad de \$47,898.65 (cuarenta y siete mil ochocientos noventa y ocho pesos 65/100 M.N), y se encuentran en la cuenta específica del programa.

También es importante mencionar que el apoyo recibido contribuyó en la realización de las siguientes actividades académicas: una participación en seminario de investigación científica, dos tesis de licenciatura, un artículo en revista de difusión, tres prototipos de programas de cómputo, un informe técnico, dos trípticos para recorridos virtuales, y un microsítio en línea para la difusión de dichos recorridos. Además, la institución está en proceso el registro de los prototipos ante el INDAUTOR.

Se adjunta al presente, Informe final en formato libre con los resultados obtenidos y documentos probatorios, así como el desglose financiero de recursos ejercidos que emite la institución.

Sin más por el momento quedo de usted.

**ATENTAMENTE.**

*"Voluntas totum potest"*  
*Guirá' zanda ne guendaracala'dxi'*



**M. C. J. Jesús Arellano Pimentel**  
**Profesor-Investigador**



# Informe de resultados de los apoyos recibidos en la convocatoria “Fortalecimiento de Cuerpos Académicos 2019”

Diseño y desarrollo de software con RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca



## Contenido

Nombre del Cuerpo Académico .....	1
Nombre del Proyecto .....	1
Objetivo general .....	1
Objetivos específicos .....	2
Metas .....	6
Actividades.....	9
Resultados .....	10
Anexo A.- Solicitud de registro ante el Instituto Nacional de Derechos de Autor (INDAUTOR) de tres programas de cómputo.....	14
Anexo B.- Constancia de participación en el Seminario de Investigación y Divulgación Científica Virtual de la Unistmo.....	16
Anexo C.- Ponencia en Power Point para el Seminario de Investigación y Divulgación Científica Virtual de la Unistmo.....	18
Anexo D.- Oficio de Asignación de director de Tesis del M. C. J. Jesús Arellano Pimentel. .	49
Anexo E.- Oficio de nombramiento de jurado para asistir al examen profesional del alumno Angel Alexis Sosa Gómez.....	51
Anexo F.- Acta de examen profesional del alumno Angel Alexis Sosa Gómez .....	53
Anexo G.- Oficio de Asignación de director de Tesis del M. C. Omar Santiago Nieva García. .....	56
Anexo H.- Oficio de nombramiento de jurado para asistir al examen profesional del alumno Emanuel Marcial Castillo .....	58
Anexo I.- Acta de examen profesional del alumno Emanuel Marcial Castillo.....	60
Anexo J.- Carta de aceptación de artículo en revista .....	63
Anexo K.- Artículo de difusión aceptado en la revista de la Universidad del Istmo .....	65
Anexo L.- Oficio de entrega de prototipo de software para el Recorrido Virtual Inmersivo del Conjunto Conventual Dominicó de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca .....	85
Anexo M.- Oficio de entrega de prototipo de software Recorrido virtual para dispositivos móviles Android del Conjunto Conventual Dominicó de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca .....	87
Anexo N.- Oficio de entrega de prototipo de software Recorrido Virtual Web 360° del palacio municipal de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca .....	89

Anexo O.- Dictamen del informe técnico entregado a los beneficiarios del proyecto .....	91
Anexo P.- Informe técnico del proyecto.....	93
Anexo Q.- Tríptico del Recorrido Virtual del Conjunto Conventual de Sto. Dom. Tehuantepec.....	137
Anexo R.- Tríptico del Recorrido Virtual Web 360° del Palacio Municipal de Sto. Dom. Tehuantepec.....	140

## Nombre del Cuerpo Académico

Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas (CARVAD)

## Nombre del Proyecto

Diseño y desarrollo de software con RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca

## Objetivo general

El objetivo general del proyecto fue: *“Desarrollar un conjunto de aplicaciones empleando técnicas de RA y RV para la promoción turística del centro histórico del municipio de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca”*.

El porcentaje de avance en el logro de dicho objetivo se estima en un 95% ya que se ha desarrollado un conjunto tres aplicaciones empleando técnicas de RV. Se desarrolló una aplicación para realizar un recorrido Web en 360° del palacio municipal de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, el cual data de finales del siglo XIX. También se desarrolló otra aplicación para un recorrido virtual inmersivo del conjunto conventual dominico que data del siglo XVI usando el casco Oculus Rift S. Este recorrido virtual inmersivo fue adaptado para ser ejecutado en dispositivos móviles con sistema operativo Android de forma semi inmersiva, obteniéndose así la tercera aplicación. No obstante, por los inconvenientes derivados de la pandemia, en particular las restricciones de movilidad, aún resta adaptar esta última aplicación para activar las cápsulas informativas mediante la geolocalización.

Cabe mencionar que la interacción de todos los integrantes y colaboradores del CARVAD fue decisiva al inicio del proyecto, previo a la situación de pandemia, con reuniones de trabajo cada semana y diversas salidas de campo. Cada integrante o colaborador aportó ideas, debate y trabajo en concreto para avanzar en el logro las primeras actividades del cronograma. Sin embargo, al inicio de la situación inédita de la pandemia el trabajo en conjunto se detuvo por un par de meses, pero se continuaron algunas actividades de forma individual. Toda esta situación atípica dificultó en gran medida el trabajo de campo, pero aun así se logró realizar visitas sumamente necesarias a los dos sitios de interés

seleccionados, además, otro inconveniente derivado de la pandemia fue el retraso en la compra de equipos. Durante la pandemia y hasta la conclusión del proyecto la gran mayoría de las actividades se realizó distancia, con comunicación asíncrona y síncrona a través de medios digitales como el correo electrónico, videoconferencia y un grupo de WhatsApp. En la recta final del proyecto, todos los integrantes y colaboradores realizaron un esfuerzo intensivo en la labor que a cada quién le correspondía para lograr el mayor porcentaje posible del objetivo general y generar productos entregables.

### Objetivos específicos

- Recopilar datos e información histórica que permitan la definición de los requerimientos de software
  - En este objetivo específico se tuvo la colaboración directa e indirecta de todos los miembros y colaboradores. Por ejemplo, el M. C. C. Omar Santiago Nieva García ubicó a personas que durante el desarrollo del proyecto se convirtieron en colaboradores clave, como lo es el caso del Arq. Luis Mario Díaz Jiménez, Director de Patrimonio Edificado e Interiorizado del Honorable Ayuntamiento de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca. Algunos otros integrantes como el Dr. Miguel Ángel Hernández López, M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo y M. C. J. Jesús Arellano se dieron a la tarea de indagar en la red y discutir datos e información histórica localizada en fuentes confiables disponibles en línea, además en el caso específico de estos dos últimos profesores se realizó investigación de campo recorriendo y visitando lugares de interés histórico en el centro de la ciudad, cabe mencionar que las colaboradoras M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona y Lic. Martha Patricia Luna González también recorrieron el centro de la ciudad y participaron en la búsqueda y discusión de información histórica relevante para el proyecto. Con la información recabada y estando presentes todos los miembros y colaboradores, incluidos los estudiantes que realizaron sus temas de tesis como parte del proyecto, se discutió y establecieron los requerimientos de software.

- Definir los actores y puntos de interés de los sectores económicos y turísticos del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec para su promoción
  - En este objetivo específico se tuvo la colaboración de la Regiduría de Turismo y Desarrollo Económico del del Honorable Ayuntamiento de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, a cargo del Lic. Melquiades Antonio Ruiz Vicente quienes proporcionaron un mapa con los comercios establecidos más conocidos del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec. Por otro lado, el M. C. J. Jesús Arellano Pimentel ubicó en línea la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI. Con la información de las actividades económicas alrededor de los puntos de interés histórico, además de la selección de los potenciales edificios a abordar, todos los miembros y colaboradores participaron en una reunión para establecer los criterios de selección de los edificios históricos identificados y previamente visitados. Por unanimidad se determinó abordar como sitios de interés dos: el Conjunto Conventual Dominicano del Siglo XVI y el Palacio Municipal del Siglo XIX. Dentro de las razones están su proximidad con los comercios establecidos en el centro del municipio que pueden brindar servicios de alimentación y hospedaje a potenciales turistas.
- Construir una aplicación Web para un recorrido virtual de 360° del centro histórico que permita ubicar los sitios emblemáticos que ahí se localizan
  - En este objetivo específico se vinculó de forma directa un proyecto de tesis de licenciatura, siendo el director de tesis y por ende también revisor de la misma el M. C. C. Omar Santiago Nieva García quien coordinó el trabajo del tesista, ahora ingeniero Emanuel Marcial Castillo. En este orden de ideas, también se tuvo la colaboración del resto de los miembros del cuerpo académico pues el M. C. J. Jesús Arellano fue revisor de la tesis y presidente en el examen de titulación, la M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo también fue revisora de tesis y secretaria en el examen de titulación, mientras que el Dr. Miguel Ángel Hernández López y la Lic. Martha Patricia Luna González también fueron

revisores de la tesis y vocales suplentes para el examen de titulación. Además, cabe mencionar que en la toma de las imágenes en 360° el M. C. J. Jesús Arellano Pimentel acompañó en todo el proceso de gestión de acceso al sitio y toma de imágenes al Ing. Emanuel Marcial Castillo. Las colaboradoras M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona y Lic. Martha Patricia Luna Gonzáles también contribuyeron con datos históricos y edición de imágenes, respectivamente. Por otro lado, la colaboración del Arq. Luis Mario Díaz Jiménez y del Sr. Rómulo Jiménez Celaya fue determinante para la obtención de los planos y validación de la información histórica, respectivamente.

- Construir una aplicación de realidad aumentada para dispositivos móviles que permita, a través de activadores visuales y de geolocalización, desplegar información específica de ciertas localidades de interés
  - Para este objetivo específico se inició con una propuesta de diseño conceptual a cargo de la M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo, sin embargo, por motivos personales el alumno tesista no continuó con su proyecto de tesis. No obstante, derivado del proyecto en RV se replanteó el diseño conceptual por parte del M. C. J. Jesús Arellano Pimentel para llevar las cápsulas de información del recorrido virtual inmersivo a paneles de información desplegados mediante activadores de RA por geolocalización. Pero como ya se mencionó antes, la situación de confinamiento y el acceso restringido a todas las áreas del conjunto conventual tienen este objetivo en vías de cumplirse. También es importante mencionar que la RA no quedó fuera del proyecto en general, pues se crearon trípticos con códigos QR para acceder al recorrido en Web 360°, así como descargar el .apk para dispositivos móviles Android del recorrido virtual. La creación de los trípticos estuvo a cargo del M. C. J. Jesús Arellano y la revisión de estos la realizaron el resto de los miembros y colaboradores del cuerpo académico incluidos los dos alumnos tesistas.

- Construir un entorno de realidad virtual inmersiva para un recorrido turístico que permita explorar ubicaciones del centro histórico a través del tiempo
  - En este objetivo específico se vinculó de forma directa un proyecto de tesis de licenciatura, siendo el director de tesis y por ende también revisor de la misma el M. C. J. Jesús Arellano Pimentel quien coordinó el trabajo del tesista, ahora ingeniero Ángel Alexis Sosa Gómez. En este orden de ideas, también se tuvo la colaboración de otros dos miembros del cuerpo académico pues la M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo también fue revisora de tesis y secretaria en el examen de titulación, mientras que el Dr. Miguel Ángel Hernández López también fue revisor de la tesis y vocal suplente para el examen de titulación. Cabe mencionar que para este examen de titulación la colaboradora Lic. Martha Patricia Luna González fungió como revisora del trabajo de tesis y presidenta del examen de titulación, mientras que la M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona también fue revisora y vocal suplente. Además, cabe resaltar la amplia colaboración de la M. H. A. Marta Lis Garrido Cardona en la validación de la información histórica desplegada en las cápsulas informativas disponibles en el recorrido virtual, así como también la valiosa colaboración del Arq. Luis Mario Díaz Jiménez pues a través de él se logró tener acceso a planos parciales actualizados del conjunto conventual dominico propiedad de la Fundación Alfredo Harp Helú de Oaxaca.
- Evaluar la usabilidad de las aplicaciones de software construidas
  - En este objetivo las condiciones de la pandemia limitaron el número de usuarios a los cuales se les podría aplicar la prueba de usabilidad, no obstante, se tuvo la fortuna de contar con dos expertos en la historia de los sitios de interés, la M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona Profesora Investigadora de la Universidad del Istmo y colaboradora del cuerpo académico, así como el Sr. Rómulo Jiménez Celaya, cronista de la ciudad de Tehuantepec. Con ambos expertos se aplicó una versión ampliada del cuestionario SUS. Tanto la versión ampliada como la aplicación e interpretación de los resultados fueron

valorados a través de las revisiones de tesis por los miembros del cuerpo académico involucrados en cada trabajo de tesis.

Como anotación final se puede decir que de alguna u otra forma, ya sea de manera directa o indirecta, cada uno de los miembros y colaboradores contribuyeron, sin excepción, en cada uno de los objetivos, sin embargo, la coordinación de algunos de los objetivos recaía en algún miembro del cuerpo académico en particular.

## Metas

A corto plazo:

- Ubicación y selección de puntos de referencia histórica y cultural
  - Esta meta fue cubierta al 100% al identificar in situ diversos puntos de interés en el centro del municipio, entre los que destacan: Iglesia de San Sebastián, Conjunto Conventual Dominico, Escuela Primaria Juana C. Romero, Chalet de Juana C. Romero, Palacio Municipal, Iglesia de Laborio, Restaurante Scarú, Casa Museo Xunaxhi, y Casa de la Revolución. Además de dichos sitios se eligieron dos en particular, el Conjunto Conventual Dominico que data del Siglo XVI y el Palacio Municipal que data del Siglo XIX. En la selección se aplicaron principalmente los siguientes criterios: condiciones estructurales, permisos de acceso, conservar su valor histórico, planos arquitectónicos, abierto al público y si se tiene información histórica verificable y fidedigna.
- Identificación de comercios del sector de hospedaje temporal y alimentos
  - Esta meta se cubrió al 100% al conjuntar la información proporcionada por la Regiduría de Turismo y Desarrollo Económico del Municipio, así como con la información disponible en línea de las DENUE.
- Recuperar información histórica y cultural a partir de imágenes de épocas pasadas, datos históricos, relatos de hechos ocurridos en el lugar, planos arquitectónicos, entre otros.
  - Esta meta se cubrió al 100% al obtener de fuentes primarias disponibles en línea información histórica y cultural de épocas pasadas. Además, esta

información se corroboró con expertos en historia como la M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona y el Sr. Rómulo Jiménez Celaya, el Cronista de la ciudad de Tehuantepec. También es importante mencionar la intervención del Arq. Luis Mario Díaz Jiménez para la obtención de los planos de los dos sitios de interés seleccionados.

- Obtener el diseño conceptual de las aplicaciones que recuperen la información relevante de los sitios de interés histórico
  - Esta meta se cubrió al 100% ya que se logró el diseño conceptual de las tres aplicaciones inicialmente propuestas para el desarrollo del presente proyecto. Dos de estos diseños conceptuales se concretaron satisfactoriamente, mientras que uno más está en vías de materializarse en una aplicación de software con RA.

A mediano plazo:

- Definición de los componentes tecnológicos para el desarrollo del diseño conceptual
  - Esta meta se logró al 100% definiéndose cada uno de los componentes tecnológicos de software y hardware necesarios para el desarrollo del diseño conceptual de todas las aplicaciones propuestas, tanto en RV como en RA.
- Construcción de un repositorio de imágenes digitales actuales de los sitios de interés
  - Esta meta se logró al 100% pues ahora se tiene un repositorio de imágenes digitales principalmente de los dos sitios de interés histórico seleccionados. Del Conjunto Conventual Dominicano se tienen imágenes de los nuevos vestigios históricos recientemente descubiertos a raíz del terremoto de septiembre de 2017. En cuanto al Palacio Municipal, además de imágenes 2D, también se cuenta ahora con un conjunto de imágenes en 360°. En ambos casos esto permite preservar un registro digital de estos emblemáticos sitios históricos del municipio de Tehuantepec, Oaxaca. No obstante, también se tiene un repositorio compuesto por algunas otras imágenes de todos los sitios de interés histórico visitados. Este repositorio de imágenes digitales queda bajo

resguardo del Cuerpo Académico de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas disponible para quienes lo soliciten formalmente.

- Un primer prototipo funcional en RV de los sitios de interés
  - Esta meta se logró al 100% obteniéndose un primer prototipo completamente funcional del recorrido Web en 360° de uno de los espacios del Conjunto Conventual, específicamente la antigua capilla abierta, hoy la catedral de Tehuantepec. Además, también se obtuvo un primer prototipo funcional en RV sin texturas a partir de los planos arquitectónicos parciales del Conjunto Conventual Dominicano.
  - Es importante que posterior a estos primeros prototipos se lograron desarrollar productos finales de software completamente funcionales tanto para el Conjunto Conventual Dominicano del Siglo XVI, como para el Palacio Municipal del Siglo XIX, el primero de ellos en Realidad Virtual Inmersiva para cascos de Realidad Virtual como el Oculus Rift S u Oculus Rift CV1, así como su adaptación para ser ejecutado en dispositivos móviles con Android de manera semi inmersiva; en cuanto al segundo es un recorrido en Web 360° completo por todo el exterior y pasillos interiores del Palacio Municipal de Tehuantepec.
- Plan de pruebas de usabilidad para las aplicaciones de software a desarrollar
  - El plan de pruebas de usabilidad contemplaba probar las aplicaciones con estudiantes de la Universidad del Istmo y grupos de alumnos de preparatoria que visitan la universidad. No obstante, dada la situación actual de confinamiento social no es posible llevar a cabo tal plan de pruebas de usabilidad, por lo que se optó por un plan de pruebas con expertos, originalmente tres expertos: la M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona, el Sr. Rómulo Jiménez Celaya y el Arq. Luis Mario Días Jiménez. Desafortunadamente el Arq. Luis Mario Días Jiménez se contagió gravemente de Covid-19 y tuvo que ser hospitalizado. Por lo anterior se puede decir que, si bien el plan de pruebas de usabilidad no se realizó con alumnos, sí se realizó con dos expertos que tienen un conocimiento a profundidad del contexto histórico de los sitios de

interés, así que aun cuando queda trabajo pendiente se es posible estimar que la meta se cubrió en un 100%.

A largo plazo:

- Cabe mencionar que, debido al tiempo originalmente considerado para el proyecto según la convocatoria del programa, el alcance se limitó a presentar los productos finales en RA y RV para un solo sitio de interés, y en función del tiempo se considera integrar otros sitios. Pero la situación atípica de la pandemia complicó la consecución de los objetivos, metas y actividades. Por lo que después de la vigencia del proyecto, considerando la prórroga solicitada previo al conocimiento de la pandemia, se estará trabajando sobre el producto de software con RA de geolocalización, siempre y cuando las condiciones de confinamiento social lo permitan.
- También es importante mencionar que el trabajo en colaboración con la Regiduría de Turismo y Desarrollo Económico del municipio de Tehuantepec abre la posibilidad a desarrollar nuevos recorridos virtuales de sitios emblemáticos del centro de Tehuantepec, así como de otros edificios de siglos pasados ubicados en los diversos barrios que componen dicho municipio. Además, también se ha manejado la posibilidad de desarrollar recorridos virtuales Web 360° y en Realidad Virtual inmersiva y semi inmersiva de los vestigios prehispánicos que forman parte del municipio. El único inconveniente sigue siendo el confinamiento social que implica la pandemia, pero se tiene la meta de seguir trabajando en más desarrollos de recorridos virtuales en la medida de lo posible.

## Actividades

En la Tabla 1 se enlistan las actividades realizadas por su nombre, monto ejercido, grado de avance y los nombres de los integrantes del CA involucrados en dicha actividad.

<b>Nombre de la actividad</b>	<b>Monto ejercido</b>	<b>Grado de avance</b>	<b>Integrantes que participaron</b>
Ubicar y seleccionar sitios de interés histórico y	\$0.00	100%	Arellano Pimentel J. Jesús Hernández López Miguel Á.

cultural de los siglos XVI y XIX (ID 26985)			Nieva García Omar Santiago Toledo Toledo Guadalupe
Identificar comercios del sector de hospedaje y alimentación (ID 26997)	\$0.00	100%	Arellano Pimentel J. Jesús Hernández López Miguel Á. Nieva García Omar Santiago Toledo Toledo Guadalupe
Recuperar información histórica y cultural de acuerdo a los sitios seleccionados (ID 27006)	\$20,652.51	100%	Arellano Pimentel J. Jesús Hernández López Miguel Á. Nieva García Omar Santiago Toledo Toledo Guadalupe
Obtener el diseño conceptual de las aplicaciones de software (ID 27081)	\$626.40	100%	Arellano Pimentel J. Jesús Hernández López Miguel Á. Nieva García Omar Santiago Toledo Toledo Guadalupe
Construir repositorio de imágenes (ID 27105)	\$40,927.57	100%	Arellano Pimentel J. Jesús Hernández López Miguel Á. Nieva García Omar Santiago Toledo Toledo Guadalupe
Construir primer prototipo funcional (ID 27116)	\$109,248.48	85%	Arellano Pimentel J. Jesús Hernández López Miguel Á. Nieva García Omar Santiago Toledo Toledo Guadalupe
Desarrollo de plan de pruebas de usabilidad (ID 271043)	\$626.40	100%	Arellano Pimentel J. Jesús Hernández López Miguel Á. Nieva García Omar Santiago Toledo Toledo Guadalupe
Presentar los productos finales a los beneficiarios potenciales (ID 27231)	\$0.00	100%	Arellano Pimentel J. Jesús Hernández López Miguel Á. Nieva García Omar Santiago Toledo Toledo Guadalupe

Tabla 1. Actividades del proyecto

## Resultados

En la Tabla 2 se presentan los resultados del proyecto logrados a pesar de tener como factor adverso la situación de la pandemia por COVID-19. Cabe resaltar que el proyecto no concluye con el presente informe, sino que se dará continuidad para proyectar los resultados generados en las tesis de licenciatura a través de otras publicaciones en

revistas indexadas, así como los registros de propiedad intelectual de los prototipos de software desarrollados y entregados ante la Vicerrectoría Académica de la Universidad del Istmo, los cuales están en proceso de registro por parte de las instancias correspondientes dentro de la propia universidad (ver Anexo A).

<b>Tipo de producción</b>	<b>Título</b>	<b>Autores / Colaboradores</b>	<b>Documentos probatorios</b>
Participación en seminario de investigación	El patrimonio edificado de Tehuantepec, una propuesta para su difusión y valoración usando nuevas tecnologías con propósitos turísticos.	Arellano Pimentel J. Jesús	Constancia de participación y presentación PPT. Anexos B y C.
Tesis de licenciatura	Realidad virtual inmersiva del patrimonio cultural tangible del conjunto conventual dominico de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca para fomentar el turismo	Arellano Pimentel J. Jesús Hernández López Miguel Á. Toledo Toledo Guadalupe	Designación de asesor de tesis, designación de jurado y acta de examen. Anexos D, E y F.
Tesis de licenciatura	Recorrido virtual Web 360° para fomentar el turismo y preservar el patrimonio del palacio municipal de Santo Domingo Tehuantepec	Arellano Pimentel J. Jesús Hernández López Miguel Á. Nieva García Omar Santiago Toledo Toledo Guadalupe	Designación de asesor de tesis, designación de jurado y acta de examen. Anexos G, H e I.
Artículo de difusión	El Conjunto Conventual Dominico de Tehuantepec, historia y actualidad. Artículo aceptado en la Revista de la Universidad del Istmo.	Arellano Pimentel J. Jesús Hernández López Miguel Á. Toledo Toledo Guadalupe Nieva García Omar Santiago	Carta de aceptación y artículo completo. Anexos J y K.

Prototipo	Recorrido Virtual Inmersivo del Conjunto Conventual Dominico de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca	Arellano Pimentel J. Jesús Hernández López Miguel Á. Toledo Toledo Guadalupe Nieva García Omar Santiago	Oficio de entrega del recorrido virtual ante la vicerrectoría académica de la Unistmo. Anexo L.
Prototipo	Recorrido virtual para dispositivos móviles Android del Conjunto Conventual Domicio de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca	Arellano Pimentel J. Jesús Hernández López Miguel Á. Toledo Toledo Guadalupe Nieva García Omar Santiago	Oficio de entrega del recorrido virtual ante la vicerrectoría académica de la Unistmo. Anexo M.
Prototipo	Recorrido Virtual Web 360° del palacio municipal de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca	Nieva García Omar Santiago Arellano Pimentel J. Jesús Toledo Toledo Guadalupe Hernández López Miguel Á.	Oficio de entrega del recorrido virtual ante la vicerrectoría académica de la Unistmo. Anexo N.
Informe técnico	Diseño y desarrollo de software con RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca	Arellano Pimentel J. Jesús Nieva García Omar Santiago Hernández López Miguel Á. Toledo Toledo Guadalupe	Dictamen de los beneficiarios y documento con el informe. Anexos O y P.

Tabla 2. Resultados del proyecto

Adicional a los productos presentados en la Tabla anterior se desarrollaron dos trípticos con elementos de RA, dados en códigos de QR, para acceder o descargar los recorridos

virtuales en Web de 360° y en dispositivos móviles con Android (ver Anexos Q y R, respectivamente). Así como también se desarrolló un micrositio disponible en línea para difundir al público en general estos dos recorridos virtuales, el cual está disponible en la siguiente dirección electrónica:

<http://www.unistmo.edu.mx/~computacion/CARVAD/Proyecto2019/>

Además, cabe mencionar que derivado de la última actividad se logró hacer difusión de los productos de RV a la sociedad en general a través de las redes sociales tanto de la Regiduría de Turismo y Desarrollo Económico, como del Propio Honorable Ayuntamiento de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca. Lo anterior también originó una nota en un periódico local en línea con lo que la difusión de los productos de software fue más amplia, dicha nota está disponible en: <https://matutinazo.com/2021/02/23/unistmo-crea-recorridos-virtuales-de-lugares-historicos-de-tehuantepec/>

---

Nombre y Firma del PTC  
J. Jesús Arellano Pimentel

---

Nombre y firma del RIP  
Claudia Hernández Cela

Anexo A.- Solicitud de registro ante el Instituto Nacional de Derechos de Autor (INDAUTOR) de tres programas de cómputo.

Acuse



Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca. 27 de abril de 2021

Asunto: El que se indica.

**Dr. Modesto Seara Vázquez**  
**Rector de la Universidad del Istmo**

**Presente:**

Por este conducto me dirijo a usted de la manera más atenta solicitando su apoyo para el registro ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR) de tres programas de cómputo. Estos programas derivan del proyecto titulado "Diseño y desarrollo de software en RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca", desarrollado por Cuerpo Académico de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas (UNISTMO-CA-18), durante el periodo comprendido del 16 de julio de 2019 al 14 de enero de 2021. Dicho proyecto recibió financiamiento del Programa Para el Desarrollo Profesional Docente del Tipo Superior (Prodep), a través de la convocatoria de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos según consta el oficio de aprobación No. 511-6/2019-8503. El primer programa de cómputo se denomina: "Recorrido Virtual Web 360° del palacio municipal de Santo Domingo Tehuantepec" (RVW). El segundo programa de cómputo se denomina "Recorrido Virtual para dispositivos Móviles del Conjunto Conventual Dominicano de Santo Domingo Tehuantepec" (RVM). El tercer programa de cómputo se denomina "Recorrido Virtual Inmersivo del Conjunto Conventual Dominicano de Santo Domingo Tehuantepec" (RVI). En los tres casos intervinieron miembros y colaboradores del Cuerpo Académico, motivo por el cual se establecen los porcentajes de coautoría presentados en la siguiente Tabla:

	Programas de Cómputo y % asignado		
	RVW	RVM	RVI
Universidad del Istmo	50%	50%	50%
M. C. J. Jesús Arellano Pimentel	8%	17%	17%
M. C. C. Omar Santiago Nieva García	17%	1%	1%
Ing. Emanuel Marcial Castillo	17%	0%	0%
Ing. Ángel Alexis Sosa Gómez	0%	17%	17%
Dr. Miguel Ángel Hernández López	1%	10%	10%
M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona	3%	3%	3%
Lic. Martha Patricia Luna González	3%	1%	1%
M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo	1%	1%	1%
Totales	100%	100%	100%

Cabe señalar que los tres programas de cómputo se desarrollaron sin fines de lucro y disponibles al público en general, para, por un lado, motivar la intensión de visita de potenciales turistas, y por otro lado preservar y valorar el acervo histórico del municipio de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca.

