



# Revista ALCONPAT

[http://www.mda.cinvestav.mx/revista\\_alconpat](http://www.mda.cinvestav.mx/revista_alconpat)

eISSN 2007-6835



Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción

## La capilla del hospital “Yurhixo” en Angahuan, Michoacán, México. Su antecedente técnico – arquitectónico y su proceso de restauración

A. Bedolla<sup>1</sup>, E. Alonso<sup>2</sup>, W. Martínez<sup>2</sup>, E. Bedolla<sup>1</sup>, H. Chávez<sup>2</sup>, C. Lara<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>CAEC-UMSNH-171, Facultad de Arquitectura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, 58040, bedollaalberto@gmail.com

<sup>2</sup>CAC-UMSNH-147, Facultad de Ingeniería civil, Departamento de Materiales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, 58040.

### Información del artículo

Artículo recibido el 26 de Enero de 2013, revisado bajo las políticas de publicación de la Revista ALCONPAT y aceptado el 23 de marzo de 2014. Cualquier discusión, incluyendo la réplica de los autores, se publicará en el tercer número del año 2014 siempre y cuando la información se reciba antes del cierre del segundo número del año 2014.

## RESUMEN

La antigua capilla del hospital “Yurhixo” de Angahuan, forma parte importante del contexto histórico de las construcciones edificadas durante los primeros años de la colonización española en la sierra tarasca de la región de Michoacán, México. Esta obra arquitectónica, representante de las capillas de hospital del siglo XVI, muestra la sencillez de solución arquitectónica con la que se cubrían las necesidades de evangelización en esa época.

La investigación se centra en realizar un análisis y registro del inmueble, identificando las alteraciones y deterioros materiales, indicando un dictamen del estado de conservación del mismo, así como proponer una intervención del inmueble, abordando las actividades referentes a consolidación de muros de mampostería exteriores, portada de fachada principal, pisos y recubrimientos interiores, así como la restauración completa de la estructura de madera, indicándose también un proceso de restauración de la cubierta.

© 2014 ALCONPAT Internacional

### Información Legal

Revista ALCONPAT, Año 4, No. 1, Enero – Abril 2014, es una publicación cuatrimestral de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, Internacional, A.C., Av. Zamná No. 295 entre 61 y 63 Fraccionamiento Yucalpetén, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97248, Tel.5219997385893 , alcompat.int@gmail.com, Página Web: [www.mda.cinvestav.mx/alcompat/revista](http://www.mda.cinvestav.mx/alcompat/revista).

Editor responsable: Dr. Pedro Castro Borges. Reserva de derechos al uso exclusivo No.04-2013-011717330300-203, eISSN 2007-6835, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de Informática ALCONPAT, Ing. Elizabeth Sabido Maldonado, Av. Zamná No. 295 entre 61 y 63 Fraccionamiento Yucalpetén, Mérida Yucatán, México, C.P. 97248, fecha de última modificación: 30 de abril de 2014.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor. Queda totalmente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la ALCONPAT Internacional A.C.

**Palabras clave:** Monumentos históricos, restauración, capilla hospital

## ABSTRACT

The old hospital chapel of "Yurhixo" in Angahuan, is an important part of the historical context of the buildings built during the early years of colonization in the Tarascan mountain range of the region of Michoacan, Mexico. This architectural building is an important sample of the sixteenth century hospital chapels, it shows the simplicity of architectural solution that met the needs of evangelization in the regions of the Columbian age.

The research focuses on an analysis and registration of state of the chapel, identifying changes and materials deteriorations, giving an opinion of the state of conservation thereof and to propose a way of intervention of the building, in the proposed restoration activities concerning to consolidation of masonry exterior walls, cover of main facade, interior floors and coatings, and the complete restoration of the wooden structure, indicating a restoration process of the roof.

**Keywords:** Historical monuments, restoration, hospital chapel

Autor de contacto: Elia Alonso

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, hablar de capilla hospital es recordar a Don Vasco de Quiroga, fundador de la construcción en estudio y de varias edificaciones de este tipo en la región purhépecha (tarasca, grupo étnico local), en Michoacán, México. Actualmente se ha reconocido el valor arquitectónico e histórico de la capilla de hospital de Santiago Angahuan, que es una joya arquitectónica del siglo XVI, por lo que el gobierno mexicano se ha ocupado de la restauración y conservación del inmueble, por medio de la intervención de diversas dependencias gubernamentales.

La localidad de Santiago Angahuan, Municipio de Uruapan, Michoacán, figura 1, se encuentra enclavada en las laderas del Pico de Tancítaro, a una altura de 3,845 msnm; se localiza a los 19° 33' de latitud norte y 102° 13' de longitud oeste. Por su ubicación goza de clima frío la mayor parte del año; colinda al poniente con los poblados de Zacán, al norte con Nurío, al oriente con Capácuaro y al sur con Uruapan. Es uno de los pueblos madereros de México que han mantenido, en gran medida, sus costumbres y tradiciones. El lenguaje materno de sus pobladores es el purhépecha.



Figura1. Localización de la localidad de Angahuan,(Google, 2014).

La capilla del hospital de Santiago Angahuan se encuentra localizada en el centro del poblado y en lo alto de una loma, con orientación norte-sur; se ubica al oriente del templo principal, a espaldas de la plaza central.

Del conjunto del hospital aún se conservan los vestigios de lo que fueran las habitaciones, las cuales se utilizan como escuela primaria; su cruz atrial, aunque no corresponde a