Sin otro particular, me despido enviándole un cordial y afectuoso saludo.

*Lic. Silverio Jesús Arellano*  
*[Signature]*

**ATENTAMENTE**

*[Signature]*

**M. en C. J. JESÚS ARELLANO PIMENTEL**  
**Profesor-Investigador**  
**RCA Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas**  
**Universidad del Istmo, campus Tehuantepec.**



**VICE-RECTORÍA**  
**ACADEMIA**

**RECTORIA**  
05 MAY 2021

**RECIBIDO**  
27 ABR 2021

Anexo B.- Constancia de participación en el Seminario de Investigación y Divulgación Científica Virtual de la Unistmo.



La Universidad del Istmo

otorga la presente

# CONSTANCIA

a: *M.C. J. Jesús Arellano Pimentel*

Por su participación en el Seminario de Investigación y Divulgación Científica Virtual con el tema: **"El patrimonio edificado de Tehuantepec, una propuesta para su difusión y valoración usando nuevas tecnologías con propósitos turísticos** el día 08 de Octubre de 2020.

*Voluntas Letum Potest*  
Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca.

  
Dr. Israel Flores Sandoval  
Vice-rector académico



**VICE-RECTORIA  
ACADEMICA**

Anexo C.- Ponencia en Power Point para el Seminario de  
Investigación y Divulgación Científica Virtual de la Unistmo.

El patrimonio edificado de Tehuantepec, una propuesta para su difusión y valoración usando nuevas tecnologías con propósitos turísticos.



# Contenido

- Introducción
- Marco de referencia
- Contexto
- Propuesta y resultados preliminares
- Conclusiones
- Referencias



# Introducción

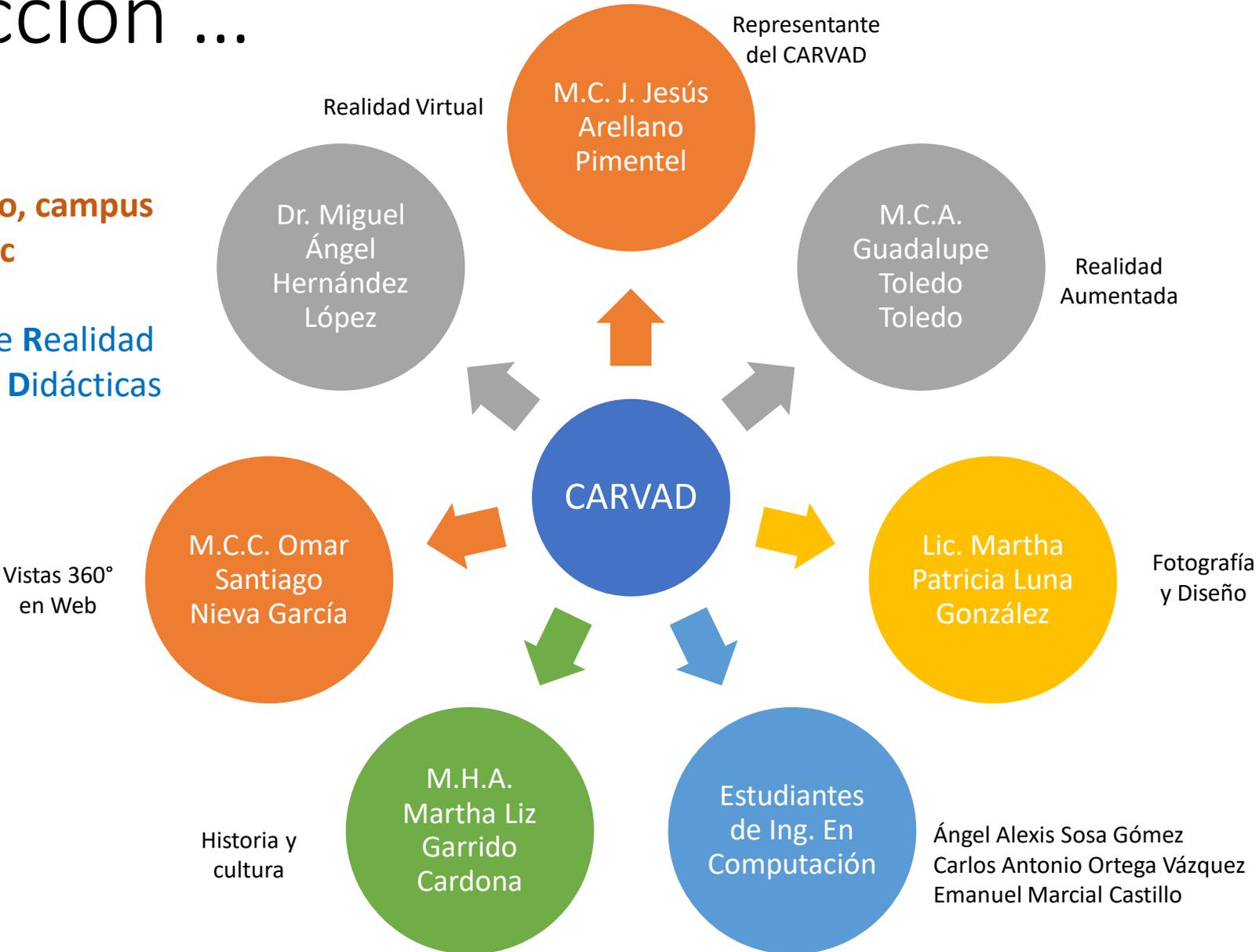
## Cuatro ejes rectores de la Universidad del Istmo



# Introducción ...

**Universidad del Istmo, campus Tehuantepec**

**Cuerpo Académico de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas (CARVAD)**



# Introducción ...

Diseño y desarrollo de software con RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Sto. Dom. Tehuantepec, Oax.

Objetivo  
general

Desarrollar un conjunto de aplicaciones empleando técnicas de RA y RV para la promoción turística del centro histórico del municipio de Sto. Dom. Tehuantepec, Oaxaca

[Recorridos Web 360°](#)

[Realidad Aumentada](#)

[Realidad Virtual](#)

# Marco de referencia

Un rubro del sector turístico es el cultural, el cual tiene entre sus fines el conocimiento sitios históricos

- (Caro, Luque, & Zayas, 2015)

El turismo histórico y cultural tiene el potencial de generar una contribución sustancial en lo económico y social

- (Little, Bec, Moye, & Patterson, 2019)

Los sitios de interés histórico y cultural integrados con tecnología crean experiencias memorables

- (Bec, Moyle, Timms, Shcaffer, & Skaavronskaya, 2019)

# Marco de referencia ...



## Web 360°

Permite un recorrido virtual con una visualización panorámica de 360° colocando al usuario en la posición del fotógrafo con la posibilidad de rotar horizontal y verticalmente como si se estuviera en una visión original del mundo (Syani & Rahaman, 2017)

Su disponibilidad a través de cualquier dispositivo con acceso a internet y un navegador hace que su alcance sea mucho mayor que otras tecnologías, así un usuario puede visitar sitios históricos de interés de forma ubicua

En un recorrido de este tipo se puede tener acceso a áreas no disponibles al público ya sea por los artefactos que ahí se encuentran o por otras razones, ello permite la preservación física del patrimonio (Kyriakou & Hermon, 2019)

# Marco de referencia ...



## Realidad Aumentada

Permite a los turistas descubrir el mundo agregando nuevas capas a su percepción de la realidad y del entorno (Flavián, Ibáñez, & Orús, 2018).

Tiene el potencial de mejorar significativamente la experiencia del visitante (Han & Jung, 2018), y con ello volver o recomendar el sitio visitado.

Es posible no solo presentar información superpuesta a la realidad, sino que esa información sea parte de un relato histórico que transporte al usuario despertando su curiosidad y atención (Muñoz, Aracena, Cornejo, & Navarrete, 2018)

# Marco de referencia ...



## Realidad Virtual

Diversas investigaciones dan cuenta de cómo la RV ha logrado tener efectos positivos en la industria del turismo promoviendo la intención de visita (Flavián, Ibáñez, & Orús, 2018).

La RV tiene el potencial de presentar al usuario un escenario tipo “probar antes de comprar” lo cual favorece un cambio de actitud positiva en la intención de visita (Tussyadiah, Wang, Jung, & tom Dieck, 2018).

A diferencia de otras tecnologías, el nivel de inmersión e interacción en la RV puede ser mucho mayor, además de que ofrece la posibilidad de abrir ventanas al pasado, recreando la historia arquitectónica del lugar.

# Contexto

- El istmo de Tehuantepec no se caracteriza por una amplia vocación turística
- Los visitantes llegan en su mayoría por negocios relacionados con la refinería (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2011)
- La derrama económica generada por servicios turísticos es mínima comparada con otros destinos de Oaxaca (STyDE Oaxaca, 2016)



# Contexto ...

- El municipio de Tehuantepec es el punto central de la zona geográfica del Istmo
- El acervo histórico data desde la época prehispánica, pasando por la colonia del siglo XVI y el porfiriato en el siglo XIX
- Fue sede del gobierno zapoteca, también fueron tierras de Hernán Cortés y Alcaldía Mayor de la Nueva España (Garrido, 1995)



# Contexto ...

Tehuantepec también fue un pueblo favorecido durante el gobierno de Porfirio Díaz con la construcción de edificios públicos y vías de comunicación que aún se conservan.

Chalet de Juana C. Romero



# Contexto ...



# Contexto ...



# Contexto ...



# Contexto ...



# Contexto ...



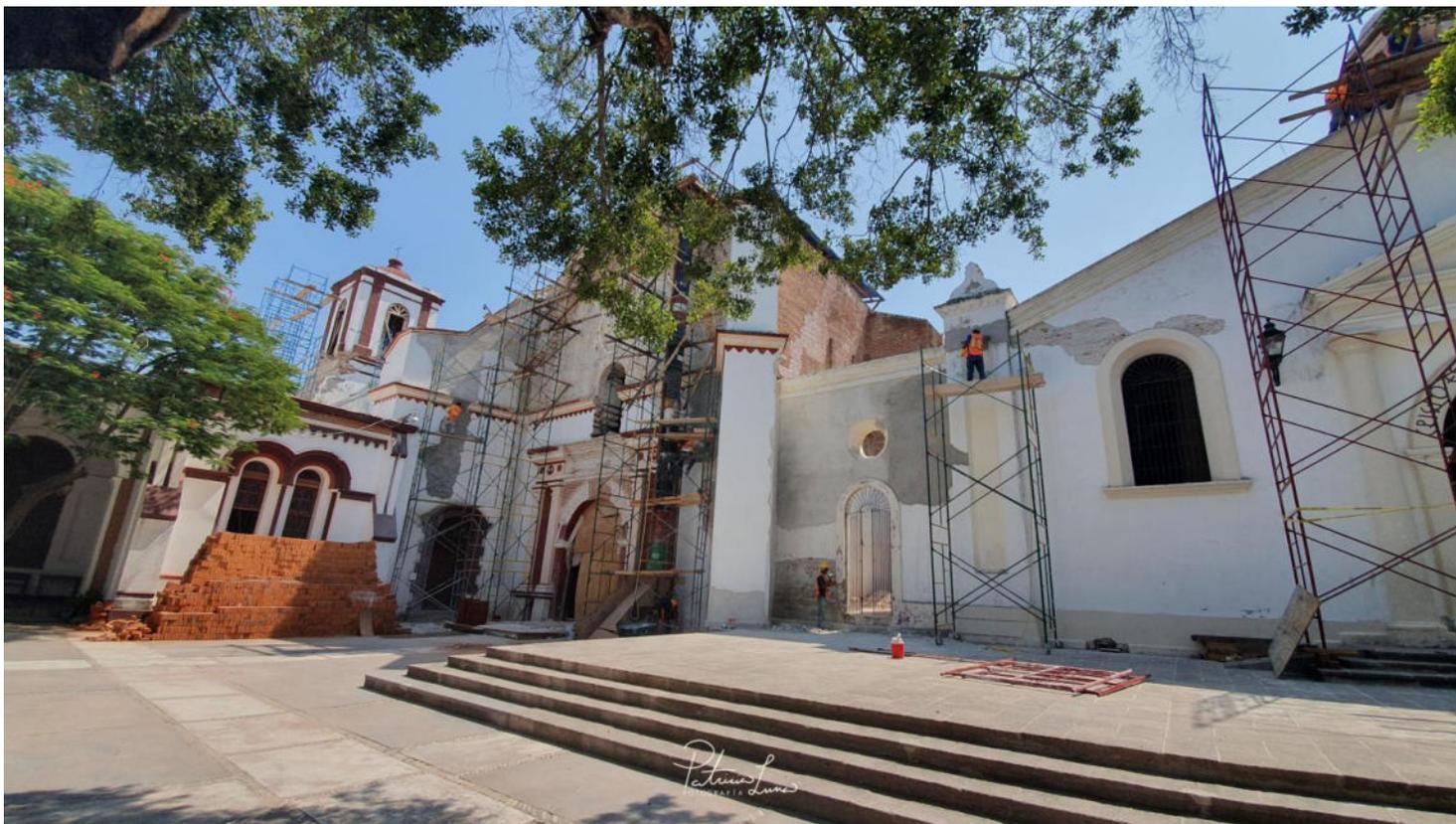
# Contexto ...



# Contexto ...



# Contexto ...



# Contexto ...



# Propuesta y resultados preliminares

- Desarrollo de una aplicación de RA que permita a los visitantes crear experiencias memorables a través de la narrativa histórica

- Prescindir de un experto que le cuente la historia del sitio, desde el siglo de su fundación hasta la época actual

- Usar la geolocalización para activar “alarmas” históricas que le permitan al usuario seguir una narrativa de su interés



# Propuesta y resultados preliminares

- Desarrollo de una página Web con un recorrido virtual interactivo 360° de un sitio histórico de interés

- Acceder desde cualquier dispositivo con Internet y un navegador Web para tener el mayor alcance de difusión posible

- La idea es difundir y preservar el patrimonio histórico del municipio, además de motivar la intención de visita



# Propuesta y resultados preliminares

- Desarrollo de una App móvil para un recorrido virtual 3D en un sitio histórico de interés de forma interactiva

- Ejecutar la aplicación sin necesidad de conexión a Internet desde cualquier dispositivo móvil con SO Android

- La idea es difundir y preservar el patrimonio histórico del municipio, además de motivar la intención de visita



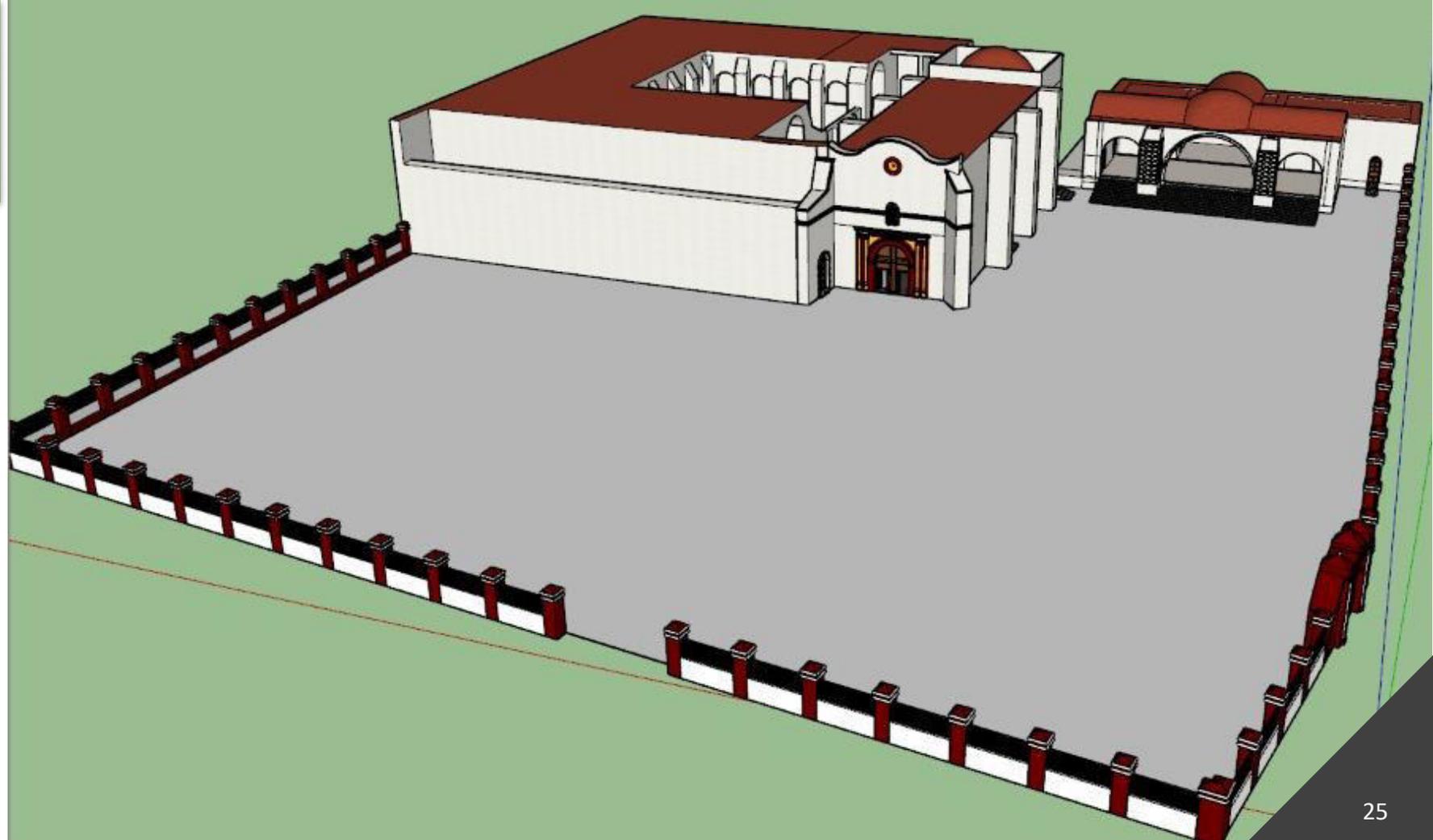
# Propuesta y resultados preliminares

- Desarrollo de un Sistema de Realidad Virtual Inmersiva para un recorrido virtual 3D en un sitio histórico de interés
- Ejecutar la aplicación en cascos de realidad virtual como el Oculus Rift o S utilizando los mandos inalámbricos para navegar
- La idea es difundir y preservar el patrimonio histórico del municipio, además de motivar la intención de visita



# Propuesta y resultados preliminares

- Crear “ventanas” al pasado histórico del sitio de interés de forma interactiva



# Conclusiones

El patrimonio edificado de Tehuantepec tiene lo necesario para ser un destino de turismo cultural dado su acervo histórico.

Promover el turismo en el municipio tiene el potencial de favorecer el desarrollo económico de la población

Hoy en día las nuevas tecnologías se convierten en aliados estratégicos para la promoción turística y motivar la intención de visita

Las tecnologías propuestas cubren varios canales de difusión: Web, Apps móviles y Sistemas RVI. Con lo cual no solo es posible promover y preservar, sino también valorar el acervo histórico.

# Referencias

- Bec, A., Moyle, B., Timms, K., Shcaffer, V., & Skavronskaya, L. (2019). Management of immersive heritage tourism experiences: A conceptual model. *Tourism Management*(72), 117-120. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.10.033>
- Caro, J. L., Luque, A., & Zayas, B. (2015). Nuevas tecnologías para la interpretación y promoción de los recursos turísticos culturales. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 13(4), 931-945. Obtenido de <http://pasosonline.org/en/articles/download/file?fid=57.817>
- Flavián, C., Ibáñez, S., & Orús, C. (2018). The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. *Journal of Business Research*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.050>
- Garrido, M. L. (1995). Monumentos coloniales religiosos del istmo de Tehuantepec. México D.F.: INAH.
- Gobierno del Estado de Oaxaca. (2011). Planes Regionales de Desarrollo de Oaxaca 2011-2016. Región Istmo. Oaxaca, México: Secretaría de Finanzas del Gobierno de Oaxaca. Obtenido de [https://www.finanzasoaxaca.gob.mx/pdf/planes/planes\\_regionales/2011-2016/Istmo.pdf](https://www.finanzasoaxaca.gob.mx/pdf/planes/planes_regionales/2011-2016/Istmo.pdf)
- Han, D., & Jung, T. (2018). Identifying Tourist Requirements for Mobile AR Tourism Applications in Urban Heritage Tourism. En T. Jung, M., & M. C. tom Dieck, *Augmented Reality and Virtual Reality. Empowering Human, Place and Business* (págs. 3-20). Springer, Cham.

# Referencias ...

- Kyriakou, P., & Hermon, S. (2019). Can I touch this? Using Natural Interaction in a Museum Augmented Reality System. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 12(September), 1–9.  
<https://doi.org/10.1016/j.daach.2018.e00088>
- Little, C., Bec, A., Moye, B. D., & Patterson, D. (2019). Innovative methods for heritage tourism experiences: creating windows into the past. *Journal of Heritage Tourism*. doi: 10.1080/1743873X.2018.1536709
- Muñoz-Sajama, M., Aracena-Pizarro, D., Cornejo-Mejías, R., & Navarrete-Álvarez, M. (2018). Una aplicación de Realidad Aumentada para recorrer el sitio patrimonial “Aldea de San Lorenzo.” *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 26, 65–76. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052018000500065>
- Syani, M., & Rahman, F. (2017). Virtual Tour Interaktif Panorama 360° Berbasis Web Di Politeknik Tedc Bandung Studi Kasus Program Studi Teknik Informatika. *TEDC Jurnal Ilmiah Berkala*, 11(1), 60–65. Obtenido de:  
<http://ejournal.poltektedc.ac.id/index.php/tedc/article/view/207>
- STyDE Oaxaca. (2016). Almanaque Estadístico de Turismo Oaxaca 2010-2016. Oaxaca de Juárez: Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico del Estado de Oaxaca. Obtenido de <http://www.sectur.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2017/09/Almanaque-Estad%C3%ADstico-de-Turismo-Oaxaca-2010-2016.pdf>
- Tussyadiah, L. P., Wang, D., Jung, T. H., & tom Dieck, M. C. (2018). Virtual reality, presence, and attitude change: Empirical evidence from tourism. *Tourism Management*(66), 140-154. doi:  
<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.12.003>

- Gracias por su atención



Preguntas

Anexo D.- Oficio de Asignación de director de Tesis del M. C.  
J. Jesús Arellano Pimentel.



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

www.unistmo.edu.mx

"2020, AÑO DE LEONA VICARIO, BENEMÉRITA MADRE DE LA PATRIA"

OFICIO No. 010-JIC/2020

Asunto: Asignación de Director de Tesis

Santo Domingo Tehuantepec, Oax.; a 07 de febrero de 2020

**M.C. J. JESÚS ARELLANO PIMENTEL**  
**UNIVERSIDAD DEL ISTMO**  
**PRESENTE.**

Con base en el Reglamento de alumnos de licenciatura de la Universidad del Istmo, Título VII, Capítulo IV, Artículo 117, me permito designarlo director de Tesis del C. Angel Alexis Sosa Gómez, egresado de la carrera de Ingeniería en Computación. El título previamente registrado de dicho trabajo es: "REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA DEL PATRIMONIO CULTURAL TANGIBLE DEL CONJUNTO CONVENTUAL DOMINICO DE SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC OAXACA PARA FOMENTAR EL TURISMO" y las actividades que deberá realizar como director del mismo son:

- Revisar el avance del proyecto de tesis del candidato y de su desarrollo académico.
- Aprobar el informe de las actividades que presente el alumno.
- Formar parte del jurado del examen del candidato, en calidad de titular.
- Asesorar al alumno sobre el tema de investigación y examen profesional.
- Guardar la confidencialidad requerida en los proyectos concertados con los diversos sectores.
- Las responsabilidades del director de tesis se inician con su designación y se dan por terminadas con la obtención del título por parte del candidato, salvo causas de fuerza mayor.

Sin más por el momento me despido, agradeciendo de antemano su colaboración.

**A T E N T A M E N T E.**

*voluntas totum potest*

guiráa zanda ne guendaracala'dxi



M.C. Francisco Aguilar Acevedo

Jefe de Carrera de Ing. en Computación

*Dr. Israel Flores Sandoval*

Vo. Bo.

Dr. Israel Flores Sandoval  
Vice-Rector Académico



C.f.p.- Dr. Israel Flores Sandoval.- Vice-Rector Académico.- Para su conocimiento.  
- Lic. Yesenia García Palacios.- Jefe de Servicios Escolares.- Para su conocimiento.  
- Archivo.

\*FAA

Campus Tehuantepec  
Cd. Universitaria, Sto. Domingo  
Tehuantepec, Oax.  
(971) 5224050

Campus Ixtepec  
Cd. Universitaria, Cd. Ixtepec, Oax.  
(971) 7127050

Campus Juchitán  
Cd. Universitaria, H. Cd. de  
Juchitán de Zaragoza, Oax.  
(971) 712 7050

Anexo E.- Oficio de nombramiento de jurado para asistir al examen profesional del alumno Angel Alexis Sosa Gómez



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

www.unistmo.edu.mx

"2020, AÑO DE LA PLURICULTURALIDAD DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS Y AFROMEXICANO"

OFICIO No. VA/UNI-533/2020

Asunto: **El que se indica**

Santo Domingo Tehuantepec, Oax.; a 15 de diciembre de 2020

**M.C. FRANCISCO AGUILAR ACEVEDO**  
**JEFATURA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN**  
**UNIVERSIDAD DEL ISTMO**  
**PRESENTE.**

En base a las facultades que me otorga el Reglamento de Exámenes Profesionales y de Grado, por este conducto tengo a bien comunicarle el nombramiento del jurado para asistir al examen profesional del alumno **Angel Alexis Sosa Gómez**.

**Presidente:** L.D.G. Martha Patricia Luna González;  
**Secretario:** M.C.A. Guadalupe Toledo Toledo;  
**Vocal:** M.C. J. Jesús Arellano Pimentel;  
**Suplente:** Dr. Miguel Ángel Hernández López;  
**Suplente:** M.H. Martha Lis Garrido Cardona.

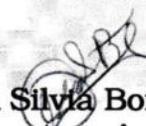
La fecha para realizar a distancia el examen profesional del tesista es el día viernes 08 de enero de 2021, a las 10:00 hrs. Para acceder a la sesión remota del examen profesional deberá ingresar al link <https://videoconferencia.telmex.com/j/1233252878> con diez minutos de anticipación a la hora y fecha antes señalada.

Anexo al presente me permito entregar a cada uno de los revisores la tesis impresa, titulada **"REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA DEL PATRIMONIO CULTURAL TANGIBLE DEL CONJUNTO CONVENTUAL DOMINICO DE SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC OAXACA PARA FOMENTAR EL TURISMO"**. Dada la importancia del evento, le agradeceré que su presencia sea con vestimenta formal.

Sin más por el momento, quedo de usted.

**A T E N T A M E N T E.**

*voluntas totum potest*  
guiráa zanda ne guendaracala'dxi

  
**Dra. Cora Sylvia Bonilla Carreón**  
**Vice-rectora Académica**



**VICE-RECTORIA**  
**ACADEMICA**

C.f.p. - L.D.G. Martha Patricia Luna González. Revisor. Para su conocimiento. -Teh. Oax.  
M.C.A. Guadalupe Toledo Toledo. Revisor. Para su conocimiento. -Teh. Oax.  
M.C. J. Jesús Arellano Pimentel. Revisor. Para su conocimiento. -Teh. Oax.  
Dr. Miguel Ángel Hernández López. Para su conocimiento. -Teh. Oax.  
M.H. Martha Lis Garrido Cardona. Revisor. Para su conocimiento. -Teh. Oax.  
Lic. Yesenia García Palacios. - Jefe del Depto. de Servicios Escolares. - Para su conocimiento. -Teh. Oax.  
Archivo/Expediente.

\*CSBC/lesr

Campus Tehuantepec  
Cd. Universitaria, Sto. Domingo  
Tehuantepec, Oax.  
(971) 5224050

Campus Ixtepec  
Cd. Universitaria, Cd. Ixtepec, Oax.  
(971) 7127050

Campus Juchitán  
Cd. Universitaria, H. Cd. de  
Juchitán de Zaragoza, Oax.  
(971) 712 7050

Anexo F.- Acta de examen profesional del alumno Angel  
Alexis Sosa Gómez



# Universidad del Istmo

Campus: Tehuantepec  
Clave DGP: 200138  
Organismo Público Descentralizado

## ACTA DE EXAMEN PROFESIONAL



En las instalaciones de la Universidad del Istmo, Campus Tehuantepec ubicada en Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, siendo las 10:00 horas del día 08 del mes de enero del año 2021, se reunió el jurado integrado por los CC.

Presidente: L.D.G. Martha Patricia Luna González

Secretario: M.C.A. Guadalupe Toledo Toledo

Vocal: M.C. J. Jesús Arellano Pimentel

para aplicar el Examen Profesional de el(la) sustentante:

C. ANGEL ALEXIS SOSA GOMEZ

con número de matrícula 0112040067, quien se examina para obtener el Título de Ingeniero en Computación con clave DGP 521344.

Se procedió a efectuar el examen de acuerdo al Reglamento de Alumnos de Licenciatura vigente. Una vez concluido el examen, el jurado deliberó sobre los conocimientos y aptitudes demostrados por el(la) sustentante y determinó:

Aprobarlo por Unanimidad

El(la) presidente(a) del jurado hizo saber el resultado al(a) sustentante y acto seguido le tomó la protesta universitaria, con lo cual se dio por terminado el examen, levantándose la presente acta firmada por los que en ella intervinieron.

### Nombre de la Tesis

"Realidad virtual inmersiva del patrimonio cultural tangible del conjunto conventual Dominicano de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca para fomentar el turismo".

*"voluntas totum potest"*

Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, a 08 de enero de 2021.

L.D.G. Martha Patricia Luna González  
Presidente(a)

M.C.A. Guadalupe Toledo Toledo  
Secretario(a)

M.C. J. Jesús Arellano Pimentel  
Vocal

ANGEL ALEXIS SOSA GOMEZ  
Sustentante

La suscrita Vice-Rectora Académica certifica que las firmas son auténticas y corresponden a los profesores-investigadores del Jurado, cuyos nombres aparecen en esta acta.

Dra. Cora Silvia Bonilla Carreon  
Vice-Rectora Académica

UNIVERSIDAD DEL ISTMO  
VICE-RECTORIA  
ACADEMICA

Decreto S/N publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Oaxaca, de fecha 20 de junio del año 2002.

Registro

Libro:	<u>00003</u>
Foja:	<u>00052</u>
Folio:	<u>00242</u>
Fecha:	<u>08/01/2021</u>

  
Lic. Yesenia García Palacios  
Jefa del Departamento de Servicios Escolares

  
DEPARTAMENTO DE  
SERVICIOS ESCOLARES

Anexo G.- Oficio de Asignación de director de Tesis del M. C.  
Omar Santiago Nieva García.



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

www.unistmo.edu.mx

"2020, AÑO DE LEONA VICARIO, BENEMÉRITA MADRE DE LA PATRIA"

OFICIO No. 054-JIC/2020

Asunto: Asignación de Director de Tesis  
Santo Domingo Tehuantepec, Oax.; a 27 de febrero de 2020

M.C.C. OMAR SANTIAGO NIEVA GARCÍA  
UNIVERSIDAD DEL ISTMO  
P R E S E N T E.

Con base en el Reglamento de alumnos de licenciatura de la Universidad del Istmo, Título VII, Capítulo IV, Artículo 117, me permito designarlo director de Tesis del C. Emanuel Marcial Castillo, estudiante de décimo semestre de la carrera de Ingeniería en Computación. El título previamente registrado de dicho trabajo es: "RECORRIDO VIRTUAL WEB 360° PARA FOMENTAR EL TURISMO Y PRESERVAR EL PATRIMONIO DEL PALACIO MUNICIPAL DE SANTO DOMINGO, TEHUANTEPEC" y las actividades que deberá realizar como director del mismo son:

- Revisar el avance del proyecto de tesis del candidato y de su desarrollo académico.
- Aprobar el informe de las actividades que presente el alumno.
- Formar parte del jurado del examen del candidato, en calidad de titular.
- Asesorar al alumno sobre el tema de investigación y examen profesional.
- Guardar la confidencialidad requerida en los proyectos concertados con los diversos sectores.
- Las responsabilidades del director de tesis se inician con su designación y se dan por terminadas con la obtención del título por parte del candidato, salvo causas de fuerza mayor.

Sin más por el momento me despido, agradeciendo de antemano su colaboración.

A T E N T A M E N T E.

*voluntas totum potest*  
*guiraa zanda ne guendaracala' dxi*



M.C. Francisco Aguilar Acevedo  
Jefe de Carrera de Ing. en Computación

*al*  
*Israel*

Vo. Bo.  
Dr. Israel Flores Sandoval  
Vice-Rector Académico

C.f.p.- Dr. Israel Flores Sandoval, Vice-Rector Académico.- Para su conocimiento.  
.- Lic. Yesenia García Palacios, Jefa de Servicios Escolares.- Para su conocimiento.  
.- Archivo.

\*FAA

Campus Tehuantepec  
Cd. Universitaria, Sto. Domingo  
Tehuantepec, Oax.  
(971) 5224050

Campus Ixtepec  
Cd. Universitaria, Cd. Ixtepec, Oax.  
(971) 7127050

Campus Juchitán  
Cd. Universitaria, H. Cd. de  
Juchitán de Zaragoza, Oax.  
(971) 712 7050

Anexo H.- Oficio de nombramiento de jurado para asistir al examen profesional del alumno Emanuel Marcial Castillo



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

www.unistmo.edu.mx

"2020, AÑO DE LA PLURICULTURALIDAD DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS Y AFROMEXICANO"

OFICIO No. VA/UNI-535/2020

Asunto: El que se indica

Santo Domingo Tehuantepec, Oax.; a 16 de diciembre de 2020

**M.C. FRANCISCO AGUILAR ACEVEDO**  
**JEFATURA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN**  
**UNIVERSIDAD DEL ISTMO**  
**PRESENTE.**

En base a las facultades que me otorga el Reglamento de Exámenes Profesionales y de Grado, por este conducto tengo a bien comunicarle el nombramiento del jurado para asistir al examen profesional del alumno **Emanuel Marcial Castillo**.

**Presidente:** M.C. J. Jesús Arellano Pimentel;  
**Secretario:** M.C.A. Guadalupe Toledo Toledo;  
**Vocal:** M.C.C. Omar Santiago Nieva García; ✓  
**Suplente:** L.D.G. Martha Patricia Luna González;  
**Suplente:** Dr. Miguel Ángel Hernández López.

La fecha para realizar a distancia el examen profesional del tesista es el día viernes 08 de enero de 2021, a las 12:00 hrs. Para acceder a la sesión remota del examen profesional deberá ingresar al link <https://videoconferencia.telmex.com/j/1231502651> con diez minutos de anticipación a la hora y fecha antes señalada.

Anexo al presente me permito entregar a cada uno de los revisores la tesis impresa, titulada **"RECORRIDO VIRTUAL WEB 360° PARA FOMENTAR EL TURISMO Y PRESERVAR EL PATRIMONIO DEL PALACIO MUNICIPAL DE SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC"**. Dada la importancia del evento, le agradeceré que su presencia sea con vestimenta formal.

Sin más por el momento, quedo de usted.

**A T E N T A M E N T E.**  
*voluntas totum potest*  
guiráa zanda ne guendaracala'dxi



**Dra. Cora Silvia Bonilla Carreón**  
**Vice-rectora Académica**

**VICE-RECTORIA**  
**ACADEMICA**

C.f.p. - M.C. J. Jesús Arellano Pimentel. Revisor. Para su conocimiento. -Teh, Oax.  
M.C.A. Guadalupe Toledo Toledo. Revisor. Para su conocimiento. -Teh, Oax.  
M.C.C. Omar Santiago Nieva García. Revisor. Para su conocimiento. -Teh, Oax.  
L.D.G. Martha Patricia Luna González. Para su conocimiento. -Teh, Oax.  
Dr. Miguel Ángel Hernández López. Revisor. Para su conocimiento. -Teh, Oax.  
Lic. Yesenia García Palacios. - Jefe del Depto. de Servicios Escolares. - Para su conocimiento. -Teh, Oax.  
Archivo/Expediente:

\*CSBC/lesr

Campus Tehuantepec  
Cd. Universitaria, Sto. Domingo  
Tehuantepec, Oax.  
(971) 5224050

Campus Ixtepec  
Cd. Universitaria, Cd. Ixtepec, Oax.  
(971) 7127050

Campus Juchitán  
Cd. Universitaria, H. Cd. de  
Juchitán de Zaragoza, Oax.  
(971) 712 7050

Anexo I.- Acta de examen profesional del alumno Emanuel  
Marcial Castillo



# Universidad del Istmo

Campus: Tehuantepec  
Clave DGP: 200138  
Organismo Público Descentralizado

## ACTA DE EXAMEN PROFESIONAL



En las instalaciones de la Universidad del Istmo, Campus Tehuantepec ubicada en Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, siendo las 12:00 horas del día 08 del mes de enero del año 2021, se reunió el jurado integrado por los CC.

Presidente: M.C. J. Jesús Arellano Pimentel

Secretario: M.C.A. Guadalupe Toledo Toledo

Vocal: M.C.C. Omar Santiago Nieva García

para aplicar el Examen Profesional de el(la) sustentante:

C. EMANUEL MARCIAL CASTILLO

con número de matrícula 0115040055, quien se examina para obtener el Título de Ingeniero en Computación con clave DGP 521344.

Se procedió a efectuar el examen de acuerdo al Reglamento de Alumnos de Licenciatura vigente. Una vez concluido el examen, el jurado deliberó sobre los conocimientos y aptitudes demostrados por el(la) sustentante y determinó:

Aprobarlo por Unanimidad con Mención Honorífica

El(la) presidente(a) del jurado hizo saber el resultado al(a) sustentante y acto seguido le tomó la protesta universitaria, con lo cual se dio por terminado el examen, levantándose la presente acta firmada por los que en ella intervinieron.

Nombre de la Tesis

"Recorrido virtual web 360° para fomentar el turismo y preservar el patrimonio del Palacio Municipal de Santo Domingo Tehuantepec".

*"voluntas totum potest"*

Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, a 08 de enero de 2021.

M.C. J. Jesús Arellano Pimentel  
Presidente(a)

M.C.A. Guadalupe Toledo Toledo  
Secretario(a)

M.C.C. Omar Santiago Nieva García  
Vocal

EMANUEL MARCIAL CASTILLO  
Sustentante

La suscrita Vice-Rectora Académica certifica que las firmas son auténticas y corresponden a los profesores-investigadores del Jurado, cuyos nombres aparecen en esta acta.

Dra. Cora Silvia Bonilla Carreón  
Vice-Rectora Académica

VICE-RECTORIA  
ACADEMICA

Decreto S/N publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Oaxaca, de fecha 20 de junio del año 2002.

Registro

Libro:	<u>00003</u>
Foja:	<u>00053</u>
Folio:	<u>00243</u>
Fecha:	<u>08/01/2021</u>

  
Lic. Yesenia García Palacios  
*Jefa del Departamento de Servicios Escolares*

  
DEPARTAMENTO DE  
SERVICIOS ESCOLARES

## Anexo J.- Carta de aceptación de artículo en revista



Santo Domingo Tehuantepec, Oax. a 15 de marzo de 2021  
Carta Aceptación de Artículo

**M.H.A. MARTHA LIS GARRIDO CARDONA  
P R E S E N T E**

Por medio de este conducto, se hace de su conocimiento que una vez realizado el proceso de arbitraje, el Comité Evaluador de la Revista de la Universidad del Istmo tiene el agrado de comunicarle, que ha sido aprobada la publicación de su artículo que lleva por título:

**“El Conjunto Conventual Dominicano de Tehuantepec, Historia y Actualidad”**

Mismo que cumple con los lineamientos estipulados para su publicación.

Su artículo será presentado de forma digital y formato PDF en el área de conocimiento: Cultura, que se incluye en el número 2 (dos) de nuestra publicación.

El Comité Editorial de la Revista de la Universidad del Istmo, agradece su participación y le invita a usted y a su equipo de trabajo, a seguir colaborando con nosotros; para esta casa de estudios es grato contar con tan valiosas aportaciones.

Quedamos a sus órdenes, para cualquier duda o información adicional que requieran, favor de comunicarse a los siguiente dirección electrónica: [revista.unistmo@gmail.com](mailto:revista.unistmo@gmail.com)

Sin otro particular, les saluda cordialmente.

Dr. Edgar López Martínez

Dr. Antonio Salazar Campos

M. Patricia Luna González

**Editores Generales de la publicación.**

Anexo K.- Artículo de difusión aceptado en la revista de la  
Universidad del Istmo

# EL CONJUNTO CONVENTUAL DOMINICO DE TEHUANTEPEC. HISTORIA Y ACTUALIDAD

M.H.A. Martha Lis Garrido Cardona<sup>1</sup>; M.C. J. Jesús Arellano Pimentel<sup>2</sup>; Dr. Miguel Ángel Hernández López<sup>3</sup>; M.C.A. Guadalupe Toledo Toledo<sup>4</sup>; M.C. Omar Santiago Nieva<sup>5</sup>; L.D.G. Martha Patricia Luna González<sup>6</sup>.

## RESUMEN

El Conjunto Conventual de Santo Domingo en la localidad de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, ubicado en el primer cuadro de la ciudad, es uno de los lugares más emblemáticos y representativos del patrimonio cultural edificado por su antigüedad y significado religioso e histórico, que merece mayor difusión. En la actualidad está en proceso de restauración después de los graves daños que sufrió en el terremoto de septiembre de 2017. En este artículo presentamos los resultados de la investigación histórica y trabajo de campo realizada entre 2019 y 2020, además de algunas anotaciones sobre la composición formal de sus tres elementos originales: el claustro conventual, la iglesia de Santo Domingo y la capilla abierta, hoy Catedral de San Pedro.

## ABSTRACT

The Conventual Complex of Santo Domingo in the town of Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, located in the first square of the city, is one of the most emblematic and representative places of the cultural heritage built for its antiquity and religious and historical significance, which deserves greater dissemination . It is currently in the process of being restored after the serious damage it

---

<sup>1</sup> La M.H.A. Martha Lis Garrido es profesora de la Universidad del Istmo, Campus Tehuantepec. Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca. [mlis9899gc@hotmail.com](mailto:mlis9899gc@hotmail.com)

<sup>2</sup> El M.C. Jesús Arellano Pimentel es profesor de la Universidad del Istmo, Campus Tehuantepec. Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca.

<sup>3</sup> El Dr. Miguel Ángel Hernández López es profesor de la Universidad del Istmo, Campus Tehuantepec. Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca.

<sup>4</sup> La M. C. Guadalupe Toledo Toledo es profesora de la Universidad del Istmo, Campus Tehuantepec. Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca.

<sup>5</sup> El M.C. Omar Santiago Nieva es profesor de la Universidad del Istmo, Campus Tehuantepec. Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca.

<sup>6</sup> La L.D.G. Martha Patricia Luna González es profesora de la Universidad del Istmo, Campus Tehuantepec. Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca.

suffered in the September 2017 earthquake. In this article we present the results of the historical research and field work carried out between 2019 and 2020, as well as some annotations on the composition. formal of its three original elements: the conventual cloister, the church of Santo Domingo and the open chapel, today the Cathedral of San Pedro.

Palabras claves:

Convento Dominicano, Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, Siglo XVI, Arquitectura Colonial Mexicana.

Keywords:

Dominican Convent, Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, 16th century, Mexican Colonial Architecture.

## INTRODUCCIÓN

En el marco de la realización del proyecto de “Diseño y desarrollo de software con RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca”, que como Cuerpo Académico de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas (CARVAD) realizamos entre 2019 y 2020, nos dimos a la tarea de hacer una revisión histórica y de campo, y elegir los sitios más emblemáticos y representativos del patrimonio cultural edificado del primer cuadro de la ciudad de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca.

Por supuesto que desde un inicio resaltó en nuestro panorama el Conjunto Conventual de la orden de Santo Domingo por su antigüedad y majestuosidad, aunado a la oportunidad de restauración y rescate que se está realizando a raíz del terremoto del 07 de septiembre del 2017, que dejó graves

daños en ese monumento histórico y en gran parte de la zona céntrica de la ciudad lo cual lo hizo más interesante para su estudio.

Edificado en el S. XVI, auspiciado por personajes tan sobresalientes como el último rey zapoteca Cosijopij y el conquistador español Don Hernán Cortés, el conjunto consta actualmente de ex convento dominico, la Catedral de San Pedro (Capilla abierta), la Parroquia de Santo Domingo y el Obispado (Foto 1). Aunque por muchos años ha sido modificada su constitución original-sobre todo el convento que fue aislado y utilizado como sede de la Casa de la Cultura y anteriormente como cárcel municipal y cuartel militar, y la capilla abierta que no se puede apreciar por la techumbre añadida en el siglo XIX- en el momento de su construcción en los inicios de la época colonial, formaban un solo edificio con intercomunicación en los primeros tres elementos compositivos, esto es claustro conventual, iglesia y capilla abierta o de naturales, con la planta característica de este tipo de construcción religiosa.



Foto 1.- Vista general del conjunto conventual.

En la actualidad el conjunto merece ser identificado y valorado en su totalidad para su conservación y difusión, sobre todo elementos como la hoy oculta capilla abierta que refleja en su construcción las condiciones culturales y gustos estilísticos que se vivían en el tiempo de su construcción.

## HISTORIA DEL CONVENTO DOMINICO DE TEHUANTEPEC

A la llegada de los españoles comandados por Hernán Cortés a principios del siglo XVI, la zona sur del Istmo de Tehuantepec se encontraba bajo el dominio del señorío zapoteca, con poblados de cuatro grupos étnicos más subordinados a ellos: los chontales, los huaves, los mixes y los zoques (Gay, 1978).

El rey zapoteca Cosijopij, quien había establecido su sede en el poblado de Tehuantepec, a la llegada del ejército español, reconoce su poderío y ofrece rendirse pacíficamente a las órdenes de Cortés, convirtiéndose al catolicismo, y bautizándose con el nuevo nombre de Don Juan Cortés (Burgoa, 1934). De esa manera el español toma bajo su dominio la región istmeña alrededor de 1522.

En la época colonial Tehuantepec fue cabecera de jurisdicción e incluía veinte pueblos. En un principio estuvo dentro de su Marquesado del Valle, señorío de Hernán Cortés concedido por su Majestad como pago a sus servicios a la Corona en 1528, pero por ser puerto le fue sustraído por la Real Audiencia de Nuño de Guzmán en 1563, pasando a ser una Alcaldía Mayor de Nueva España (García Martínez, 1969).

Los frailes dominicos fueron los primeros evangelizadores de la región y fundadores de una doctrina. Se sabe que llegaron a la Nueva España en 1526 y posteriormente fundaron varias doctrinas en los poblados conquistados. Existen documentos históricos que hablan del paso del Padre Fray Bernardino de Minaya y la fundación temprana de un monasterio dominico en Tehuantepec cerca del año de 1529, según testimonio de Martín López, Alcalde Mayor. (AGN.

Proceso de Francisco Maldonado. Tomado de (Machuca Gallegos, 2008)). Es hasta 1538 que se instalan como misión organizada en Tehuantepec e inician su labor de reconocimiento geográfico y antropológico en el Istmo Sur. Entre 1538 y 1544 establecen distintas ermitas y capillas mayores como símbolos de posesión evangélica en el territorio (Mena Gallegos, 2017). En cuanto se dio el orden de que el clero edificase conventos, el rey Cosijopij mandó se labrara uno suntuoso de bóveda que fue construido entre 1544 y 1555 (Mac Andrews, John); ordenó que las gentes del barrio de San Blas les abastecieran de pescado, y con las huertas de Laollaga, donadas por su hija doña Magdalena, se abastecieran de frutas y legumbres (Burgoa, 1934, pág. 386). Desde 1597 perteneció a la Diócesis de Antequera, siendo sus primeros prebostes y vicarios fray Gregorio Beteta y fray Bernardo de Albuquerque, y durante la colonia fue el centro de actividades de la orden de Santo Domingo en el Istmo de Tehuantepec (Burgoa, 1934).

Se menciona en actas capitulares dominicas que el Convento fue aceptado en 1555 con cuatro frailes asignados dentro de la zona zapoteca, siendo Vicario Fray Juan de Córdova (Mullen, 1975).

En 1597 la iglesia y casa conventual eran de ladrillo, bien acabadas, suficiente para los religiosos y con lo necesario para el culto divino (AGI - citado en Garrido Cardona, 1995).

En 1670 el padre Fray Francisco de Burgoa describe en sus crónicas al conjunto como un convento con iglesia principal para españoles, sacristía e iglesia para naturales junto a la iglesia principal. El pueblo además tenía 18 capillas distribuidas en sus diferentes barrios (Burgoa, 1934).

El convento conserva sus funciones como uno de los cinco principales del estado de Oaxaca hasta 1859, año en que el presidente Juárez expide la ley de desamortización con la que quedan a disposición del gobierno todos los conventos de la orden de Santo Domingo (Esparza, 2008, pág. 195).

En 1860 Charles Brasseur, un viajero francés, visita el convento e iglesia de Santo Domingo, y aunque se impresiona por su majestuosidad e idea de fortaleza y refugio, dice “todo anuncia su

ruina”. Menciona que la iglesia estaba muy deteriorada, en total descuido, y despojada en sus altares de los metales y adornos que ostentaban. Dice también, quizás refiriéndose a la capilla abierta, que “de los edificios que se elevan a la derecha de la iglesia no hay más que ruinas”. Y respecto al convento, “sin ornamentos ni arquitectura sobresaliente” expresa un sentimiento de repudio y coraje por la condición en la que lo tienen “los soldados semidesnudos de la guarnición que hoy la habitan”, está “horriblemente profanado”, expresa. Junto al convento estaba la casa del prior, donde se alojaba Fray Mauricio López, sacerdote dominico de raza zapoteca (Brasseur, Ch. 1860, extractos de las p. 149-152).

En la última década del siglo XIX, después de la visita del obispo de Oaxaca Eulogio Gillow el 15 de febrero de 1890 (Esparza, 1985), e impulsado en gran medida por Juana C. Romero y Don José Avendaño – a quien los refiere como el sostén de la iglesia en Tehuantepec – se erigió la Diócesis de Tehuantepec con la bula ILLUD IN PRIMIS de S.S. León XIII (Navarro Aguilar, 2015, pág. 73).

La construcción del Obispado se pone en marcha entre el periodo de 1891 y 1902, en predios que Juana C. Romero había adquirido y donado, fiel al apoyo a la institución eclesiástica, así como una serie de aportaciones a través de la cofradía a la que pertenecía para poder llevar a cabo la construcción del Obispado (Información oral citada en -Navarro Aguilar, 2015, pág. 73).

Después de los temblores de 1897 la capilla de San Pedro- una de las pocas capillas abiertas del siglo XVI con que cuenta el estado de Oaxaca- fue intervenida, y dio lugar a la nueva Catedral de San Pedro de Tehuantepec. Esta adaptación implementó una cubierta metálica con lámina de zinc, sostenida por una estructura construida por rieles metálicos con muros laterales de tabique que integraron la antigua capilla como el presbiterio del nuevo recinto religioso (Navarro Aguilar, 2015, pág. 75).

Mullen, en su publicación de 1975 anota en la ficha de Tehuantepec datos interesantes que nos dan una idea de la situación del conjunto, dice: que la Iglesia, reconstruida y en uso, es de nave única

sin crucero, bóvedas de crucería, construcción de ladrillo, fachada de arco simple, plano único, sin torres; al sur da acceso a zona de "capilla abierta"; el convento utilizado en parte como cárcel, mayoritariamente en ruinas, es de dos pisos, de ladrillo, con escalera de madera, de cuatro tramos, andador inferior y superior, bóveda de cañón y esquinas abovedadas; se desconoce el estado original del atrio, hoy es un área amurallada frente a la iglesia, con la residencia del obispo en el lado norte, y la capilla abierta o capilla mayor, con bóveda de crucería, contrafuertes salientes y tres secciones que se extienden a formar una parte cubierta de tres pasillos (Mullen, 1975 p. 205).

En 1962, por iniciativa del arquitecto Luis McGregor, quién informó que la capilla abierta estaba mutilada en el encasetonado, el convento en mal estado, y la planta baja utilizada como cárcel, la Dirección de Monumentos Coloniales inicia la restauración del inmueble comenzando por la iglesia y la capilla abierta, y continúa después con el convento. En 1963 se pone la instalación eléctrica y piso al local de lámina frente a la capilla abierta. En 1966 se le concede la ex sacristía al obispado. En 1974 se autoriza la liberación de la capilla abierta (aunque no se lleva a cabo). En 1977 el convento es desalojado, y en 1984 el inmueble es destinado para albergar la Casa de la Cultura de Tehuantepec y se inicia su reconstrucción (Garrido, 1995).

Después de esta mención de datos históricos, podemos apreciar que los tres elementos originales del edificio conventual, esto es el convento propiamente, la iglesia de Santo Domingo y la capilla de los naturales o abierta, formaron parte del conjunto original, y subsisten hasta nuestros días, pasando por etapas históricas difíciles de deterioro y descuido, como fueron las luchas de independencia y revolución de nuestro país, que han hecho mella en estas edificaciones, así como también etapas de restauración y reconstrucción como la que se inicia en 1962 en que se trabaja primeramente en la iglesia y capilla abierta y, tiempo después, en el convento propiamente.

A raíz del fuerte terremoto de 8.2 grados que se vivió en nuestro país el 07 de septiembre del 2017, se da la Declaratoria de Desastre Natural en Oaxaca, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de septiembre del mismo año, mencionando que son 283 municipios los afectados, de los

cuales 41 correspondían a la zona del Istmo de Tehuantepec, y en ellos se incluían desde luego los de la localidad de Santo Domingo Tehuantepec, conteniendo el conjunto conventual de nuestro estudio (Organización Radiofónica de Oaxaca, 2017).

Con ello, se inicia un plan para la reconstrucción de los monumentos de patrimonio cultural auspiciado por el INAH como principal organismo gubernamental, y apoyado por organismos particulares como la Fundación Alfredo Harp Helú Oaxaca (FAHHO), quien se está encargando actualmente de la restauración del convento en cuestión, y la Dirección de Patrimonio Edificado del Gobierno Municipal.

En este proceso, se han encontrado hallazgos tan importantes como las diferentes etapas de pintura mural en el claustro, habitaciones y cubo de la escalera, en el convento, y en el sotocoro del templo de Santo Domingo; se ha descubierto la portería o acceso conventual original que en el siglo XIX se había concedido al Obispado; los espacios de intercomunicación entre la iglesia y el convento que habían sido tapiados en algún momento de su historia; y algo muy importante son los confesionarios encapsulados en los muros del templo. Además, se ha aprovechado para realizar calas en la pintura de la capilla abierta que concederán información importante para la historia del arte colonial (SDT Noticias, 2020).

## EX CONVENTO

El acceso actual al exconvento propiamente se encuentra en la parte posterior del conjunto, y consiste en una pequeña portería adosada al muro con un arco de medio punto al frente (Foto 2). No siempre fue ésta la entrada, ya mencionamos que con los trabajos de restauración actuales se ha descubierto que la portería original se encontraba integrada al convento, adjunta a la fachada principal del templo de Santo Domingo, lo cual era lo usual en las construcciones de la época y en algún momento del S. XIX fue concedida al Obispado.



Foto 2.- Acceso actual. CARVAD



Foto 3.- Claustro conventual. CARVAD

El convento, construido mayormente de ladrillo, está formado por un claustro cuadrado de dos pisos, con andadores en los que convergen en tres de sus lados la distribución de las habitaciones y cuartos de servicio para la comunidad frailuna. (Foto 3) En el andador del lado restante se localizan los vanos de comunicación con la Iglesia principal. En el primer piso del claustro, encontramos cuartos largos y amplios que suponemos albergaban el refectorio, la sala de profundis, la cocina, la sala de visitas, la sala capitular y otras piezas de uso común. En el segundo piso encuentran trece cuartos pequeños que seguramente constituían las celdas de los frailes.

Los andadores del claustro tienen una arquería de medio punto que comunica con el patio central, soportados con contrafuertes en las uniones y están techados con bóveda de cañón corrido y nervaduras en las esquinas (Foto 4); en ellos se conserva parte de la decoración pictórica de las paredes con cenefas de motivos vegetales y escudos dominicos, e imágenes de frailes ilustres de la orden.



Foto 4.- Esquinas del claustro



Foto 5.- Diferentes etapas de pintura mural.

En la parte posterior al claustro principal, se encuentran otros espacios, alrededor de un pequeño patio que suponemos eran habitaciones auxiliares y de servicio a los frailes, incluyendo una pequeña capilla, quizá la primera construida, integrada al área privada de los religiosos.

Como ya mencionamos con los trabajos de restauración actual ha habido nuevos descubrimientos, los cuales pudimos apreciar en nuestras visitas de reconocimiento al inmueble durante el proyecto de investigación que mencionamos al inicio de este artículo.

Uno de ellos son las diferentes etapas históricas de pintura mural (Foto 5) en el claustro, habitaciones y cubo de la escalera en el convento. En las cenefas decorativas que recorren las paredes del claustro y habitaciones se pueden apreciar decoraciones en grisalla propias del siglo XVI, sin retoques, que habían estado ocultas bajo capas de pintura posteriores y que han revelado elementos interesantes de la flora y la fauna regionales (Foto 6).



Foto 6.- Cenefas de habitaciones. CARVAD      Foto 7.- Obispo en esquina del claustro. CARVAD

También en una de las esquinas del claustro, en uno de los lunetos se descubrió la figura de un obispo con su atuendo característico flanqueado por dos ciudades, una en amarillo y naranja y otra de color gris (Foto 7), por lo quizás podríamos suponer que se trata de San Agustín, Obispo de Hipona, escoltado por la ciudad terrestre y la celestial, tema de su libro teológico.

En el cubo de la escalera al segundo piso (Foto 8), así como en el sotocoro de la iglesia principal (foto 9), se han descubierto también decoraciones pictóricas del siglo XVI, ocultas bajo las recientes, que resultaran interesantes para su estudio estilístico cuando concluyan las labores de restauración.



Foto 8,- Cubo de la Escalera CARVAD.      Foto 9.- Sotocoro del templo. (Video Arq. Luis Mario)

Se ha localizado la portería o acceso conventual original que en el siglo XIX se había concedido al Obispado, y, quedando oculta por el nuevo edificio, se había utilizado como librería parroquial.

Ahora podemos apreciar que era un espacio rectangular abierto al atrio por arcos de medio punto, adosado al lado norte de la portada principal de la iglesia de Santo Domingo, por el que se accedía al claustro del convento. Es un elemento característico de este tipo de conjuntos religiosos (Foto 10).

Con las dichas obras de restauración, también se han liberado los espacios de intercomunicación entre la iglesia y el convento, por el lado sur del claustro. Dos grandes arcos que habían sido

tapiados, en algún momento de su historia, quizás para no interferir en las actividades cuando se independizaron los espacios civiles y religiosos en el siglo XIX (Foto 11).



Foto 10.- Portería Original. CARVAD



Foto 11.- Accesos a la Iglesia. CARVAD

## IGLESIA DE SANTO DOMINGO

La iglesia principal está siendo restaurada y ha conservado su esquema arquitectónico original en buen estado, no así su ornato y retablos que fueron destruidos antes de 1860 en que Brasseur visita el inmueble (Brasseur, 1984).

Destinada originalmente para la población española, es de una nave a doble altura de planta rectangular con pequeñas capillas empotradas en los muros laterales y cuenta con un coro en alto a la entrada. La bóveda de la nave es de cañón corrido con nervaduras de estilo gótico en el interior. Un arco toral apuntado señala el presbiterio en el que encontramos una bóveda de media naranja. No conserva retablos coloniales en su interior (Foto 12).



Foto 12.- Interior de la Iglesia-(Google) Foto 13.- Confesionario dentro del muro de la Iglesia.

### CARVAD

En los muros que colindan con el convento, con los nuevos trabajos de restauración, se han encontrado pequeños confesionarios (Foto 13) encapsulados en los muros, que habían sido sellados en algún momento histórico, posiblemente cuando el convento se convierte en cárcel o cuartel.

Estos confesionarios al parecer eran usuales en este primer momento para facilitar el trabajo doctrinal de los frailes con la población española. Están presentes en el Convento de San Esteban de Salamanca, de donde provenían varios de los primeros frailes dominicos que llegaron a Nueva España (Vega Martínez, 2005).

La fachada es sobria, flanqueada por contrafuertes que se abren hacia el atrio, sin torres adjuntas. Consiste en un arco de medio punto enmarcado por dos pares de pilastras adosada y un friso recto con triglifos y metopas al estilo clásico; en el segundo cuerpo está la ventana coral de medio punto, y en la parte superior, un pequeño óculo el cual ha sido reubicado en la fachada, con la restauración actual, al lugar que ocupaba según los dibujos antiguos (Foto 14).



Foto 14.- Fachada Iglesia de Sto. Domingo. CARVAD Foto 15.- Portada lateral sur vista por dentro

Cuenta con una portada lateral por el lado sur (Foto 15), sobria de medio punto, que actualmente da a la nave de Catedral de San Pedro, frente a la que fue la capilla abierta.

Resulta curioso que la única torres campanario con que cuenta el conjunto conventual está separada de la iglesia, hacia la izquierda de su fachada, con una construcción intermedia y adosada al convento. Ello nos lleva a suponer que su construcción fue posterior a la del conjunto original, quizás cuando se construye el obispado en el S. XIX.

#### CAPILLA ABIERTA (ACTUAL CATEDRAL DE SAN PEDRO)

La capilla abierta es la solución arquitectónica realizada por los frailes mendicantes en el siglo XVI en el Virreinato de Nueva España como solución al gran número de indígenas a evangelizar después de la Conquista. Era necesario facilitar la asistencia a los actos de culto a un grupo numeroso de indios recién convertidos. Una mención de fray Toribio de Benavente hace referencia a la función que cumplían: "*...los atrios son muy grandes y muy gentiles, porque la gente no cabe en las iglesias, y en los patios tienen su capilla para que todos oyan misa los domingos y fiestas y las iglesias sirven para entre semana*" (Artehistoria, 2017). No está de más mencionar que para las culturas mesoamericanas acostumbradas a realizar sus liturgias en espacios abiertos ante sus altares sobre basamentos piramidales, fue una solución bastante apropiada y fácil de adoptar para su nueva cristiandad.

Una capilla de indios es estructuralmente una iglesia reducida a un presbiterio abierto al atrio al nivel del suelo o sobreelevada para permitir una mejor visibilidad desde todos los puntos del espacio atrial.

Aunque el modelo más simple es la formada por un simple ábside abierto, en algunos lugares se construyeron con mayor complejidad y ostentación, adaptándose al número de fieles indígenas, sobre todo en cabeceras de jurisdicciones de mayor cantidad de pueblos, como es el caso de Tehuantepec que tenía subordinados a veinte localidades de cinco etnias diferentes, bajo el reinado de Cosijopij, quien según los cronistas costeó y auspició la construcción del conjunto conventual, después de su conversión y bautismo. (Burgoa, 1934, pág. 374).

Es por ello que esta capilla abierta o de naturales (Foto 16) consta de tres naves techadas con bóvedas de platillo, la central de mayor tamaño, flanqueada de contrafuertes diagonales bellamente decorados que se abren al atrio para llamar la atención de los presentes.



Foto 16.- Vista frontal de capilla abierta. CARVAD Foto 17.- Detalle de casetones. CARVAD

Uno de los elementos ornamentales de origen renacentista o manierista que sobresalen en esta capilla abierta, además de los arcos de medio punto presentes en todos los vanos, son los casetones (Foto 17), o adornos huecos cuadrados, presentes en los contrafuertes frontales y en los arcos y

crujías de la techumbre que delimitan las tres naves del ábside. Es una técnica ya utilizada en la antigüedad clásica (Panteón de Agripa ,templo romano de 126 d.C) (Foto 18). Posteriormente, se retomó durante el Renacimiento europeo.



Foto 18.- Panteón de Agripa en Roma



Foto 19.- Capilla Abierta de Teposcolula, Oax.

En el estado de Oaxaca encontramos otra capilla abierta, de más antigüedad que ésta, con características similares, la de San Pablo Teposcolula (Foto 19). Aunque ésta última es de mayor tamaño y complejidad en su traza contando con 5 naves y la central de planta octogonal desde la que se proyectan los contrafuertes hacia el atrio, podemos apreciar los mismos casetones en ellos. Algunos autores como Robert Mullen piensan que quizás esta fue inspiración de la otra. Creemos que es posible pues, aunque son lugares distantes y de diferente zona étnica, había comunicación entre los frailes dominicos que eran los que aportaban los modelos estilísticos españoles de sus construcciones.

Quizá fue éste el espacio desde el que Don Juan Cortés, Ex Rey zapoteca Cosijopij, descubierto en su idolatría y apresado en una celda del convento para ser juzgado por las autoridades españolas, habló a la turba amotinada de zapotecos que pedían fuera liberado, tranquilizándolos declarándose culpable de lo que le acusaban.

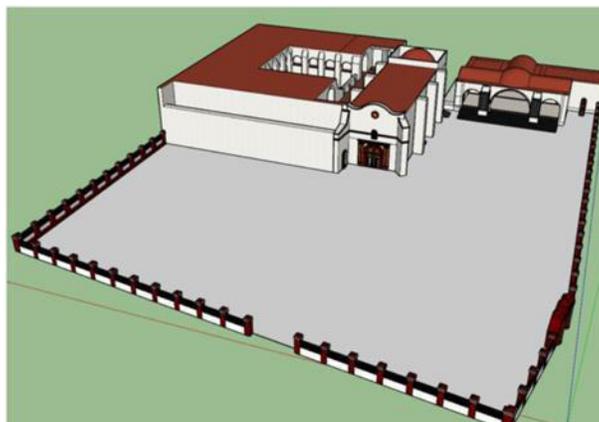


Foto 20.-Modelo digital del Conjunto Conventual del S. XVI- CARVAD

Burgoa menciona que fue apresado y puesto en una celda del mismo convento que había construido, con buena atención como él merecía, y al oír el estruendoso sonido de las voces, fue llevado a un lugar donde todos podían verlo (Burgoa, 1934, págs. 375-376), por lo que creemos que fue llevado a la capilla abierta a través de la iglesia por sus intercomunicaciones, y desde allí habló por última vez a su pueblo, antes de iniciar el viaje final a la ciudad capital del Nueva España, a la cual no llegó con vida.

#### CONCLUSIONES.

Como podemos ver, el Conjunto Conventual de Santo Domingo en Santo Domingo Tehuantepec (Foto 20), edificado entre 1544-1555, es uno de los edificios más emblemáticos y de mayor importancia histórica, no sólo de la ciudad sino de toda la región del Istmo. Desde este lugar se llevó a cabo la evangelización de los pueblos de la zona por los frailes de la orden de Predicadores durante los tres siglos de dominación hispana, y ha sido testigo de muchos sucesos históricos, desde las penurias de los frailes para llevar la doctrina cristiana a los pueblos indígenas, pasando por el motín de los zapotecas por la liberación del soberano, sofocado por el mismo Don Juan Cortés, los

cambios sociales y políticos durante la época colonial, las luchas de Independencia y Revolución, hasta la actualidad de nuestra zona.

Como dijimos al principio, el conjunto merece ser identificado y valorado como tal, ya que refleja en su construcción las condiciones socioculturales y gustos estilísticos que se vivían en los inicios de la época Colonial.

Es por ello que se está investigando nuevos medios de difusión para estos edificios históricos, haciendo uso de las tecnologías digitales y computacionales desarrollando softwares de Realidad Virtual y Realidad Aumentada para mostrar elementos de la riqueza cultural de nuestra zona del Istmo de Tehuantepec.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- Artehistoria. (2017). *Una iglesia y un espacio abiertos: Las capillas de indios*. Obtenido de Artehistoria.com: <https://www.artehistoria.com/es/contexto/una-iglesia-y-un-espacio-abiertos-las-capillas-de-indios>
- Brasseur, C. (1984). *Viaje por el istmo de Tehuantepec 1859-1860*. México: F.C.E. Lecturas Mexicanas # 18.
- Burgoa, F. d.-1. ( 1934). *Geográfica Descripción*. México: Tall. Graf. de la Nación, Public. Archivo General de la Nación XXV y XXVI.
- Cultural, I. d. (2009). Trabajos de conservación en dos exconventos dominicos de Oaxaca. Santiago Apostol, Cuilapan de Guerrero y Santo Domingo, Tehuantepec. *Gaceta del Patrimonio Cultural* 14, 3-7.
- Esparza, M. (1985). *Gillow durante el Porfiriato y la Revolución en Oaxaca, 1887-1922* -. Oaxaca, Oax.: SAGEO.
- Esparza, M. (2008). *Santo Domingo Grande. Hechura y reflejo de nuestra sociedad*. Centro INAH Oaxaca, Oaxaca: Carteles Editores.

- García Martínez, B. (1969). *El Marquesado del Valle: Tres siglos de régimen señorial en Nueva España*. México: El Colegio de México.
- Garrido Cardona, M. L. (1995). *Monumentos Coloniales Religiosos del Istmo de Tehuantepec*. México, D.F: Instituto Nacional de Antropología e Historia, Col. Científica 300-.
- Gay, J. A. (1978). *Historia de Oaxaca*. Oaxaca, México: Porrúa.
- Instituto del Patrimonio Cultural de Oaxaca. (Mayo-Julio de 2009). *Trabajos de conservación en dos exconventos dominicos de Oaxaca. Santiago Apostol, Cuilapan de Guerrero y Santo Domingo, Tehuantepec*. Obtenido de Instituto del Patrimonio Cultural de Oaxaca: <http://www.inpac.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2017/05/GACETA-14.pdf>
- Instituto Nacional de Antropología e Historia. (septiembre de 2019). *Tehuantepec y Juchitán, en Oaxaca, permanecen de pie en la recuperación de su patrimonio edificado*. Obtenido de INAH: [https://www.inah.gob.mx/attachments/article/8473/20190917\\_boletin\\_340.pdf](https://www.inah.gob.mx/attachments/article/8473/20190917_boletin_340.pdf)
- Kubler, G. (1984). *La arquitectura novohispana del siglo XVI*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Machuca Gallegos, L. (2008). *"Haremos Tehuantepec" Una historia colonial (Siglos XVI-XVIII)*. Oaxaca, México: Culturas Populares. CONACULTA-CIESAS.
- McAndrew, J. (1965). *The Open Air Churches of Sixteenth Century México. Atrios, Posas, Openchapels and other Studies*. Cambridge: Harvard University Press.
- Mena Gallegos, R. A. (01 de Noviembre de 2017). *Arquitectura inicial para la evangelización de los zapotecos en la Provincia de Tehuantepec 1522-1555. Tesis UNAM*. (I. UNAM, Ed.) Ciudad de México, Ciudad de México, México.
- Mullen, R. J. (1975). *Dominican Architecture in Sixteenth-Century Oaxaca*. Phoenix, Arizona: Center for Latin American Studies.
- Navarro Aguilar, M. (2015). *LA MODERNIDAD DURANTE EL PORFIRISMO EN TEHUANTEPEC. EL CHALET PORFIRIANO DE JUANA C. ROMERO*. México, D.F. : UNAM. Dirección General de Bibliotecas. Tesis digital.
- Organización Radiofónica de Oaxaca. (14 de Septiembre de 2017). *Estos son los municipios declarados como desastre natural*. Obtenido de ororadio: <http://www.ororadio.com.mx/noticias/2017/09/estos-son-los-municipios-declarados-como-desastre-natural/>
- SDT Noticias. (19 de enero de 2020). *Revelaciones de la reconstrucción del exconvento*. Obtenido de SDT Noticias: <https://www.facebook.com/sdtnoticias/videos/537447630201750/>
- Torres de Laguna, J. (1982). *Descripción de Tehuantepec, Oax. Siglo XVI*. Juchitán, Oaxaca.: Casa de la Cultura.

Anexo L.- Oficio de entrega de prototipo de software para el  
Recorrido Virtual Inmersivo del Conjunto Conventual  
Dominico de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca

Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca. 18 de marzo de 2021

**Asunto:** Entrega de prototipo RVI.

**Dra. Cora Silvia Bonilla Carreón**  
Vice-Rectora Académica  
Universidad del Istmo  
Presente

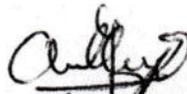
Por este medio notificamos la entrega del prototipo de software denominado “Recorrido Virtual Inmersivo del Conjunto Conventual Dominicano de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca” el cual requiere de cascos de realidad virtual Oculus Rift modelos CV1 o S para ser ejecutado de forma inmersiva. Dicho prototipo de software se desprende de la tesis titulada “Realidad Virtual Inmersiva del patrimonio cultural tangible del conjunto conventual dominico de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca” desarrollada por el egresado Ángel Alexis Sosa Gómez, bajo la dirección del M. C. J. Jesús Arellano Pimentel. Cabe mencionar que este trabajo de tesis y por ende el desarrollo del prototipo, recibió financiamiento del Programa Para el Desarrollo Profesional Docente del Tipo Superior (Prodep), a través de la convocatoria de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos según consta el oficio de aprobación No. 511-6/2019-8503, correspondiente al proyecto titulado “Diseño y desarrollo de software en RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca”.

Así mismo, también es importante señalar que, si bien el desarrollo del prototipo de software estuvo bajo la responsabilidad del tesista, también contribuyeron en su desarrollo con ideas conceptuales, observaciones, pruebas, información histórica, imágenes, fotografías o modelos 3D, los siguientes miembros y colaboradores del Cuerpo Académico de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas (UNISTMO-CA-18), a saber: M. C. J. Jesús Arellano Pimentel, Dr. Miguel Ángel Hernández López, M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona, M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo, L. D. G. Martha Patricia Luna González, y M. C. C. Omar Santiago Nieva García.

Adjunto al presente se anexa una memoria USB con los archivos necesarios para la ejecución del Sistema de Realidad Virtual Inmersivo.

Sin otro particular, reciba un cordial y afectuoso saludo.

**ATENTAMENTE**



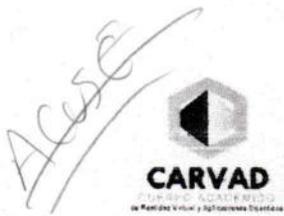
**M. en C. J. JESÚS ARELLANO PIMENTEL**  
**Profesor-Investigador**  
RCA Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas  
Universidad del Istmo, campus Tehuantepec.



**VICE-RECTORÍA  
ACADEMIA**

**RECIBIDO**  
18 MAR 2021

Anexo M.- Oficio de entrega de prototipo de software  
Recorrido virtual para dispositivos móviles Android del  
Conjunto Conventual Dominicano de Santo Domingo  
Tehuantepec Oaxaca



Oficio No. 0024-CARVAD/2021

Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca. 18 de marzo de 2021

**Asunto:** Entrega de prototipo RV.

**Dra. Cora Silvia Bonilla Carreón**  
Vice-Rectora Académica  
Universidad del Istmo  
Presente

Por este medio notificamos la entrega del prototipo de software denominado "Recorrido Virtual para dispositivos móviles Android del Conjunto Conventual Dominicano de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca". Dicho prototipo de software se desprende de la tesis titulada "Realidad Virtual Inmersiva del patrimonio cultural tangible del conjunto conventual dominicano de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca" desarrollada por el egresado Ángel Alexis Sosa Gómez, bajo la dirección del M. C. J. Jesús Arellano Pimentel. Cabe mencionar que este trabajo de tesis y por ende el desarrollo del prototipo, recibió financiamiento del Programa Para el Desarrollo Profesional Docente del Tipo Superior (Prodep), a través de la convocatoria de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos según consta el oficio de aprobación No. 511-6/2019-8503, correspondiente al proyecto titulado "Diseño y desarrollo de software en RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca".

Así mismo, también es importante señalar que, si bien el desarrollo del prototipo de software estuvo bajo la responsabilidad del tesista, también contribuyeron en su desarrollo con ideas conceptuales, observaciones, pruebas, información histórica, imágenes, fotografías o modelos 3D, los siguientes miembros y colaboradores del Cuerpo Académico de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas (UNISTMO-CA-18), a saber: M. C. J. Jesús Arellano Pimentel, Dr. Miguel Ángel Hernández López, M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona, M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo, L. D. G. Martha Patricia Luna González, y M. C. C. Omar Santiago Nieva García.

Adjunto al presente se anexa una memoria USB con el archivo .apk para su instalación en dispositivos móviles Android. Este archivo de instalación también está disponible para su descarga en la siguiente dirección electrónica: [http://www.unistmo.edu.mx/~computacion/CARVAD/RV\\_APK/RVICatedral.apk](http://www.unistmo.edu.mx/~computacion/CARVAD/RV_APK/RVICatedral.apk)

Sin otro particular, reciba un cordial y afectuoso saludo.

**ATENTAMENTE**

**M. en C. J. JESÚS ARELLANO PIMENTEL**  
Profesor Investigador  
RCA Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas  
Universidad del Istmo, campus Tehuantepec.



**VICE-RECTORÍA  
ACADEMIA**

18 MAR 2021

**RECIBIDO**

c.c.p. Archivo

Anexo N.- Oficio de entrega de prototipo de software  
Recorrido Virtual Web 360° del palacio municipal de Santo  
Domingo Tehuantepec Oaxaca

ACUSE



Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca. 18 de marzo de 2021

**Asunto:** Entrega de prototipo Web 360°.

**Dra. Cora Silvia Bonilla Carreón**  
Vice-Rectora Académica  
Universidad del Istmo  
Presente

Por este medio notificamos la entrega del prototipo de software denominado "Recorrido Virtual Web 360° del palacio municipal de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca". Dicho prototipo de software se desprende de la tesis titulada "Recorrido Virtual Web 360° para fomentar el turismo y preservar el patrimonio del Palacio Municipal de Santo Domingo Tehuantepec" desarrollada por el egresado Emanuel Marcial Castillo, bajo la dirección del M. C. C. Omar Santiago Nieva García. Cabe mencionar que este trabajo de tesis y por ende el desarrollo del prototipo, recibió financiamiento del Programa Para el Desarrollo Profesional Docente del Tipo Superior (Prodep), a través de la convocatoria de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos según consta el oficio de aprobación No. 511-6/2019-8503, correspondiente al proyecto titulado "Diseño y desarrollo de software en RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca".

Así mismo, también es importante señalar que, si bien el desarrollo del prototipo de software estuvo bajo la responsabilidad del tesista, también contribuyeron en su desarrollo con ideas conceptuales, observaciones, pruebas, información histórica, imágenes o fotografías, los siguientes miembros y colaboradores del Cuerpo Académico de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas (UNISTMO-CA-18), a saber: M. C. C. Omar Santiago Nieva García, M. C. J. Jesús Arellano Pimentel, M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona, L. D. G. Martha Patricia Luna González, M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo, y Dr. Miguel Ángel Hernández López.

Adjunto al presente se anexa una memoria USB con todos los archivos necesarios para montar el recorrido en Internet. Además, dicho recorrido ya está disponible en línea en la siguiente dirección electrónica: <http://www.unistmo.edu.mx/~computacion/CARVAD/Recorrido360/>

Sin otro particular, reciba un cordial y afectuoso saludo.

**ATENTAMENTE**

**M. en C. J. JESÚS ARELLANO PIMENTEL**  
**Profesor Investigador**  
**RCA Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas**  
**Universidad del Istmo, campus Tehuantepec.**

**VICE-RECTORÍA**  
**ACADEMIA**  
**RECIBIDO**  
18 MAR 2021

Anexo O.- Dictamen del informe técnico entregado a los beneficiarios del proyecto



Dependencia	Regiduría de Desarrollo Económico y Turismo
Sección	Administrativa
No. Oficio	DECOTUR/013/2021
EXPEDIENTE	2021

Santo Domingo Tehuantepec, Oax. a 22 de abril de 2021

**ASUNTO:** Dictamen de Informe Técnico y Software.

**A QUIEN CORRESPONDA  
PRESENTE:**

Por medio del presente documento se hace constar que el informe técnico, relacionado con el proyecto denominado "Diseño y desarrollo de software con RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca", desarrollado por el Cuerpo Académico de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas de la Universidad del Istmo, campus Tehuantepec, presenta las siguientes características notables:

- I. **Innovación.** Se han desarrollado dos nuevos productos de software que permiten al público en general conocer y valorar dos edificios del centro histórico de Tehuantepec, el palacio municipal que data del siglo XIX con un recorrido en Web de 360°, así como el conjunto conventual dominico que data del siglo XVI con un recorrido virtual semi inmersivo en dispositivos móviles. En ambos se tiene el potencial de atraer visitantes locales, regionales nacionales e incluso internacionales al estar disponibles en Internet. Cabe mencionar, que el recorrido virtual del conjunto conventual también tiene una versión completamente inmersiva utilizando el casco de realidad virtual Oculus Rift S.
- II. **Originalidad.** El trabajo desarrollado es original, dado que es la primera vez que se realizan recorridos virtuales con tecnología Web de 360° y con modelos 3D inmersivos o semi inmersivos para dar a conocer el patrimonio histórico y cultural del centro histórico de Tehuantepec. Por lo tanto, se puede decir que se sienta un precedente técnico y metodológico para futuros recorridos virtuales de otros edificios históricos.
- III. **Formación de recursos humanos.** Los egresados, ahora ingenieros en computación, que participaron en el proyecto con sus respectivos trabajos de tesis son Emanuel Marcial Castillo con el tema de tesis titulado "Recorrido Virtual Web 360° para fomentar el turismo y preservar el patrimonio del Palacio Municipal de Santo Domingo Tehuantepec", bajo la dirección del M. C. C. Omar Santiago Nieva García. Así como Ángel Alexis Sosa Gómez con el tema de tesis titulado "Realidad Virtual Inmersiva del patrimonio cultural tangible del conjunto conventual dominico de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca para fomentar el turismo", bajo la dirección del M. C. J. Jesús Arellano Pimentel.
- IV. **Personas involucradas en el proyecto.** Las personas involucradas directamente en el desarrollo del proyecto son los miembros y colaboradores del CARVAD. Los miembros son: M. C. J. Jesús Arellano Pimentel, Dr. Miguel Ángel Hernández García, M. C. C. Omar Santiago Nieva García, y M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo. Los colaboradores son: M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona, Lic. Martha Patricia Luna González, además de los tesisistas antes mencionados. Cabe mencionar que, durante el desarrollo se tuvo la intervención y gestión de tres personas vinculadas con el ayuntamiento: Sr. Rómulo Jiménez Celaya, Arq. Luis Mario Díaz Jiménez, y Lic. Melquiades Antonio Ruiz Vicente.

Sin más por el momento, agradezco de antemano la atención a la presente, aprovechando para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE  
SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCIÓN  
"EL RESPETO AL DERECHO AJENO ES LA PAZ"**

**Profr. Francisco Cordero Ortiz**  
Director de Desarrollo Económico y Turismo del  
H. Ayuntamiento Municipal Constitucional de Sto. Dgo. Teh. Oax.



**DIRECCIÓN DE TURISMO  
Y DESARROLLO ECONÓMICO**  
Reg. Sto. Domingo Tehuantepec,  
Dpto. Tehuantepec, Oax.  
2019 - 2021

## Anexo P.- Informe técnico del proyecto

Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca. 22 de abril de 2021

**Asunto:** Entrega de Informe Técnico.

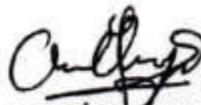
**Prof. Francisco Cordero Ortiz**  
Director de Desarrollo Económico y Turismo  
H. Ayuntamiento Constitucional de Sto. Dom. Tehuantepec  
**Presente**

Por este medio le notifico la entrega del Informe Técnico correspondiente al proyecto titulado "Diseño y desarrollo de software en RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca", el cual recibió financiamiento del Programa Para el Desarrollo Profesional Docente del Tipo Superior (Prodep), a través de la convocatoria de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos según consta el oficio de aprobación No. 511-6/2019-8503.

Así mismo, también es importante señalar que los profesores de la Universidad del Istmo, campus Tehuantepec, involucrados en el desarrollo de dicho proyecto somos los miembros y colaboradores del Cuerpo Académico de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas (UNISTMO-CA-18), a saber: M. C. J. Jesús Arellano Pimentel, M. C. C. Omar Santiago Nieva García, Dr. Miguel Ángel Hernández López, M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo, M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona, y L. D. G. Martha Patricia Luna González.

Sin otro particular, reciba un cordial y afectuoso saludo.

**ATENTAMENTE**



M. en C. J. JESÚS ARELLANO PIMENTEL  
Profesor Investigador  
RCA Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas  
Universidad del Istmo, campus Tehuantepec.

*Recibí informe  
Prof. Francisco Cordero Ortiz  
22/4/2021*



**DIRECCIÓN DE TURISMO  
Y DESARROLLO ECONÓMICO**  
H. Ayuntamiento de Santo Domingo Tehuantepec,  
Oaxaca, México.  
2019 - 2021



2021

## Informe Técnico

Diseño y desarrollo de software con RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca



**CARVAD**

CUERPO ACADÉMICO  
de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas

*Reubi'*  
*Francisco Cordova Ortiz.*  
*22/03/2021*



DIRECCIÓN DE TURISMO  
Y DESARROLLO ECONÓMICO  
Pobl. Sta. Domingo Tehuantepec,  
Oto. Tehuantepec, Oax.  
2019 - 2021

M. C. J. Jesús Arellano Pimentel, M. C. C.  
Omar Santiago Nieva García, Dr. Miguel  
Ángel Hernández López, M. C. A. Guadalupe  
Toledo Toledo, M.H. A. Martha Lis Garrido  
Cardona, Lic. Martha Patricia Luna González,  
Universidad del Istmo, campus Tehuantepec  
20-4-2021

# Contenido

Introducción.....	1
Panorama de la problemática abordada .....	2
Objetivos.....	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos .....	4
Justificación .....	4
Metodologías.....	5
Metodología de desarrollo para el software de RV en Web de 360° .....	6
Metodología de desarrollo para el software de RV inmersiva y semi inmersiva .....	7
Descripción de etapas, actividades y evidencias del proyecto .....	9
Recolectar información.....	10
Ubicar y seleccionar los edificios de los siglos XVI y XIX .....	10
Recuperar información histórica y cultural.....	13
Identificar comercios circundantes.....	13
Diseñar prototipos .....	13
Obtener el diseño conceptual .....	13
Definir componentes tecnológicos .....	15
Construir un repositorio de imágenes .....	19
Maquetación de prototipos .....	19
Construir aplicaciones.....	23
Desarrollo del recorrido virtual Web en 360° .....	24
Desarrollo del recorrido virtual en RV inmersiva y semi inmersiva .....	26
Presentar productos .....	30
Beneficios logrados.....	32
I.- Innovación.....	32
II.- Originalidad del trabajo desarrollado.....	33
III.- Formación de recursos humanos .....	33
IV.- Personas involucradas en el proyecto.....	34
Reflexiones finales .....	34

Referencias .....	35
Anexo A. Trípticos de los softwares desarrollados.....	38

# Informe técnico del proyecto “Diseño y desarrollo de software en RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca”

## Introducción

El presente informe es derivado del proyecto titulado: “Diseño y desarrollo de software en RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca”, el cual fue realizado por profesores y colaboradores del Cuerpo Académico de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas (CARVAD) con clave UNISTMO-CA-18 e IDCA 30664, y estuvo financiado por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el tipo superior (PRODEP) según consta en el oficio de aprobación con número 511-6/2019.-8503, en el marco del Fortalecimiento a Cuerpos Académicos .

Desde su concepción el propósito de este proyecto se centró en coadyuvar en la promoción turística del centro histórico del municipio de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, enclavado en la región del Istmo, a través del desarrollo de software con tecnología de Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV) en sus modalidades de inmersiva y no inmersiva en Web. La elección de estas tecnologías obedece a que estudios recientes han confirmado que, por un lado, la RA mejora la experiencia del turista (Han & Jung, 2018), mientras que, por otro lado, la RV favorece un cambio de actitud positiva en la intención de visita (Tussyadiah, Wang, Jung, & tom Dieck, 2018).

La metodología empleada incluyó en una primera etapa la recopilación de datos e información histórica de edificios que datan de la época colonial del siglo XVI, y el porfiriato del siglo XIX, lo cual llevó a establecer un conjunto de criterios a fin de seleccionar solo dos edificios para desarrollar productos de software con la capacidad de realizar recorridos virtuales, uno con RV en Web de 360° y otro en RV Inmersiva (Oculus Rift S) y semi inmersiva (dispositivos Android). El desarrollo de estos productos empleó metodologías propias de la ingeniería de software. Además, se retomaron recomendaciones y propuestas innovadoras de diversas publicaciones indexadas de índole internacional, entre las que están: (Bec,

Moyle, Timms, Shcaffer, & Skavronskaya, 2019), (Han & Jung, 2018), (Little, Bec, Moye, & Patterson, 2019), y (Tussyadiah, Wang, Jung, & tom Dieck, 2018).

Como resultado final del proyecto se lograron desarrollar tres productos de software que permiten realizar recorridos virtuales de dos edificios emblemáticos del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca. Para cada edificio se diseñó un tríptico con elementos de RA a través de códigos QR para acceder al software disponible en línea. En el presente informe técnico se aborda desarrollo de estos productos de software y su entrega al Honorable Ayuntamiento Constitucional de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, a través de la Regiduría de Turismo y Desarrollo Económico, durante una reunión de trabajo celebrada el día 22 de febrero de 2021 en las instalaciones de la Universidad del Istmo, campus Tehuantepec.

Para facilitar su lectura, este informe se ha estructurado de la siguiente forma, primero se dará un panorama de la problemática abordada, para después establecer el objetivo general y los objetivos específicos. Posteriormente, se describe la justificación y metodología para dar paso al desarrollo de las cuatro principales etapas del proyecto, así como las actividades realizadas por etapa con sus evidencias y los resultados obtenidos. En seguida, a manera de conclusión, se mencionan los beneficios logrados en cuanto a innovación, originalidad del trabajo desarrollado, formación de recursos humanos y las personas involucradas en el proyecto. Por último, se concretan unas reflexiones finales.

## **Panorama de la problemática abordada**

Pese a que el municipio de Santo Domingo Tehuantepec posee una riqueza cultural y patrimonio histórico que data de tiempos prehispánicos, pasando por la época colonial con edificaciones de origen eclesiástico del siglo XVI, hasta edificaciones emblemáticas del porfiriato en el siglo XIX, todo esto no ha sido explotado desde el sector turístico como debería. De hecho, la región del Istmo no se caracteriza por tener una amplia vocación turística, quienes visitan esta región del estado de Oaxaca no es por placer, sino por negocios vinculados principalmente con la refinería de Pemex (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2011), y más recientemente por negocios vinculados con el sector eólico.

De acuerdo con el Almanaque Estadístico de Turismo Oaxaca 2010-2016 (STyDE Oaxaca, 2016) para 2016 en la región del Istmo había un total de 102 hoteles, la gran mayoría de 2 y 3 estrellas, con una capacidad de 2,250 cuartos, lo cual generó una derrama económica de 279 millones de pesos, esto es poco comparado con los tres principales destinos turísticos del estado: Bahías de Huatulco con 4,005 millones de pesos, Ciudad de Oaxaca con 3,365 millones de pesos, y Puerto Escondido con 817 millones de pesos. En cuanto a los establecimientos de alimentos y bebidas en 2015 el Almanaque Estadístico tiene registro de 149 restaurantes en la región del Istmo, lo que la ubica en el segundo lugar de todo el estado. También, de acuerdo con el Almanaque Estadístico, los empleos generados en 2015 por la actividad turística en la región del Istmo son 4,999 empleos directos y 12,498 empleos indirectos. Además, otro dato relevante para el presente proyecto es que, en otros servicios turísticos, específicamente en el rubro de guías de turistas, se tiene un registro de cero guías turísticos.

A la fecha, el escenario no es muy diferente de los datos reportados por el gobierno del Estado de Oaxaca en 2011 y en 2016. Entonces, el problema radica en cómo incrementar la afluencia de turistas locales, nacionales e internacionales en el icónico municipio de Santo Domingo Tehuantepec, esto para aumentar la derrama económica y con ello también aumentar los empleos directos e indirectos, de tal forma que se aproveche el potencial del patrimonio histórico y cultural que posee el municipio.

Aunado a lo anterior, la situación de confinamiento derivado de la pandemia por Covid-19 complica en gran medida el desarrollo del sector turístico. Esto presenta un desafío tal vez nunca visto con tales dimensiones, y menos en México donde el turismo es considerado una actividad esencial y por ende se requieren de políticas públicas encaminadas a hacer frente a dicho desafío (Zepeda, Medina, & Flores, 2020). No obstante, aún no se tienen esfuerzos encaminados a modificar las actividades de tours presenciales por recorridos o visitas virtuales tal como se muestra en el estudio realizado por Fuentes-Moreleda, Morere-Molinero, y Ferreiro (2020), para posteriormente incrementar la intención de visita.

## Objetivos

### Objetivo general

Desarrollar un conjunto de aplicaciones empleando técnicas de RA y RV para la promoción turística del centro histórico del municipio de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca.

### Objetivos específicos

- Recopilar datos e información histórica que permitan la definición de los requerimientos del software
- Definir los actores y puntos de interés de los sectores económicos y turísticos del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec para su promoción
- Construir una aplicación Web para un recorrido virtual de 360° del centro histórico que permita ubicar uno de los sitios emblemáticos que ahí se localizan
- Construir una aplicación de realidad aumentada para dispositivos móviles que permita, a través de activadores visuales y de geolocalización, desplegar información específica de ciertas localidades de interés
- Construir un entorno de realidad virtual inmersiva para un recorrido turístico que permita explorar ubicaciones del centro histórico a través del tiempo
- Evaluar la usabilidad de las aplicaciones de software construidas

### Justificación

Desde antes de la pandemia por Covid-19 el empleo de tecnologías emergentes como la RA y la RV se han considerado alternativas viables para el fomento al turismo, en parte porque estas tecnologías están ubicadas dentro de las 10 tendencias estratégicas de la sociedad mundial de la información (Flavián, Ibáñez, & Orús, 2018). En el contexto nacional, ya desde el Tianguis Turístico 2019, se señalaba la importancia de la conectividad existente para lograr un desarrollo disruptivo, profundo y rápido del sector turístico, redituando en una fuente de ingresos y empleos en el país (De la Rosa, 2019).

Recientemente, durante la pandemia una de las políticas implementadas en México es la denominada Estrategia digital para la contención de crisis del sector turístico, y está articulada en tres fases: a) inmediata, b) intermedia, y c) de recuperación; cada fase tiene un mensaje asociado “nos vemos pronto”, “el viaje está dentro de nosotros” y “México te necesita”, respectivamente (Zepeda, Medina, & Flores, 2020). En este sentido, la alternativa de los recorridos virtuales mediante la RV Web de 360°, inmersiva o semi inmersiva tiene el potencial de abarcar estas tres fases. La frase “nos vemos pronto” no implica una despedida total si se tiene la posibilidad de un recorrido virtual. La frase “el viaje está dentro de nosotros” se refuerza si las personas pueden conocer lugares distantes a través de la tecnología. En cuanto a la frase “México te necesita” estudios han demostrado que la RV tiene el potencial de incrementar la intensidad de visita (Tussyadiah, Wang, Jung, & tom Dieck, 2018).

Uno de los rubros del sector turístico es el turismo cultural. Este se define como aquella forma de turismo que tiene por objeto, entre otros fines, el conocimiento de monumentos y sitios históricos-artísticos (Caro, Luque, & Zayas, 2015). Integrar los sitios de interés histórico y cultural con tecnología tienden a generar experiencias memorables (Bec, Moyle, Timms, Shcaffer, & Skavronskaya, 2019). Y a su vez, el turismo histórico y cultural tienen el potencial de generar una contribución sustancial en lo económico y social (Little, Bec, Moye, & Patterson, 2019). Así, dado que el municipio de Santo Domingo Tehuantepec posee un acervo histórico que data de la época prehispánica, edificaciones del siglo XVI y del siglo XIX durante el porfiriato, es ampliamente justificable aprovechar todo el potencial que la tecnología ofrece para valorar, preservar, difundir y promover dicho acervo histórico con fines turísticos y con ello coadyuvar a dinamizar la economía local.

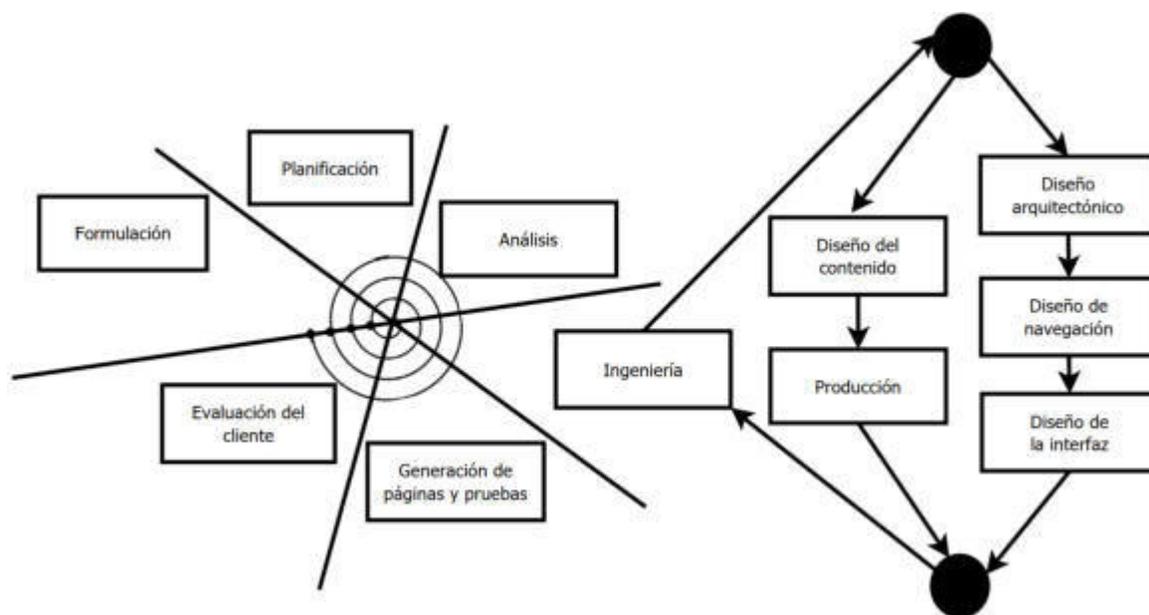
## Metodologías

Se puede decir que la metodología en general del proyecto abarca 4 grandes etapas: 1) recolectar información, 2) diseñar prototipos, 3) construir aplicaciones, y 4) presentar productos. No obstante, cada producto de software tomó como base metodologías propias de la ingeniería de software. Para el recorrido virtual Web en 360° la metodología

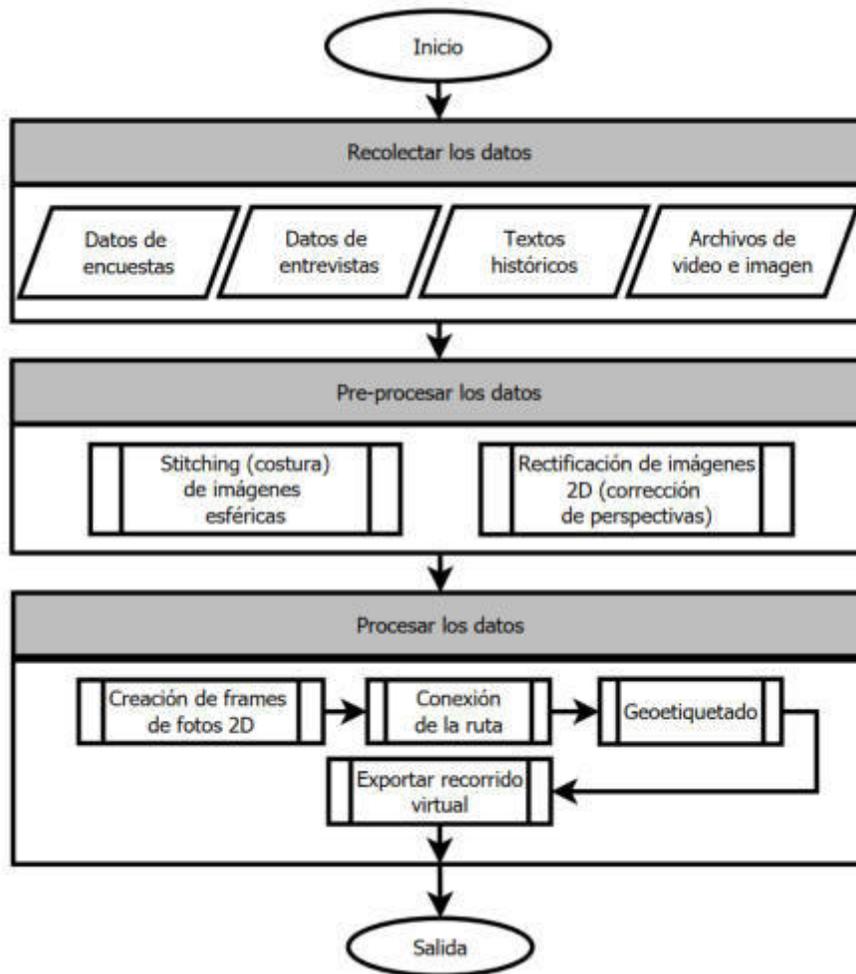
seleccionada fue la IWeb (Pressman, 2010) en conjunto con la metodología planteada en (Mah, y otros, 2019) para recorridos virtuales Web 360°. En cuanto a los prototipos de RV inmersiva y semi inmersiva se tomó como referente la metodología planteada en Cantón, Arellano, Hernández, y Nieva (2017), la cual es una adaptación del ciclo de vida del desarrollo de sistemas (Kendall & Kendall, 2011) y del desarrollo basado en componentes (Pressman, 2010). A continuación, se presentan cada una de las metodologías.

### Metodología de desarrollo para el software de RV en Web de 360°

Como ya se mencionó, para el software de RV en Web de 360° se empleó la metodología IWeb propuesta por Pressman (2010), la cual hace uso de un modelo de proceso iterativo e incremental (ver Figura 1). Dentro de la fase de “Ingeniería” de esta metodología es donde se utiliza la propuesta de Mah y otros (2019) para el desarrollo de recorridos virtuales en 360° de sitios patrimoniales (ver Figura 2). La combinación de estas dos metodologías permite que el sitio web cumpla tanto con los requisitos en la parte de Ingeniería Web como en los recorridos virtuales.



**Figura 1.** Metodología IWeb.  
Fuente: (Pressman, 2010).

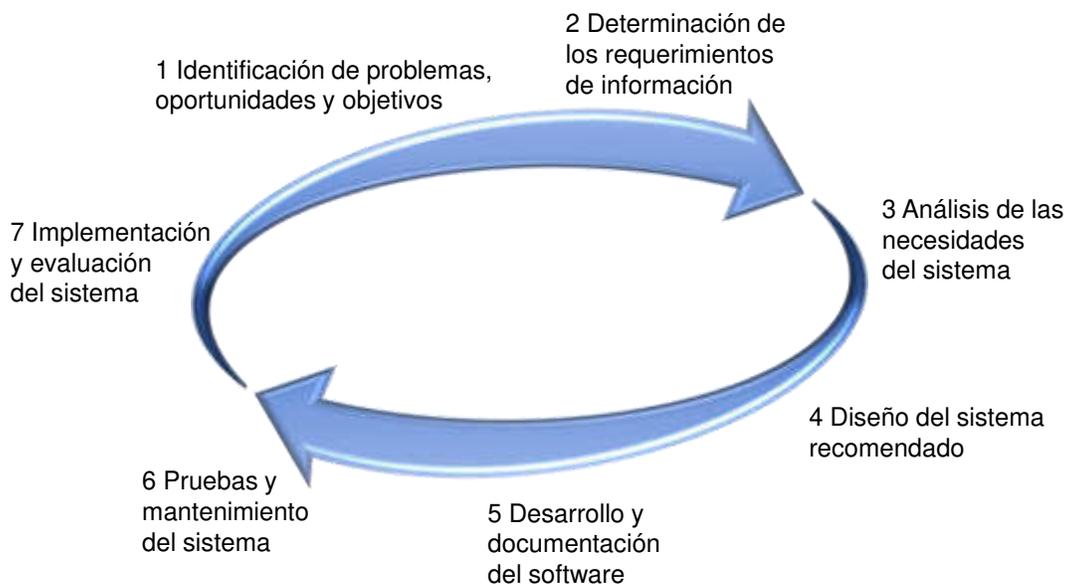


**Figura 2.** Metodología IWeb.  
Fuente: (Pressman, 2010).

## Metodología de desarrollo para el software de RV inmersiva y semi inmersiva

Como ya se mencionó también, la metodología empleada para este desarrollo fue una adaptación de la metodología del ciclo de vida del desarrollo de sistemas y del desarrollo basado en componentes planteada en Cantón, Arellano, Hernández, y Nieva (2017). El ciclo de vida del desarrollo de sistemas en inglés *Systems Development Life Cycle* (SDLC) es un enfoque por fases para el análisis y el diseño cuya premisa principal consiste en que los sistemas se desarrollan mejor utilizando un ciclo específico de actividades del analista y el usuario. De acuerdo con Kendall & Kendall (2011) los analistas no se ponen de acuerdo en los números de fases que incluye el SDLC, pero si están de acuerdo en el enfoque

organizado. Es por ello, que proponen dividir el SDLC en siete faces (ver Figura 3), las cuales pueden llevarse de manera simultánea.



**Figura 3.** Las siete faces del ciclo de vida del desarrollo de sistemas.  
Fuente: adaptado de Kendall & Kendal (2011).

Por su parte, el desarrollo basado en componentes (ver Figura 4) incorpora características del modelo basado en espiral, además este modelo es de naturaleza evolutiva por lo cual demanda un enfoque iterativo. Sin embargo, este modelo permite construir aplicaciones por medio de fragmentos de software ya fabricados, para ello las actividades de este modelo comienzan con la identificación de candidatos de componentes. Estos pueden ser módulos de software convencionales o clases orientadas a objetos o paquetes de clases (Pressman, 2010). Este modelo de desarrollo facilita la reutilización de componentes, lo que permite reducir los tiempos de desarrollo del producto de software. Cabe mencionar que las etapas 3, 4 y 5 del SDLC son complementadas con el desarrollo basado en componentes para facilitar y acelerar el desarrollo del producto de software (Cantón, Arellano, Hernández, & Nieva, 2017).

## DESARROLLO BASADO EN COMPONENTES

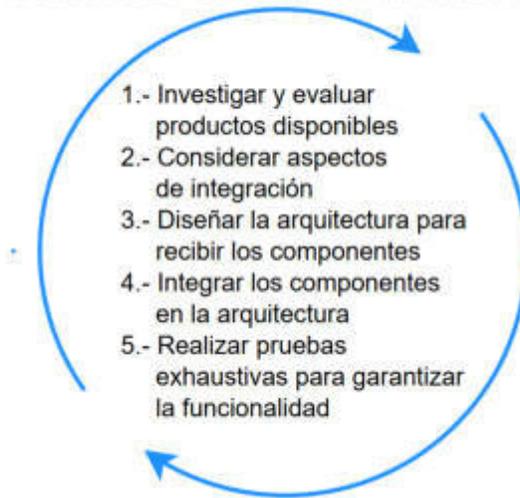


Figura 4. El desarrollo basado en componentes.

Fuente: (Pressman, 2010).

## Descripción de etapas, actividades y evidencias del proyecto

En la Figura 5 se esquematizan las cuatro etapas principales con sus respectivas actividades hito, en el entendido que la construcción de aplicaciones (software) de la tercera etapa se realizó de acuerdo con las metodologías presentadas anteriormente. También cabe mencionar que dicha Figura establece el periodo de inicio y fin de actividades para el proyecto.



Figura 5. Etapas y actividades del proyecto.

## Recolectar información

Ubicar y seleccionar los edificios de los siglos XVI y XIX

Durante esta etapa se recorrió el centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec en busca de edificios que resultaran potenciales sitios de interés, poniendo atención principalmente en aquellos que tuvieran características de la época de la colonia del siglo XVI o del porfiriato del siglo XIX, las imágenes de la Figuras 6 muestran evidencia de ello.



**Figura 6.** Imágenes de algunos de los edificios visitados con potencial interés histórico.

Una vez que se ubicaron los edificios de los siglos XVI y XIX se establecieron 6 criterios de selección para definir sobre cuáles edificios trabajar los recorridos virtuales, estos criterios son: 1) Condiciones estructurales, sin daños mayores derivados de los sismos de 2017, o en su defecto estar ya en proceso de restauración, 2) Permisos de acceso para el levantamiento fotográfico, independientemente si son propiedad particular, secular, públicos o están bajo resguardo de alguna organización, 3) Conservar su valor histórico, es decir, no haber sido alterados en su arquitectura o fachada en épocas recientes, 4) Planos arquitectónicos, su disponibilidad resulta crucial para el modelado 3D necesario para los recorridos virtuales inmersivos, de igual forma también son importantes para ubicar la navegación en recorridos Web de 360°, 5) Abierto al público, con esto se refiere a que aún siendo propiedad privada o secular sea posible que cualquier persona pueda visitarlos aunque sea en horarios restringidos, y 6) Si se tiene información histórica verificable y fidedigna del sitio de interés.

La Tabla 1 presenta la evaluación de los sitios de interés de acuerdo con los 6 criterios anteriores, ponderando para el primer criterio de condiciones estructurales las categorías: excelente, muy buena, buena, regular, mala, y pésima. Para el segundo criterio de permisos de acceso las categorías son: si, no, y tramitar. Para el tercer criterio de conservar el valor histórico las categorías son: si, y no. Para el cuarto criterio de planos arquitectónicos las categorías son: completos, bocetos, no hay. Para el quinto criterio de abierto al público las categorías son: si, no, y parcialmente. Para el sexto criterio sobre la información histórica verificable y fidedigna las categorías son: mucho, medio, y nulo.

Cabe mencionar que cada categoría se asignó por consenso de todos los miembros y colaboradores del CARVAD de acuerdo con la información disponible en ese momento. Además, un símbolo ‘-’ en alguna celda de la tabla representa que en el momento de la evaluación no fue posible asignar una categoría al no contar con información suficiente para establecerla.

**Tabla1.** Evaluación de los sitios de interés.

Sitio de interés	Criterios					
	1	2	3	4	5	6
Iglesia de San Sebastián	Pésimo	No	Si [XVI y XVII]	Bocetos	No por reconstrucción	-
Exconvento Dominico	Regular	Si	Si [XVI]	Planos	No por reconstrucción	Mucho
Capilla Abierta y Parroquia	Muy Buena	Si	Si [XVI] Si [XIX]	Planos	Si	Mucho
Escuela primaria Juana C. Romero	Regular	Si	No	Bocetos	Si parcialmente	Medio
Chalet de Juana C. Romero	S/D	Tramitar	Si [XX]	-	No	Mucho
Palacio municipal	Buena	Si	Si [XIX y XX]	Planos	Si	Mucho
Escuela o Facultad de idiomas	Muy Buena	Si	No	-	Si parcialmente	-
Iglesia de Laborio	Regular	Tramitar	Si [XVI y XVIII]	Bocetos	Si parcialmente	-
Restaurante Scarú	Muy Bueno	Si	Si [Colonial]	-	Si	Nulo
Casa museo Xunaxhi	Buena	Si	Si [XVIII]	No	Si parcialmente	Medio
Casa de la Revolución	Muy Buena	Si	No	-	Si	-

Como resultado de la evaluación presentada en la Tabla 1, los sitios de interés que resultaron elegidos fueron el conjunto conventual, el cual consta de la Capilla Abierta y Parroquia, así como del Exconvento Dominico. El segundo sitio de interés elegido fue el Palacio municipal.

### **Recuperar información histórica y cultural**

Durante la recuperación de información histórica y cultural se recopilaron diversas fuentes bibliográficas, así como de información publicada en internet por fuentes confiables. Por ejemplo, para el recorrido virtual en Web de 360° del palacio municipal se consultó el catálogo de monumentos históricos del INAH con número I-0012004279 (Instituto Nacional de Antropología e Historia de México, 2019), la obra del tercer cronista de la ciudad de Tehuantepec Daniel Chicatti García (Chicatti, 2005) y notas periodísticas como la de Edgar Cruz (Cruz, 2017). En cuanto al recorrido virtual inmersivo y semi inmersivo del conjunto conventual se consultó la obra de Martha Lis Garrido Cardona (Garrido, 1995), la obra de Francisco de Burgoa (Burgoa, 1934), la Gaceta del Instituto del Patrimonio Cultural no. 14 (Instituto del Patrimonio Cultural del Estado de Oaxaca, 2009), la tesis de maestría de Marisela Navarro Aguilar (Navarro, 2015), y notas publicadas en Facebook por noticiarios a partir de fuentes confiables, por ejemplo, SDT Noticias (SDT Noticias, 2020).

### **Identificar comercios circundantes**

Para la actividad de identificar comercios circundantes se tuvo la colaboración de la Regiduría de Turismo y Desarrollo Económico del Honorable Ayuntamiento de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, a cargo del Lic. Melquiades Antonio Ruiz Vicente quien proporcionó un mapa con los comercios establecidos más conocidos del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec. Por otro lado, también se ubicó en línea la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, s.f.), el cual contiene la información de las actividades económicas alrededor de los puntos de interés histórico, lo anterior permitió corroborar la elección de los dos edificios de interés, es decir, la elección del palacio municipal y el conjunto conventual resultan convenientes dada la gran cantidad de comercios circundantes.

### **Diseñar prototipos**

#### **Obtener el diseño conceptual**

La primera actividad de esta etapa consistió en obtener los diseños conceptuales de los productos de software. Originalmente se trataba de tres productos centrados en tres

tecnologías diferentes: Web de 360°, RV Inmersiva, y RA para dispositivos móviles. Sin embargo, debido principalmente a la situación de confinamiento por la pandemia del Covid-19 el producto de RA se quedó en diseño conceptual. En su lugar se conceptualizó e implementó una adaptación de la RV Inmersiva a una App para dispositivos móviles con sistema operativo Android.

A grandes rasgos, el diseño conceptual del producto software para Web de 360° se concibió como un recorrido virtual Web de 360° con la capacidad de desplegar *hotspots* (puntos de acceso) para interactuar en el recorrido entre escenas de imágenes de 360°, además de desplegar información de datos históricos, así como algunos elementos de apoyo a la navegación (mapa arquitectónico) y selección de uno de tres idiomas: español, inglés y zapoteco.

Por su parte, el producto de software de RV inmersiva se conceptualizó a grandes rasgos para desplegarse en cascos de realidad virtual (HMD, *acrónimo del inglés Head Mounted Display*), en particular los modelos Oculus Rift CV1 y Oculus Rift S. Dicho producto de software se planeó para permitir realizar recorridos virtuales por el conjunto conventual en tres periodos distintos de su historia: siglo XVI, siglo XIX, y época actual. Mostrando en cada periodo de su historia la arquitectura que ahora se sabe existía, así como imágenes e información histórica a través de paneles informativos, con la posibilidad de configurar el idioma en uno de tres: español, inglés y zapoteco.

Como se mencionó anteriormente, el producto de software con RA se conceptualizó para desplegar paneles informativos mediante geolocalización en dispositivos móviles con Android, esto desde una perspectiva de *storytelling*. Pero esta conceptualización implicaba en su desarrollo pasar una gran cantidad de tiempo dentro y fuera del edificio, situación que se complicó bastante, principalmente dada la pandemia por Covid-19. La solución más viable fue adaptar el diseño conceptual de la RV inmersiva para que fuese ejecutada en dispositivos móviles con Android, bajo la misma idea de un recorrido virtual en diferentes épocas, con paneles desplegables en tres idiomas.

### Definir componentes tecnológicos

En lo que respecta a la definición de componentes tecnológicos, independientemente del tipo de recorrido, son dos aspectos importantes a considerar: el Hardware y el Software. Para el recorrido virtual en Web de 360° se realizó un análisis de la viabilidad del hardware en cuanto al tipo y modelo de cámara 360° que, por un lado, se ajustara al presupuesto, y por otro lado, también se ajustara a las necesidades del recorrido virtual a desarrollar. Se analizaron 15 diferentes modelos de cámaras 360° disponibles en el mercado y recomendadas para realizar recorridos virtuales, estas son: INSTA360 EVO, Ricoh Theta V, Insta360 One X, Insta 360 Pro 2, Xphase Pro S 360 V, Matterport Pro2, CÁMARA YI 360 VR, KanDao-QooCam, Vuze XR 3D, Vuze+ VR Camera, KanDao Obsidian GO, Mi Sphere Camera, Insta 360 One R, y GoPro Max, Gopro Fusion CHDHZ-103. Al final, dadas sus características, disponibilidad de compra y costo, la cámara elegida fue la Gopro Fusion CHDHZ-103.

El equipo Gopro Fusion CHDHZ-103 es una videocámara 360° deportiva, que graba videos de 5.2K a 30 fps y de 3K a 60 fps. También, captura fotografías de 18 megapíxeles. Esta cámara puede ser controlada con la voz y es sumergible hasta 5 metros de profundidad. Además, tiene GPS y estabilizador incorporado, su diseño se puede apreciar en la Figura 7. Cabe mencionar que este modelo de cámara ya fue utilizado en un recorrido virtual en 360° del gran monumento de Zimbabwe con muy buenos resultados (Njerekai, 2019).



**Figura 7.** Gopro Fusion CHDHZ-103.  
Fuente: <https://www.amazon.com.mx/>

Para definir el principal componente de software a utilizar, se realizó el análisis de 13 herramientas disponibles que ofrecen un plan gratuito (ya sea completo o limitado) para el

desarrollo de recorridos virtuales a partir de imágenes 360°. En este análisis se hicieron tomas panorámicas y se emplearon esas fotografías para realizar recorridos virtuales con las opciones que cada una de las herramientas en cuestión ofrece. Al final se realizó un cuadro comparativo considerando un conjunto de características admitidas por las herramientas a fin de determinar la mejor alternativa (ver Figura 8). El resultado del análisis coloca a la herramienta Lapentor como la mejor alternativa a utilizar.

		Herramienta para crear recorridos virtuales en 360° (Plan gratuito)												
														
Características admitidas	Cantidad ilimitada de panoramas	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗
	Admite panoramas con la resolución de la GoPro Fusion	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No incluye marca de agua	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	Hotspots de transición	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Hotspots con texto	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Hotspots con imágenes	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗
	Hotspots con audio	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗
	Hotspots con video	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
	Hotspots con URL	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
	Hotspots con artículos	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗
	Personalización de iconos de los hotspots	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓
	Cambios en tiempo real	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
	Fácil de usar	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Permite integrar planos arquitectónicos	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
	Permite incrustar el recorrido en un sitio Web.	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	El recorrido no caduca después de un tiempo	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
	Puntuación obtenida	10/16	8/16	8/16	8/16	13/16	16/16	12/16	8/16	12/16	15/16	9/16	10/16	8/16

**Figura 8.** Cuadro comparativo de herramientas para crear recorridos virtuales en 360°.

Para el recorrido virtual inmersivo se analizaron las especificaciones técnicas de los dos equipos de HMD disponibles en el CARVAD, estos son: HTC Vive, y Oculus Rift CV1. Además, en el análisis se incluyó una versión más reciente de la línea Oculus, se trata del modelo Oculus Rift S. En la Tabla 2 se muestra una comparativa de las especificaciones de estos tres HMD. Al final se optó por el Oculus Rift S, dado que tiene una mejor resolución, además de DIP ajustable que ayuda a disminuir la fatiga ocular y nauseas, aunado a esto, cuenta con un sistema de sensores internos que mejoran la experiencia de RV y no requiere de sensores externos al casco, lo que facilita su instalación y uso. En la Figura 9 se presenta una imagen del HMD Oculus Rift S.

**Tabla 2.** Comparativa entre tres HMD para RV Inmersiva.

<b>Especificaciones</b>	<b>HTC Vive</b>	<b>Oculus Rift CV1</b>	<b>Oculus Rift S</b>
Resolución	2160 x 1200 px	2160 x 1200 px	2560 x 1440 px
Campo de visión	110°	110°	110°
Frecuencia	90 Hz	90 Hz	80 Hz
Área de seguimiento	4.6 x 4.6m	3.3 x 1.5m	3.3 x 1.5m
Lentes ajustables	Si	Si	Si
Sonido integrado	Si	Si	Si
Peso	555g	470g	563g
DIP ajustable (Distancia Interpupilar)	No	No	Si
Pantalla Oled/Amoled	Si	Si	No
Seguimiento de cabeza	Si	Si	Si
Giroscopio	Si	Si	Si
Seguimiento de posición	Si	Si	Si
Acelerómetro	Si	Si	Si
Control de gestos	Si	Si	Si
Sensor de infrarrojos	Si	Si	Si
Sistema de seguimiento láser	Si	No	No
Versión de USB	2	3	3
Puertos HDMI	1	1	1
Conector para auriculares	Si	Si	Si
Mando incluido	Si	Si	Si



**Figura 9.** HMD Oculus Rift S.

Fuente: <https://www.oculus.com/rift-s/>

Otro punto que se analizó fue el tipo de Laptop que se necesitaría para utilizar el HMD Oculus Rift S, de acuerdo con sus especificaciones recomendadas para su óptimo funcionamiento y que además se ajustara al presupuesto. Al momento del análisis dentro de las 5 mejores laptops para RV estaban: Alienware-51m, Lenovo Legion, Alienware m15, Asus ROG Mothership y Razer Blade 15. No obstante, a pesar de que cumplen con los requisitos recomendados, éstas no están confirmadas al 100% de compatibilidad con el Oculus Rift S, pero afortunadamente en la página oficial de Oculus dan a conocer modelos de laptops diseñadas para ser compatibles. Además, otro aspecto analizado fue si el costo estaba dentro de presupuesto asignado, teniendo en consideración lo antes mencionado se eligió la laptop Lenovo legión y740.

Respecto al componente de software, en realidad se utilizan diversas herramientas en el proceso de desarrollo de sistemas de realidad virtual inmersiva, uno para el diseño y modelado 3D, otro para el diseño y edición de imágenes, pero el más importante es el motor de videojuegos que permite integrar todo en una sola aplicación. Para el diseño y modelado 3D se optó por usar SketchUp ya que es un excelente software para modelado 3D. Para el software de diseño de imagen se utilizó GIMP el cual es un software libre con muchas herramientas útiles similares a las disponibles en aplicaciones comerciales. Finalmente, para el entorno de videojuegos se eligió Unity 3D, este último se eligió por gama de

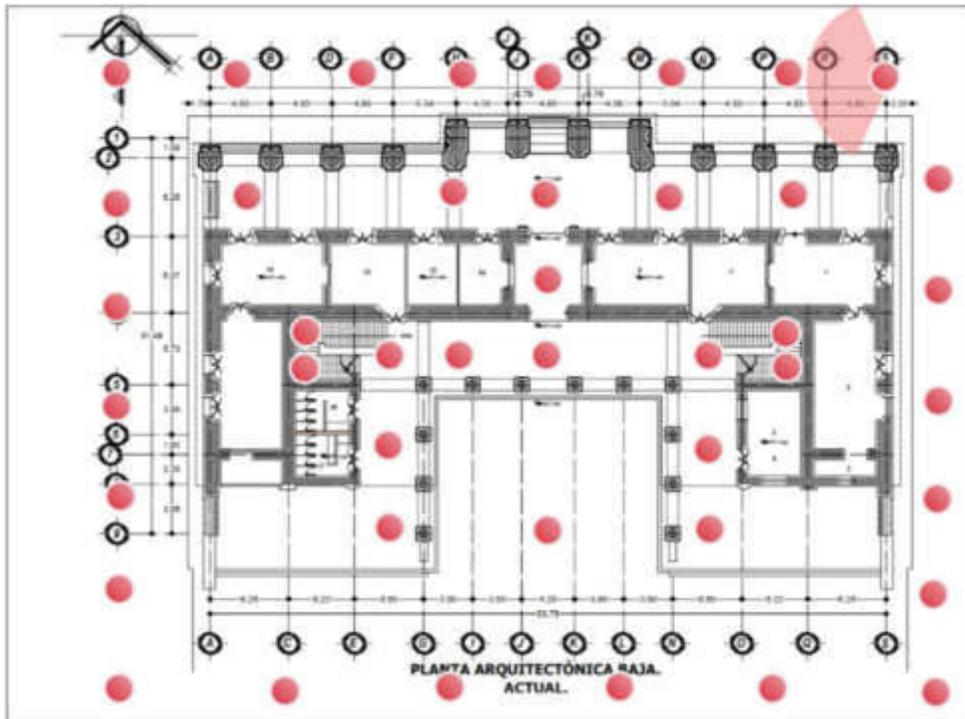
componentes de software ya prefabricados con los que cuenta. Además, existen publicaciones que reportan su uso con muy buenos resultados en la construcción de entornos virtuales orientados al turismo, por ejemplo, en Zúñiga, Amador, Mejía, Morales, y Mota (2014), así como en Duguleana y Postelnicu (2019).

#### Construir un repositorio de imágenes

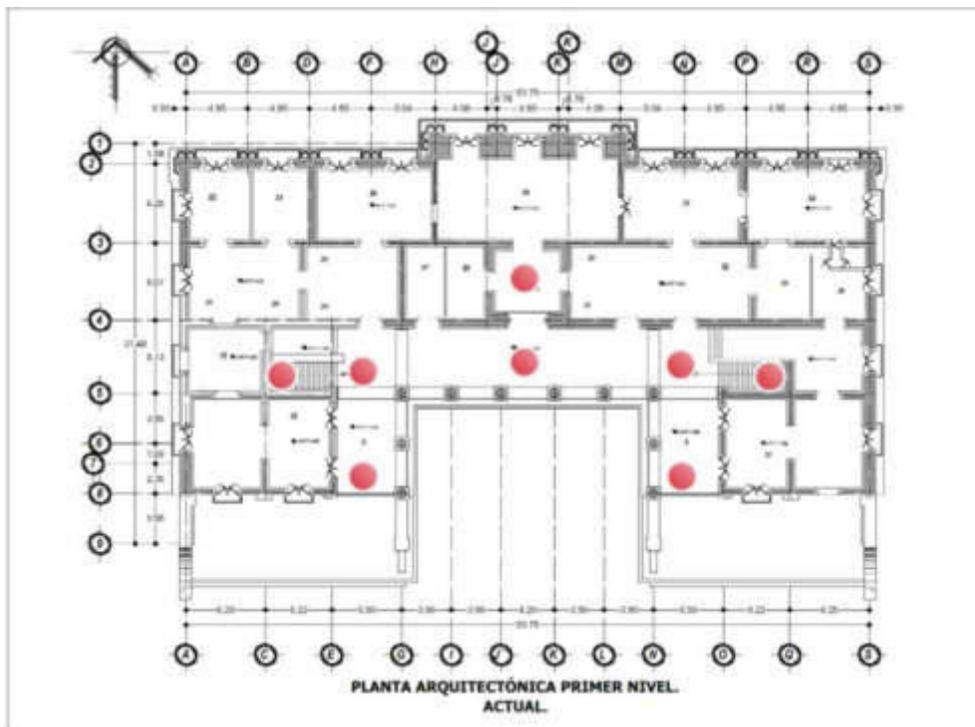
La construcción del repositorio de imágenes inició desde los primeros recorridos por el centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec. No obstante, esta acción fue permanente y dada las restricciones de movilidad por la pandemia se aprovechó cada salida para tomar fotografías de los lugares visitados. Al final se logró construir un repositorio de imágenes digitales principalmente de los dos sitios de interés histórico seleccionados. Del conjunto conventual dominico se tienen imágenes de los nuevos vestigios históricos recientemente descubiertos a raíz del terremoto de septiembre de 2017. En cuanto al palacio municipal, además de imágenes 2D, también se cuenta ahora con un conjunto de imágenes en 360°. En ambos casos esto permite preservar un registro digital de estos emblemáticos sitios históricos del municipio de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca. Este repositorio de imágenes digitales quedó bajo resguardo del CARVAD disponible para quienes lo soliciten formalmente.

#### Maquetación de prototipos

A partir de los planos del palacio municipal y de los planos parciales del conjunto conventual, obtenidos a través del Director del Patrimonio Edificado e Interiorizado del H. Ayuntamiento Constitucional de Santo Domingo Tehuantepec, el Arq. Luis Mario Díaz Jiménez, es posible maquetar sobre éstos los recorridos virtuales, tanto del palacio municipal como del conjunto conventual. Para el recorrido virtual Web en 360°, luego de un análisis de las recomendaciones en diversas fuentes, se tomó la decisión de capturar imágenes cada 12 metros, tanto en la planta baja (ver Figura 10), como en la planta alta (ver figura 11). El inicio de este recorrido se concibió para iniciar en la esquina superior izquierda en dirección hacia abajo hasta dar la vuelta al palacio, para posteriormente introducirse a los pasillos y planta alta, sin embargo, es posible seleccionar de forma arbitraria cualquier *hotspot* dentro de cada planta arquitectónica.

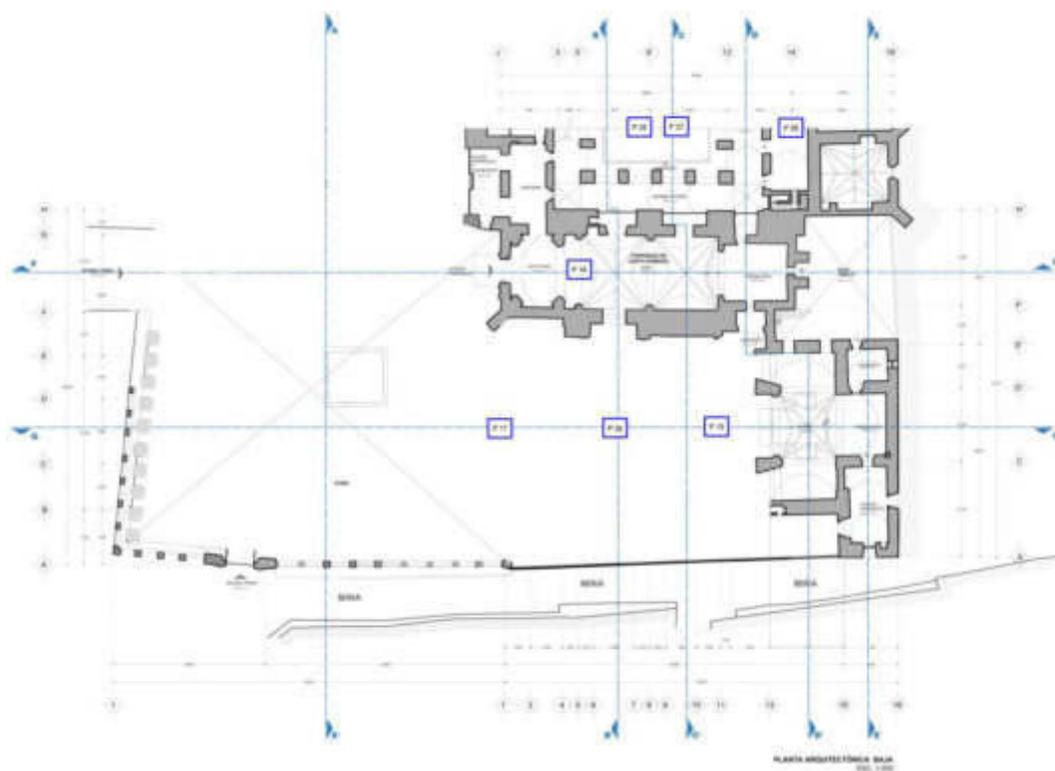


**Figura 10.** Planta baja del palacio municipal indicando los *hotspot* de navegación en color rojo.  
 Fuente: Planos arquitectónicos proporcionados por el Arq. Luis Mario Díaz Jiménez

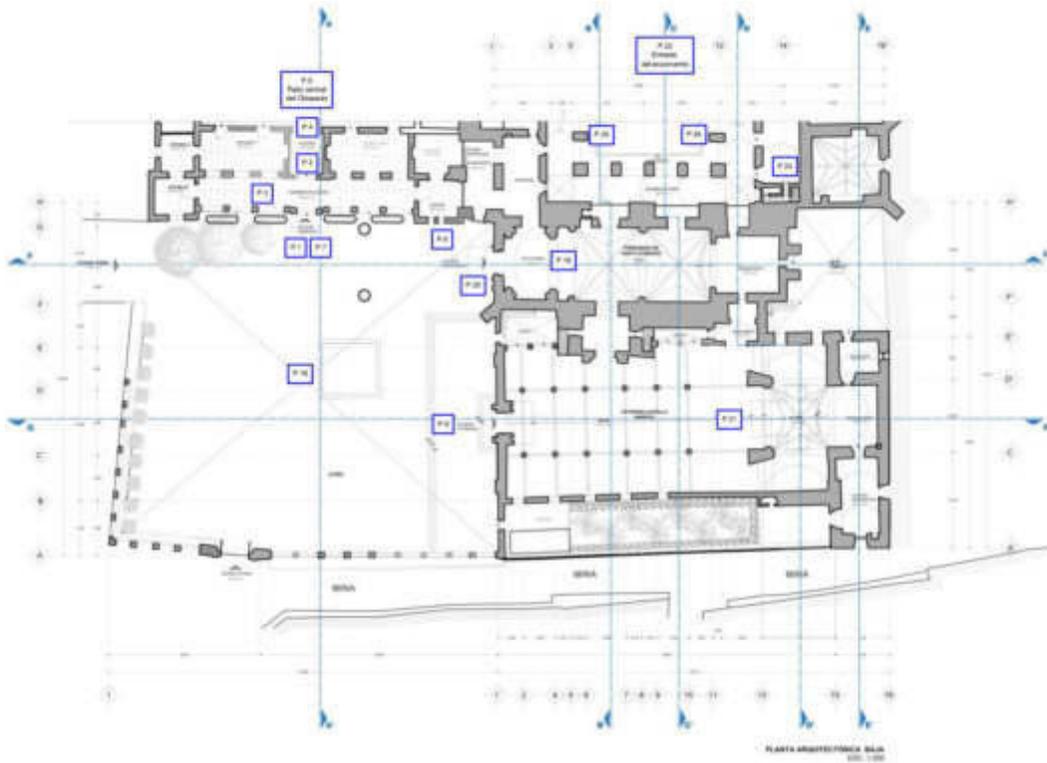


**Figura 11.** Planta alta del palacio municipal indicando los *hotspot* de navegación en color rojo.  
 Fuente: Planos arquitectónicos proporcionados por el Arq. Luis Mario Díaz Jiménez

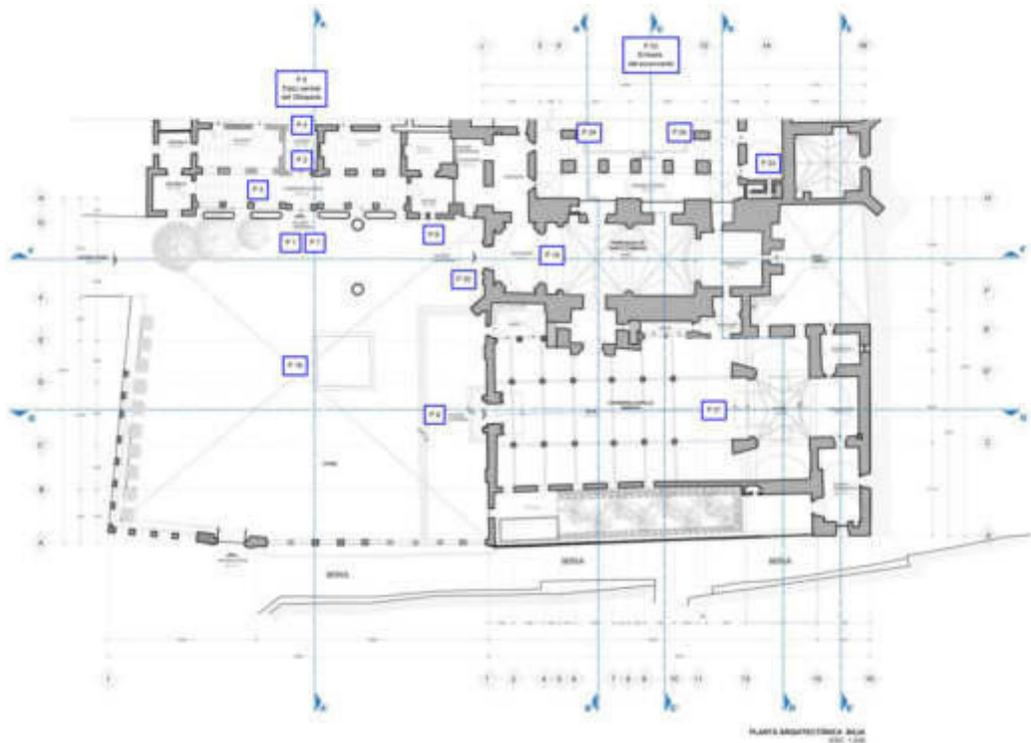
Para el caso del conjunto conventual se construyeron un total de 49 fichas informativas de las cuales se desprende información a mostrar en los paneles que aparecen durante el recorrido virtual. Los planos arquitectónicos permitieron definir su ubicación dentro del recorrido según correspondiera a las tres etapas históricas del inmueble: siglo XVI, siglo XIX, y época actual. En la Figura 12 se muestra la distribución de 7 de estas fichas correspondientes a información relacionada con el siglo XVI. En la Figura 13 se muestra la distribución de 16 de las fichas con información relacionada al siglo XIX. Por último, en la Figura 14 se muestra la distribución de las otras 26 fichas con información relacionada a la época actual, donde se encuentran nuevos hallazgos históricos revelados durante la restauración del conjunto conventual, posterior a los sismos de 2017.



**Figura 12.** Distribución de paneles informativos para el siglo XIV.  
Fuente: Planos arquitectónicos proporcionados por el Arq. Luis Mario Díaz Jiménez

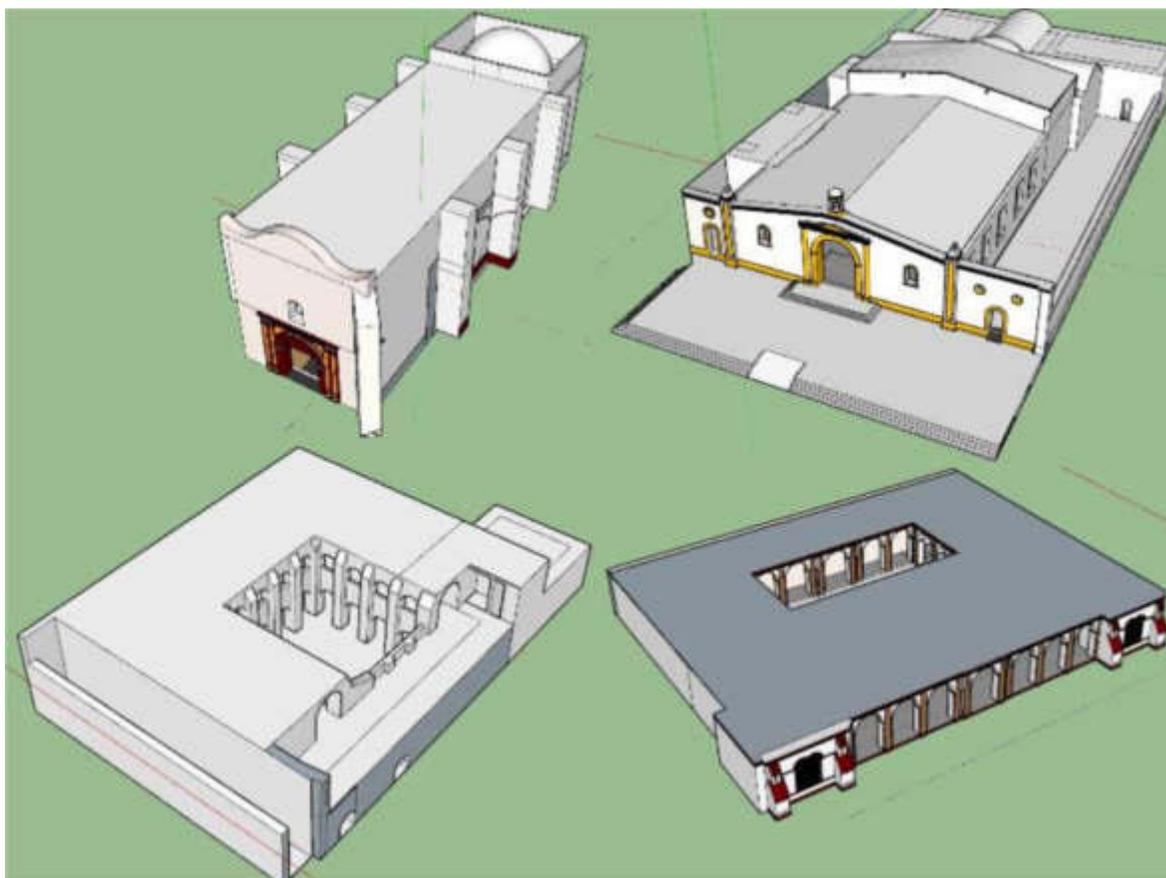


**Figura 13.** Distribución de paneles informativos para el siglo XIX.  
 Fuente: Planos arquitectónicos proporcionados por el Arq. Luis Mario Díaz Jiménez



**Figura 14.** Distribución de paneles informativos para la época actual.  
 Fuente: Planos arquitectónicos proporcionados por el Arq. Luis Mario Díaz Jiménez

Además, para este recorrido virtual inmersivo se requirió de maquetar modelos 3D a partir de los planos arquitectónicos y de fotografías del sitio. El modelado 3D se realizó en ScketchUp, al final el modelo del conjunto conventual se dividió en 4 inmuebles para poder separar, en parte, lo que existía en cada etapa de la historia y también para hacer más manejables los modelos 3D. A grandes rasgos en la Figura 15 se presentan los cuatro modelos principales, de izquierda a derecha y de arriba abajo: la parroquia, la catedral, el convento y el obispado.



**Figura 15.** Maquetación de los cuatro inmuebles principales en ScketchUp.

## Construir aplicaciones

Como ya se mencionó, la construcción de aplicaciones toma como base cada una su propia metodología de desarrollo de software según su naturaleza. A continuación, se presentan los resultados más relevantes durante el desarrollo de los recorridos virtuales en cada una de las tecnologías empleadas.

### Desarrollo del recorrido virtual Web en 360°

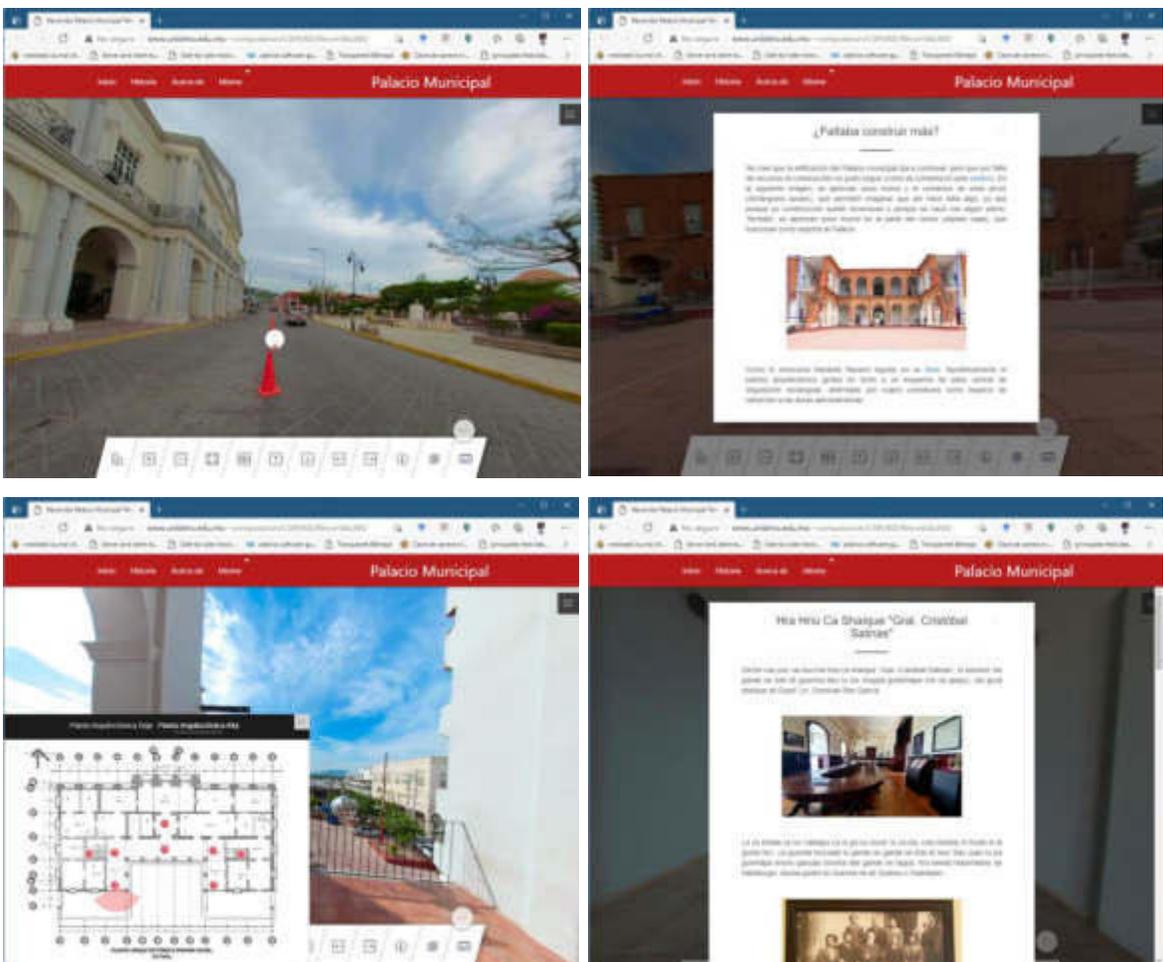
Para comenzar a desarrollar el recorrido, en primer lugar, se cargaron 49 imágenes de 360° capturadas del palacio municipal a la librería de medios que ofrece Lapentor, no sin antes realizar un preprocesamiento de edición y alineación de cada imagen. De acuerdo con la información histórica disponible y la maqueta de navegación, se insertaron 17 puntos de interés (*hotspots*), así se tienen algunos que sirven para transitar entre panoramas, desplegar textos, imágenes 2D, videos y artículos multimedia. Una vez terminado el recorrido se procedió a construir el sitio Web que lo aloja empleando HTML 5 y el *framework* Materialize para su diseño.

A fin de garantizar el cumplimiento de estándares en la construcción del sitio Web que aloja el recorrido, se realizaron pruebas utilizando los validadores de la World Wide Web Consortium (W3C). La evaluación arrojó solo 9 errores correspondientes a etiquetas *iframe* que se incrustan de manera predeterminada por la herramienta Lapentor. Dado que estas etiquetas con los atributos incrustados Lapentor los utiliza para una mayor compatibilidad con diversos navegadores actuales y antiguos, se decidió no modificarlos. A excepción de lo anterior, todo el resto del sitio no reportó error alguno. En cuanto a las pruebas de accesibilidad se utilizó la herramienta *achecker*, detectándose 3 errores que fueron corregidos apropiadamente. Finalmente, la prueba de velocidad de carga se realizó con la herramienta *solarwinds pingdom*, los resultados obtenidos califican como buenos con porcentajes que superan el 85% de los indicadores que maneja dicha herramienta.

Un aspecto relevante en el desarrollo es la evaluación por expertos. En este sentido se logró contar con un experto en historia, el Cronista de la Ciudad, el Sr. Rómulo Jiménez Celaya, al cual se le presentó la primera versión del recorrido (ver Figura 16), realizando un conjunto de observaciones y precisiones sobre la información y fuentes citadas. Con esta primera valoración se realizaron los ajustes correspondientes para construir la versión final del recorrido virtual en Web de 360° (ver Figura 17).



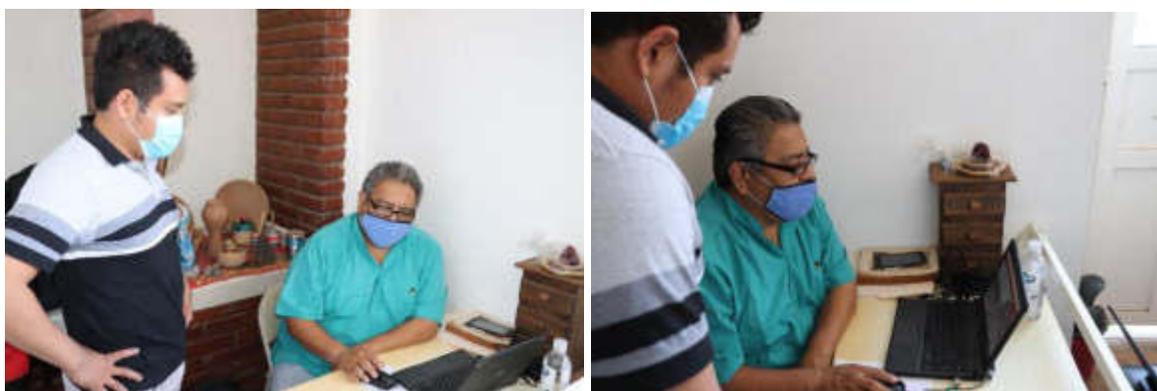
**Figura 16.** Primera valoración del recorrido virtual en Web de 360° de parte del Cronista de la Ciudad, Sr. Rómulo Jiménez Celaya.



**Figura 17.** Vistas de la versión final del recorrido virtual en Web de 360°.

La versión final del recorrido se les presentó, nuevamente al Sr. Rómulo Jiménez Celaya y a la también experta en historia M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona, realizando con ambos

un cuestionario TAM (Modelo de Aceptación de la Tecnología), la cual valora la facilidad de uso percibida, así como la utilidad percibida. Además, se adicionaron otras seis preguntas abiertas para conocer la opinión de los expertos acerca de los elementos visuales y la veracidad de la información presentada. En cuanto al cuestionario TAM se corrobora que el producto de software tiene un alto nivel en la facilidad de uso percibida, así como en la utilidad percibida. En cuanto a la información presentada, el análisis minucioso de los expertos permitió detectar pequeñas precisiones a realizarse sobre la información presentada. La última versión del recorrido virtual en Web de 360° está disponible en la siguiente dirección: <http://www.unistmo.edu.mx/~computacion/CARVAD/Recorrido360/>

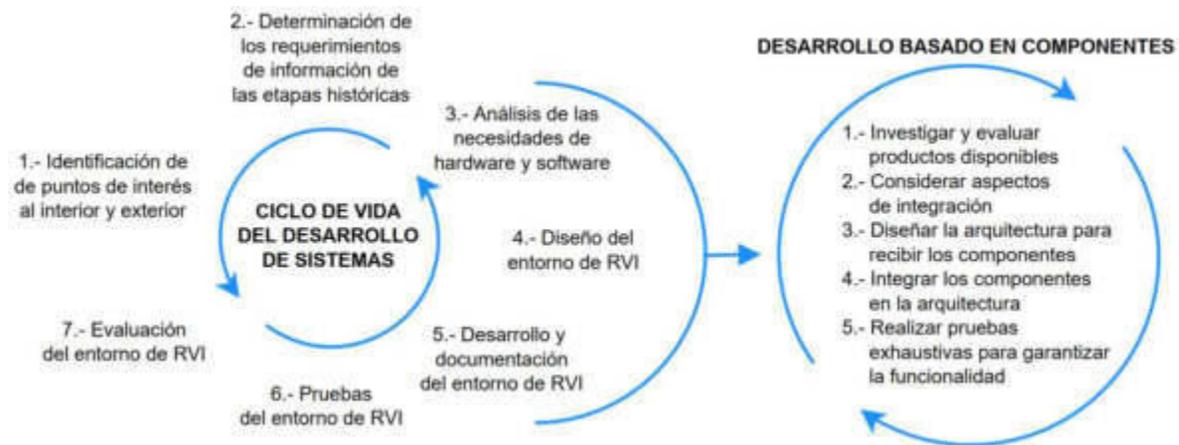


**Figura 18.** Segunda valoración del recorrido virtual en Web de 360° de parte del Cronista de la Ciudad, Sr. Rómulo Jiménez Celaya.

#### Desarrollo del recorrido virtual en RV inmersiva y semi inmersiva

Este desarrollo siguió todas las fases del SDLC en conjunto con el desarrollo basado en componentes. A manera de síntesis en la Figura 19 se esquematiza una adaptación de la metodología, la cual incluye la relación que guardan tres de las fases del SDLC con el desarrollo basado en componentes y sus cinco etapas. En la primera fase del ciclo de vida del desarrollo de sistema, se identificaron los puntos de interés interiores y exteriores de la infraestructura del conjunto conventual dominico, con el asesoramiento de un experto en historia del arte, además del apoyo del director del patrimonio edificado e interiorizado del municipio de Santo Domingo Tehuantepec. En la segunda fase, se determinaron los requerimientos de información de las diferentes etapas del conjunto conventual dominico

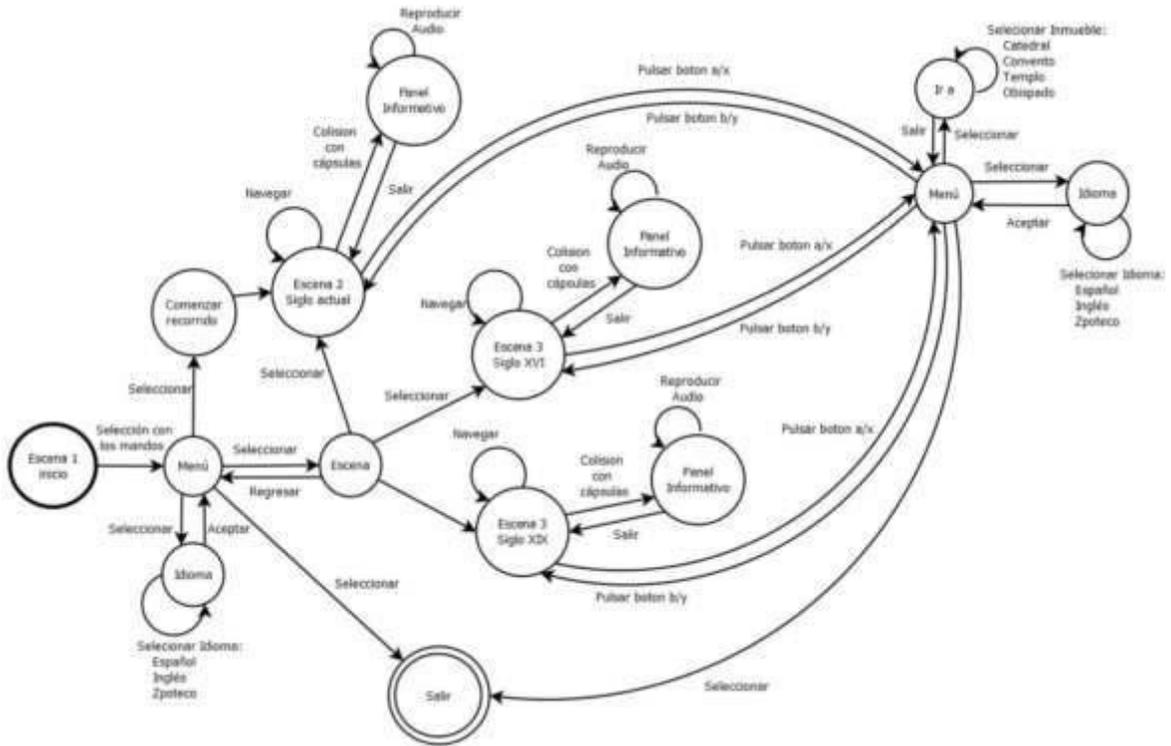
como capilla abierta, convento, cuartel, cárcel, y casa de la cultura; esta información se corroboró con ayuda de dos expertos.



**Figura 19.** El ciclo de vida del desarrollo de sistemas y el desarrollo basado en componentes.  
Fuente: Adaptado de (Kendall & Kendall, 2011) y (Pressman, 2010), citados por (Cantón, Arellano, Hernández, & Nieva, 2017)

En la tercera fase, se abordaron en conjunto las 2 primeras etapas del desarrollo de componentes. Se analizaron las necesidades de software y hardware que permitan llevar a cabo la experiencia de la RV Inmersiva en conjunto con la interfaz de usuario, lo que llevó a investigar y evaluar los productos utilizados en proyectos similares, considerando los aspectos de integración de los componentes. La cuarta fase se abordó junto con la tercera etapa del desarrollo de componentes. Ya que en esta parte se diseñó la lógica del sistema que permite la integración de los componentes (ver Figura 20). En la quinta fase, se abordaron en conjunto las 2 últimas etapas del desarrollo de componentes. Se desarrolló el entorno virtual de acuerdo con el diseño de la fase anterior, además se llevó a cabo la integración de los componentes de software y hardware.

Una vez obtenida una primera versión se realizaron pruebas de funcionalidad exhaustivas y los ajustes necesarios para determinar la funcionalidad de los componentes de software y hardware, durante este proceso se llevó a cabo la documentación del proceso de desarrollo. Cabe mencionar que esta primera versión fue presentada al Cronista de la Ciudad, el Sr. Rómulo Jiménez Celaya (ver Figura 21), quien aportó algunas precisiones para la información presentada e ideas para la interacción con el sistema de realidad virtual.



**Figura 20.** Máquina de estados para la lógica del recorrido virtual inmersivo.



**Figura 21.** Primera valoración del recorrido virtual Inmersivo con el casco Oculus Rift S de parte del Cronista de la Ciudad, Sr. Rómulo Jiménez Celaya.

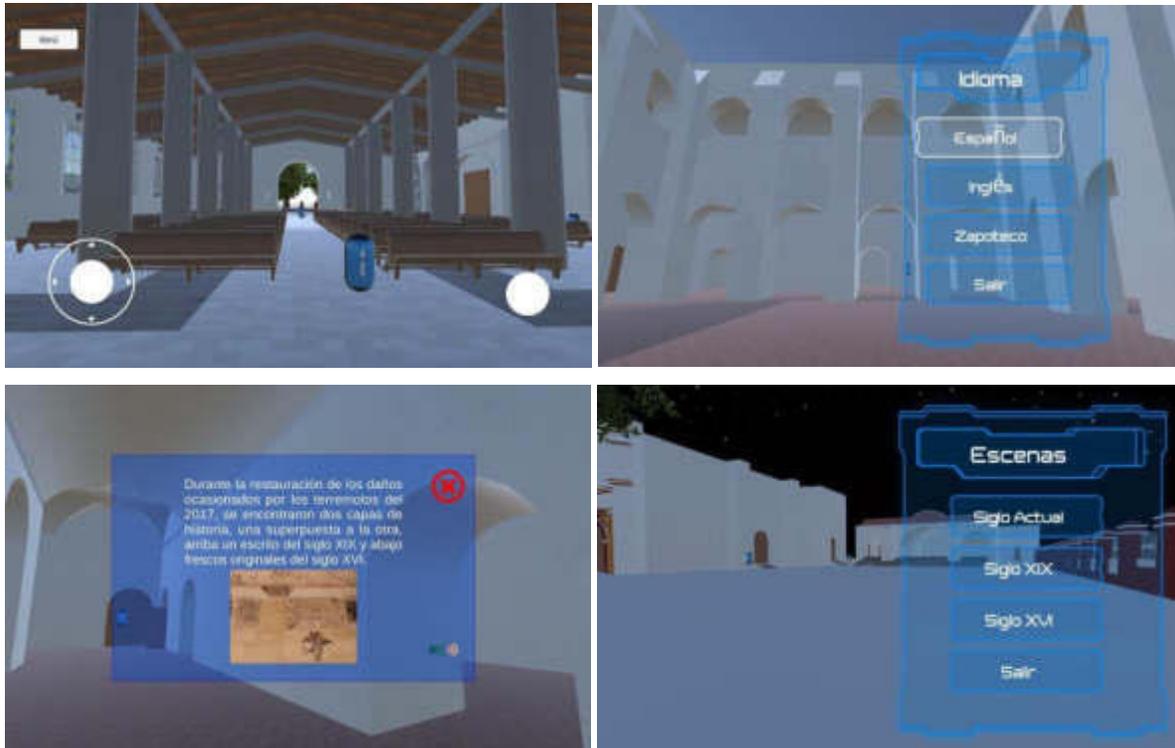
En la sexta fase, se diseñaron y se realizaron pruebas con diferentes usuarios para detectar y corregir errores en la lógica, visualización y navegación del sistema, todos los que se lograron detectar fueron corregidos apropiadamente. En la última fase, se realizaron pruebas de la versión final del recorrido virtual participando una experta en historia del arte M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona, y nuevamente con el cronista de la ciudad (ver Figura 22).



**Figura 22.** Segunda valoración del recorrido virtual Inmersivo con el casco Oculus Rift S de parte del Cronista de la Ciudad, el Sr. Rómulo Jiménez Celaya, y la M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona.

Cabe mencionar que, aunque no manipularon directamente la versión semi inmersiva para dispositivos móviles, también se les dio una demostración de la aplicación en un teléfono inteligente con sistema operativo Android, las imágenes de la Figura 23 presentan capturas de pantalla de esta aplicación, las cuales son muy similares o idénticas a las presentadas en la versión inmersiva para el casco Oculus Rift S. Dicha aplicación móvil está disponible en la siguiente dirección web: [http://www.unistmo.edu.mx/~computacion/CARVAD/RV\\_APK/](http://www.unistmo.edu.mx/~computacion/CARVAD/RV_APK/)

Además, en esta última ocasión también se aplicó un cuestionario TAM (Aceptación de la Tecnología), para valorar la facilidad de uso y utilidad percibida por los usuarios expertos. Los resultados del cuestionario TAM corroboran que el producto de software cumple con los criterios de facilidad de uso percibida, sin embargo, también se detecta un área de oportunidad para mejorar la interacción. En cuanto a la utilidad percibida ambos expertos también coinciden en que el producto de software es útil para promocionar la visita al conjunto conventual, pero también coinciden en que, aunque la información presentada es basta, aún se pueden seguir integrando más fichas informativas.



**Figura 23.** Capturas de pantalla del recorrido de RV semi inmersivo para dispositivos móviles con Android.

## Presentar productos

Una de las actividades finales del proyecto consistió en presentar y entregar al municipio, a través de la Regiduría de Turismo y Desarrollo Económico, dos productos de software de Realidad Virtual, uno para realizar un recorrido virtual Web en 360° del palacio municipal de Santo Domingo Tehuantepec, y el otro para realizar un recorrido virtual semi inmersivo del conjunto conventual dominico empleando dispositivos móviles con Android. Además, también se realizó una demostración del recorrido virtual totalmente inmersivo del conjunto conventual utilizando el casco de RV Oculus Rift S. Tanto la entrega como la demostración se efectuaron en una reunión celebrada el día 22 de febrero del 2021 en las instalaciones de la UNISTMO en horario de 11:00 am a 13:00 pm.

En dicha reunión estuvieron presentes, por parte del municipio: el Síndico Municipal Mtro. Francisco Matus García, el Director de Desarrollo Económico y Turismo Prof. Francisco Cordero Ortiz, el Coordinador de Desarrollo Económico y Turismo Lic. Juan Carlos Trejo

Osorio, y la Regidora de Educación y Salud Lic. Sara Zárate Santiago. Por parte de la UNISTMO, el M. C. Francisco Aguilar Acevedo, jefe de la carrera de Ingeniería en Computación, así como los miembros y colaboradores del CARVAD: M. C. J. Jesús Arellano Pimentel, M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo, M. H. A. Marta Lis Garrido Cardona, e Ing. Ángel Alexis Sosa Gómez. Por parte del municipio estuvieron presentes. Las imágenes de la Figura 24 son evidencia de dicho evento.

Cabe mencionar que, además de los productos de software con los recorridos virtuales, también se realizó la entrega física y en formato digital de dos trípticos para la promoción y difusión de los recorridos. Ambos trípticos utilizan Realidad Aumentada con códigos QR para acceder a la descarga de la aplicación en Android, así como para acceder al recorrido Web 360° (ver Anexo A). A partir de todo lo anterior, a continuación, se describen los beneficios logrados en cuanto a la innovación, originalidad del trabajo desarrollado, formación de recursos humanos, así como personas involucradas en el desarrollo del proyecto.



**Figura 24.** Reunión para la presentación de productos finales a autoridades del municipio.

## Beneficios logrados

### I.- Innovación

La innovación radica en el desarrollo de dos nuevos productos de software, construidos sobre la base de tecnologías recientes, que permiten a la población en general conocer y valorar el patrimonio histórico de dos edificios emblemáticos del centro histórico de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca. Uno de ellos es un recorrido virtual Web en 360° del palacio municipal de Santo Domingo Tehuantepec que data del siglo XIX, y el otro es un recorrido virtual del conjunto conventual dominico que data del siglo XVI y en este caso puede realizarse de forma inmersiva con un casco de realidad virtual o semi inmersiva desde un dispositivo móvil con Android.

Con ambos softwares se tiene el potencial de atraer visitantes locales, regionales, nacionales e incluso internacionales, interesados en el turismo histórico y cultural. Además, un beneficio inherente a este tipo de software en realidad virtual Web 360° o realidad virtual semi inmersiva para dispositivos Android, es que prácticamente cualquier persona tiene la posibilidad de recorrer y conocer virtualmente, tanto el palacio municipal como el conjunto conventual, sin necesidad de desplazarse físicamente por el lugar, evitando con ello infringir la restricción de movilidad que por el momento impone la pandemia por la Covid-19. Pero a su vez, existe la posibilidad que cuando la situación de confinamiento cambie, las personas decidan visitar físicamente estos dos edificios y con ello se dinamice la economía local.

Un beneficio más que tiene la presente innovación se vislumbra desde el área educativa, por ejemplo, en el tercer grado de primaria se aborda la asignatura denominada “La entidad donde vivo”. Así una de las actividades de aprendizaje a desarrollar bien puede ser realizar los recorridos virtuales de los edificios antes mencionados por parte de los estudiantes desde su hogar. Lo único que requieren para el caso del recorrido Web en 360° es disponer de un dispositivo digital (Computadora, Laptop, tableta electrónica, teléfono inteligente, etc.) con un navegador y conexión a internet, y en el caso del recorrido virtual semi

inmersivo de un dispositivo móvil con Android versión Nougat o superior y preferentemente una resolución de pantalla de 1920 x 1080 para una mejor visualización.

## II.- Originalidad del trabajo desarrollado

En cuanto a la originalidad del trabajo desarrollado es de destacar que es la primera vez que se realiza software en realidad virtual Web 360°, realidad virtual inmersiva, o realidad virtual semi inmersiva para dar a conocer el patrimonio histórico y cultural del centro de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca. En este primer esfuerzo del equipo de desarrollo se han construido tres recorridos virtuales, uno en Web 360° para el palacio municipal, y otros dos para el conjunto conventual usando realidad virtual inmersiva (Oculus Rift S), y semi inmersiva (Android), sin embargo, se tiene la perspectiva a futuro de realizar más recorridos virtuales de otros edificios históricos del centro de la ciudad.

Por lo anterior es posible afirmar que con el resultado final del proyecto desarrollado se sienta un precedente técnico y metodológico para el desarrollo de futuros recorridos virtuales que permitan difundir, preservar y promover la riqueza del patrimonio histórico y cultural del municipio de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca.

## III.- Formación de recursos humanos

Al desarrollo del proyecto estuvieron vinculados a su vez dos proyectos de tesis de licenciatura, los cuales obtuvieron el apoyo de beca de tesis por parte del PRODEP. En el caso del recorrido virtual en Web 360° el trabajo de tesis lo desarrolló el ahora Ingeniero en Computación Emanuel Marcial Castillo con el tema de tesis titulado “Recorrido Virtual Web 360° para fomentar el turismo y preservar el patrimonio del Palacio Municipal de Santo Domingo Tehuantepec”, bajo la dirección del M. C. C. Omar Santiago Nieva García. En el caso de los recorridos virtuales del conjunto conventual el trabajo de tesis lo desarrolló el ahora Ingeniero en Computación Ángel Alexis Sosa Gómez con el tema titulado “Realidad Virtual Inmersiva del patrimonio cultural tangible del conjunto conventual dominico de Santo Domingo Tehuantepec Oaxaca para fomentar el turismo”, bajo la dirección del M. C. J. Jesús Arellano Pimentel.

Cabe mencionar que durante el desarrollo de ambos proyectos de tesis el Sr. Rómulo Jiménez Celaya, cronista de la ciudad, proporcionó asesoría en dos ocasiones principalmente para confirmar y rectificar información histórica que se presenta en ambos recorridos. Así mismo, cabe señalar la intervención del Lic. Melquiades Antonio Ruiz Vicente, Regidor de Turismo y Desarrollo Económico, para la toma de fotografías en 360° y 2D del palacio municipal. De igual forma también es importante mencionar la intervención realizada por el Arq. Luis Mario Díaz Jiménez, Director de Patrimonio Edificado e Interiorizado del Ayuntamiento, para acceder al conjunto conventual dominico, así como su gestión para obtener los planos parciales de dicho conjunto y del palacio municipal.

#### **IV.- Personas involucradas en el proyecto**

Las personas involucradas directamente en el desarrollo del proyecto son los miembros y colaboradores del CARVAD. Los miembros son: M. C. J. Jesús Arellano Pimentel, Dr. Miguel Ángel Hernández García, M. C. C. Omar Santiago Nieva García, y M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo. Los colaboradores son: M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona, Lic. Martha Patricia Luna González, Ing. Ángel Alexis Sosa Gómez, e Ing. Emanuel Marcial Castillo. Además, tal como se mencionó anteriormente también se dio la intervención y gestión de tres personas del Ayuntamiento: Sr. Rómulo Jiménez Celaya, Arq. Luis Mario Díaz Jiménez, y Lic. Melquiades Antonio Ruiz Vicente.

#### **Reflexiones finales**

El patrimonio edificado de Tehuantepec tiene un gran acervo histórico y cultural que data del siglo XVI, pasando por el siglo XIX y época actual, lo que le da el potencial de ser un destino de turismo cultural. Hoy en día contar con productos de software como los recorridos virtuales desarrollados permiten usar las nuevas tecnologías, que están al alcance de la mayoría de las personas, para, por un lado, motivar la intención de visita de potenciales turistas, y por otro lado preservar y valorar el acervo histórico del municipio. Lo anterior redundará en potenciales beneficios de índole educativa, cultural, social y económica. Sin embargo, habrá que esperar un poco para observar el impacto de los productos de software desarrollados por el CARVAD.

## Referencias

- Bec, A., Moyle, B., Timms, K., Shcaffer, V., & Skavronskaya, L. (2019). Management of immersive heritage tourism experiences: A conceptual model. *Tourism Management*(72), 117-120. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.10.033>
- Burgoa, F. (1934). *Geográfica descripción de la parte septentrional del Polo Artico de la América y nueva iglesia de las Indias Occidentales*. México.
- Cantón, D., Arellano, J. J., Hernández, M. A., & Nieva, O. S. (2017). Uso didáctico de la realidad virtual inmersiva con interacción natural de usuario enfocada a la inspección de aerogeneradores. *Apertura. Revista de innovación Educativa*, 9(2), 8-23. doi:<http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v9n2.1049>
- Caro, J. L., Luque, A., & Zayas, B. (2015). Nuevas tecnologías para la interpretación y promoción de los recursos turísticos culturales. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 13(4), 931-945. Retrieved from <http://pasosonline.org/en/articles/download/file?fid=57.817>
- Chicatti, D. (2005). *Tehuantepec, ayer y hoy*. Conaculta.
- Cruz, E. (2017, Octubre 20). *Palacio y chalet de Tehuantepec, inmuebles a prueba*. Retrieved from Matutinazo Noticias: <http://matutinazo.com/2017/10/20/palacio-chalet-tehuantepec-inmuebles-a-prueba-terremotos/>
- De la Rosa, A. (2019, Abril 9). Carlos Slim Domit propone convocar a participantes del sector turístico para impulsar la promoción. *El Economista*. Retrieved from <https://www.economista.com.mx/turismo/Carlos-Slim-Domit-propone-convocar-a-participantes-del-sector-turistico-para-impulsar-la-promocion-20190409-0097.html>
- Duguleana, M., & Postelnicu, C. (2019). Towards Preserving Transylvanian Fortified Churches in Virtual Reality. In M. Duguleană, M. Carrozzino, M. Gams, & I. Tanea, *VR Technologies in Cultural Heritage. VRTCH 2018. Communications in Computer and Information Science, vol 904*. (pp. 34-45). Springer, Cham.
- Flavián, C., Ibáñez, S., & Orús, C. (2018). The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. *Journal of Business Research*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.050>
- Fuentes-Moreleda, L., Morere-Molinero, N., & Ferreiro, É. (2020). Experiencias virtuales en turismo cultural en un nuevo escenario pos-COVID-19. El caso de las visitas virtuales de la Torre de Hércules. In M. Simancas, S. Hernández, & N. Padrón, *Turismo pos-COVID-19. Reflexiones, retos y oportunidades* (pp. 581-594). La

Laguna, España: Universidad de la Laguna.  
doi:<https://doi.org/10.25145/b.Turismopos-COVID-19.2020>

Garrido, M. L. (1995). *Monumentos Coloniales Religiosos del Istmo de Tehuantepec*. INAH-México.

Han, D., & Jung, T. (2018). Identifying Tourist Requirements for Mobile AR Tourism Applications in Urban Heritage Tourism. In T. Jung, M., & M. C. tom Dieck, *Augmented Reality and Virtual Reality. Empowering Human, Place and Business* (pp. 3-20). Springer, Cham.

INEGI. (2016). *Encuesta Intercensal (IEC2015). Panorama sociodemográfico de Oaxaca 2015*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Instituto del Patrimonio Cultural del Estado de Oaxaca. (2009). *Celebración de convenios por la salvaguarda del legado cultural*. Oaxaca: Instituto del Patrimonio Cultural del Estado de Oaxaca. Retrieved from <http://www.inpac.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2017/05/GACETA14.pdf>

Instituto Nacional de Antropología e Historia de México. (2019). *Ficha del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles número I-0012004279*. INAH. Retrieved from [http://catalogonacionalmhi.inah.gob.mx/consulta\\_publica/detalle/48583](http://catalogonacionalmhi.inah.gob.mx/consulta_publica/detalle/48583)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (n.d.). *DENUE Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Retrieved Enero 10, 2020, from INEGI DENUE: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>

Kendall, K., & Kendall, J. (2011). *Análisis y diseño de sistemas* (Octava ed.). Estado de México: Pearson Educación.

Little, C., Bec, A., Moye, B. D., & Patterson, D. (2019). Innovative methods for heritage tourism experiences: creating windows into the past. *Journal of Heritage Tourism*. doi:10.1080/1743873X.2018.1536709

Mah, O. B., Yan, Y., Tan, J. S., Tan, Y. X., Tay, G. Q., Chiam, D. J., . . . Feng, C. C. (2019). Generating a virtual tour for the preservation of the (in)tangible cultural heritage of Tampines Chinese Temple in Singapore. *Journal of Cultural Heritage*, 39, 202-211. doi:<https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.04.004>

Navarro, M. (2015). *La modernidad durante el porfirismo en Tehuantepec, Oaxaca. El Chalet Porfiriano de Juana C. Romero. [Tesis de Maestría]*. México, D. F.: UNAM. Retrieved from <https://repositorio.unam.mx/contenidos/100181>

- Njerekai, C. (2019). An application of the virtual reality 360° concept to the Great Zimbabwe monument. *Journal of Heritage Tourism*, 1-13.  
doi:<https://doi.org/10.1080/1743873X.2019.1696808>
- Pressman, R. (2010). *Ingeniería de software. Un enfoque práctico* (séptima ed.). MacGraw-Hill.
- SDT Noticias. (2020, Enero 19). *Revelaciones de la reconstrucción del exconvento [Publicación de estado]*. Retrieved from Facebook:  
<https://www.facebook.com/sdtnoticias/videos/537447630201750/>
- Tussyadiah, L. P., Wang, D., Jung, T. H., & tom Dieck, M. C. (2018). Virtual reality, presence, and attitude change: Empirical evidence from tourism. *Tourism Management*(66), 140-154. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.12.003>
- Zepeda, A., Medina, L. T., & Flores, A. M. (2020). Política turística ante el COVID-19: El caso de México. *Dimensiones Turísticas*, 69-94.  
doi:<https://doi.org/10.47557/WOXQ7908>
- Zúñiga, J. A., Amador, J. J., Mejía, C., Morales, A., & Mota, C. I. (2014). Desarrollo de un entorno virtual tridimensional como herramienta de apoyo a la difusión turística de la zona arqueológica de Teotihuacán. *Acta Universitaria*, 24(4), 34-42. Retrieved from <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/39193>

# Anexo A. Trípticos de los softwares desarrollados

## Créditos

El Recorrido Virtual Web 360° es un proyecto realizado por Emanuel Marcial Castillo como trabajo de tesis en la carrera de Ingeniería en Computación de la Universidad del Istmo, bajo la dirección del M. C. Omar S. Nieva García.

Dicho trabajo está enmarcado dentro del proyecto "Diseño y desarrollo de software en RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Sto. Dom. Tehuantepec, Oax." a cargo del Cuerpo Académico de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas (CARVAD) UNETMO-CA-18.

Los profesores involucrados en el proyecto del CARVAD son: M.C. J. Jesús Arellano Pimentel, M. C. Omar S. Nieva García, Dr. Miguel Ángel Hernández López, M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo, Lic. Martha Patricia Luna González, y M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona.

## Agradecimientos

Al Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el tipo superior (PRODEP) por el financiamiento recibido.

Al Cronista Sr. Bónido Jiménez Celaya, al Arq. Luis Mario Díaz Jiménez y al Lic. Melquades Antonio Ruiz Vicente, por su valiosa colaboración para este proyecto.



## Breve historia del Palacio Municipal de Tehuantepec

El palacio municipal fue uno de los inmuebles que cambiaron la fisonomía del barrio principal de Tehuantepec. Ubicado al sur de la plaza principal, anteriormente, el lugar era un caserón de adobe con paredes interiores y techo de varas y tejas, en el centro de la ciudad. Este caserón fue demolido en 1868 para ser reemplazado por una construcción acorde con la respuesta formal de la segunda mitad del siglo XIX.

De acuerdo con lo comentado por Daniel Chicatti García en su libro "Tehuantepec ayer y hoy", la edificación del edificio comenzó en 1868, siguiendo un trazado idéntico al Palacio de Gobierno del Estado en la ciudad de Oaxaca de Juárez (aunque también se dice que tiene un gran parecido al palacio de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, que data del año 1893).

## Recorre virtualmente el Palacio Municipal de Tehuantepec en Web 360°

Visualiza en 360° el exterior y pasillos del Palacio Municipal de Santo Domingo Tehuantepec.

Visita la planta baja y la planta alta y descubre algunos datos interesantes.

Conoce la historia de este emblemático edificio de finales del siglo XIX.

Elige entre uno de tres idiomas para desplegar información: español, inglés y zapoteco.

Desplázate rápidamente a algunos de los puntos utilizando el plano arquitectónico de la planta alta o la planta baja.



## Ahora puedes visitar en Web 360° el Palacio Municipal de Tehuantepec

### Instrucciones básicas para el recorrido virtual

Es posible visualizar el recorrido virtual desde una computadora, tableta o celular. Para moverte solo tienes que dar clic en algún punto de la imagen y desplazarte hacia la dirección deseada.

En el recorrido existen dos tipos de puntos de acceso (hotspot). Uno es para ir a la siguiente imagen en 360°, el otro permite desplegar información sobre algún punto de interés.



Accede a través de la siguiente dirección Web: <http://www.vistmo.edu.mx/computacion/CARVAD/Recorrido360/>

## Créditos

El Recorrido Virtual Web 360° es un proyecto realizado por Ángel Alexis Sosa Gómez como trabajo de tesis en la carrera de Ingeniería en Computación de la Universidad del Istmo bajo la dirección del M. C. J. Jesús Arellano Pimentel.

Dicho trabajo está enmarcado dentro del proyecto "Diseño y desarrollo de software en RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Sto. Dom. Tehuantepec, Oax." a cargo del Cuerpo Académico de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas (CARVAD) UNISTMO-CA-18.

Las profesoras involucradas en el proyecto del CARVAD son: M. C. J. Jesús Arellano Pimentel, M. C. Omar S. Nieto García, Dr. Miguel Ángel Hernández López, M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo, Lic. Martha Patricia Lusa González, y M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona.

## Agradecimientos

Al Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el tipo superior (PRODEP) por el financiamiento recibido.

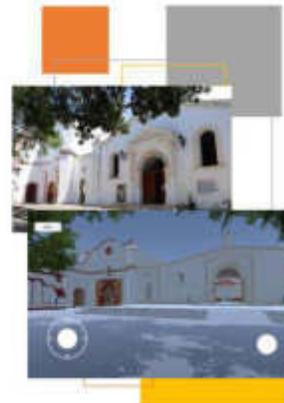
A la Fundación Alfredo Harp Helú de Oaxaca por facilitarnos los planos arquitectónicos para el desarrollo del proyecto.

Al Arq. Luis Mario Díaz Jiménez y al Cronista Sr. Rómulo Jiménez Celaya, por su valiosa colaboración para este proyecto.



## Código QR de Acceso

Escanea el código QR para acceder al enlace de descarga del apk para su instalación en dispositivos Android.



Recorrido Virtual del  
Conjunto Conventual  
Dominico de Santo  
Domingo  
Tehuantepec



## Breve historia del Conjunto Conventual Dominicano de Santo Domingo Tehuantepec

Su construcción inició en 1544 auspiciado por la orden dominica y personajes como el rey Coscopú y Don Hernán Cortés. Originalmente estaba constituido por un convento e iglesia principal para los españoles y una capilla abierta para los indígenas.

En la segunda mitad del siglo XIX se registró un cambio de uso al ser utilizado como cuartel y cuartel militar. Es hasta la década de 1960 que se inicia su restauración y en 1977 el convento es desalojado para convertirse en 1984 en casa de la cultura de Tehuantepec.

Recientemente, a raíz de los terremotos de 2017, se han descubierto nuevos vestigios en este emblemático inmueble testigo de importantes sucesos históricos no solo del Istmo de Tehuantepec, sino del país.

## Este recorrido virtual te permite:

Visitar virtualmente el conjunto conventual realizando "vistas" al pasado: Siglos XVI y XIX, así como la época actual.

Elegir el idioma del recorrido, pudiendo ser: español, inglés o zapoteco.

Escuchar y leer datos históricos y nuevos vestigios recién descubiertos al coexistir con réplicas interactivas.

Desplazarte rápidamente a través de un menú entre diferentes edificios del conjunto conventual: catedral, templo, exconvento y obispado.

Observar de día y de noche los diferentes edificios del conjunto conventual, así como otras cosas interesantes por descubrir.

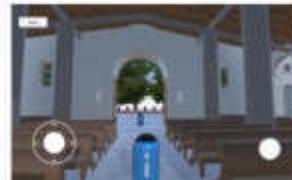


## Visita a través del tiempo en Realidad Virtual el Conjunto Conventual Dominicano

### Instala la App para que puedas disfrutar de la RV

Accede al enlace de descarga a través de la siguiente dirección:  
[http://www.unistmo.edu.mx/~comunicacion/CARVAD/RV\\_APK/](http://www.unistmo.edu.mx/~comunicacion/CARVAD/RV_APK/)

Instala el apk en tu dispositivo Android y disfruta del recorrido virtual.



Anexo Q.- Tríptico del Recorrido Virtual del Conjunto  
Conventual de Sto. Dom. Tehuantepec

## Créditos

El Recorrido Virtual Web 360° es un proyecto realizado por Emanuel Marcial Castillo como trabajo de tesis en la carrera de Ingeniería en Computación de la Universidad del Istmo, bajo la dirección del M. C. Omar S. Nieva García.

Dicho trabajo está enmarcado dentro del proyecto “Diseño y desarrollo de software en RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Sto. Dom. Tehuantepec, Oax.” a cargo del Cuerpo Académico de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas (CARVAD) UNISTMO-CA-18.

Los profesores involucrados en el proyecto del CARVAD son: M.C. J. Jesús Arellano Pimentel, M. C. Omar S. Nieva García, Dr. Miguel Ángel Hernández López, M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo, Lic. Martha Patricia Luna González, y M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona.

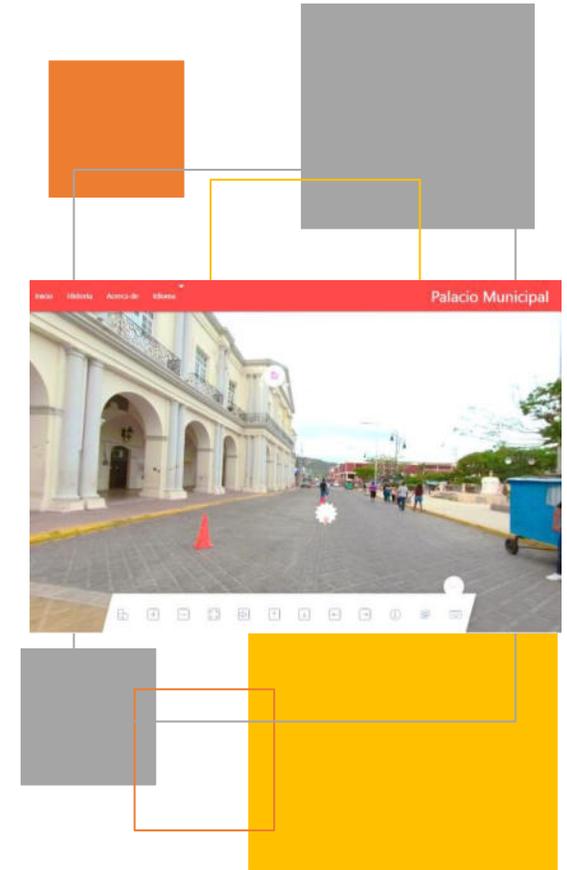
## Agradecimientos

Al Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el tipo superior (PRODEP) por el financiamiento recibido.

Al Cronista Sr. Rómulo Jiménez Celaya, al Arq. Luis Mario Díaz Jiménez y al Lic. Melquiades Antonio Ruiz Vicente, por su valiosa colaboración para este proyecto.

## Código QR de Acceso

Escanea el código QR para acceder al Recorrido Virtual Web 360° del Palacio Municipal de Sto. Dom. Tehuantepec.



**Recorrido Virtual  
Web 360° del Palacio  
Municipal de Santo  
Domingo  
Tehuantepec**





## Breve historia del Palacio Municipal de Tehuantepec

El palacio municipal fue uno de los inmuebles que cambiaron la fisonomía del barrio principal de Tehuantepec. Ubicado al sur de la plaza principal, anteriormente, el lugar era un caserón de adobe con paredes interiores y techo de varas y tejas, en el centro de la ciudad. Este caserón fue demolido en 1868 para ser reemplazado por una construcción acorde con la respuesta formal de la segunda mitad del Siglo XIX.

De acuerdo con lo comentado por Daniel Chicatti García en su libro “Tehuantepec ayer y hoy”, la edificación del edificio comenzó en 1868, siguiendo un trazo idéntico al Palacio de Gobierno del Estado en la ciudad de Oaxaca de Juárez (aunque también se dice que tiene un gran parecido al palacio de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, que data del año 1893).

## Recorre virtualmente el Palacio Municipal de Tehuantepec en Web 360°

Visualiza en 360° el exterior y pasillos del Palacio Municipal de Santo Domingo Tehuantepec

Visita la planta baja y la planta alta y descubre algunos datos interesantes

Conoce la historia de este emblemático edificio de finales del Siglo XIX

Elige entre uno de tres idiomas para desplegar información: español, inglés y zapoteco

Desplázate rápidamente a algunos de los puntos utilizando el plano arquitectónico de la planta alta o la planta baja

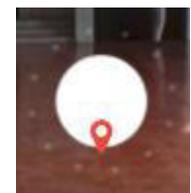


## Ahora puedes visitar en Web 360° el Palacio Municipal de Tehuantepec

### Instrucciones básicas para el recorrido virtual

Es posible visualizar el recorrido virtual desde una computadora, tableta o celular. Para moverte solo tienes que dar clic en algún punto de la imagen y desplazarte hacia la dirección deseada.

En el recorrido existen dos tipos de puntos de acceso (hotspot). Uno es para ir a la siguiente imagen en 360°, el otro permite desplegar información sobre algún punto de interés.



Accede a través de la siguiente dirección Web: <http://www.unistmo.edu.mx/~computacion/CA/RVAD/Recorrido360/>

Anexo R.- Tríptico del Recorrido Virtual Web 360° del Palacio  
Municipal de Sto. Dom. Tehuantepec

## Créditos

El Recorrido Virtual Web 360° es un proyecto realizado por Ángel Alexis Sosa Gómez como trabajo de tesis en la carrera de Ingeniería en Computación de la Universidad del Istmo, bajo la dirección del M. C. J. Jesús Arellano Pimentel.

Dicho trabajo está enmarcado dentro del proyecto “Diseño y desarrollo de software en RA y RV para la promoción turística del centro histórico de Sto. Dom. Tehuantepec, Oax.” a cargo del Cuerpo Académico de Realidad Virtual y Aplicaciones Didácticas (CARVAD) UNISTMO-CA-18.

Los profesores involucrados en el proyecto del CARVAD son: M.C. J. Jesús Arellano Pimentel, M. C. Omar S. Nieva García, Dr. Miguel Ángel Hernández López, M. C. A. Guadalupe Toledo Toledo, Lic. Martha Patricia Luna González, y M. H. A. Martha Lis Garrido Cardona.

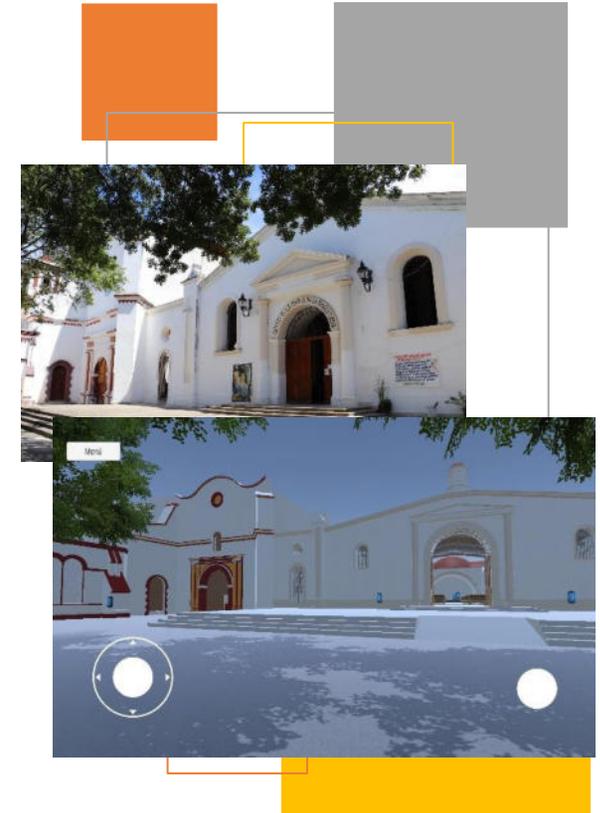
## Agradecimientos

Al Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el tipo superior (PRODEP) por el financiamiento recibido.

A la Fundación Alfredo Harp Helú de Oaxaca por facilitarnos los planos arquitectónicos para el desarrollo del proyecto. Al Arq. Luis Mario Díaz Jiménez y al Cronista Sr. Rómulo Jiménez Celaya, por su valiosa colaboración para este proyecto.

## Código QR de Acceso

Escanea el código QR para acceder al enlace de descarga del .apk para su instalación en dispositivos Android.



**Recorrido Virtual del  
Conjunto Conventual  
Domingo de Santo  
Tehuantepec**





## Breve historia del Conjunto Conventual Dominicano de Santo Domingo Tehuantepec

Su construcción inició en 1544 auspiciado por la orden dominica y personajes como el rey Cosijopij y Don Hernán Cortés. Originalmente estaba constituido por un convento e iglesia principal para los españoles y una capilla abierta para los indígenas.

En la segunda mitad del Siglo XIX se registró un cambio de uso al ser utilizado como cárcel y cuartel militar. Es hasta la década de 1960 que se inicia su restauración y en 1977 el convento es desalojado para convertirse en 1984 en casa de la cultura de Tehuantepec.

Recientemente, a raíz de los terremotos de 2017, se han descubierto nuevos vestigios en este emblemático inmueble testigo de importantes sucesos históricos no solo del Istmo de Tehuantepec, sino del país.

## Este recorrido virtual te permite:

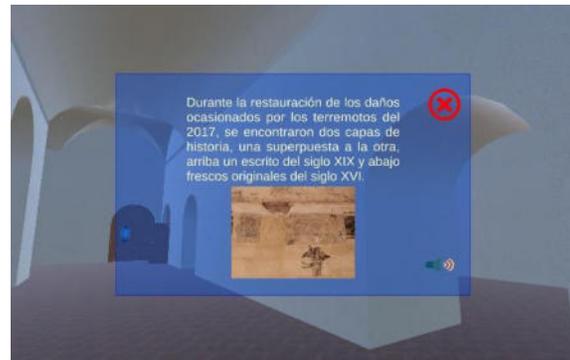
Visitar virtualmente el conjunto conventual realizando “ventanas” al pasado: Siglos XVI y XIX, así como la época actual.

Elegir el idioma del recorrido, pudiendo ser: español, inglés o zapoteco.

Escuchar y leer datos históricos y nuevos vestigios recién descubiertos al colisionar con cápsulas informativas

Desplazarte rápidamente a través de un menú entre diferentes edificios del conjunto conventual: catedral, templo, exconvento y obispado.

Observar de día y de noche los diferentes edificios del conjunto conventual, así como otras cosas interesantes por descubrir.



## Visita a través del tiempo en Realidad Virtual el Conjunto Conventual Dominicano

## Instala la App para que puedas disfrutar de la RV

Accede al enlace de descarga a través de la siguiente dirección:

[http://www.unistmo.edu.mx/~computacion/CA/RVAD/RV\\_APK/](http://www.unistmo.edu.mx/~computacion/CA/RVAD/RV_APK/)

Instala el .apk en tu dispositivo Android y disfruta del recorrido virtual.

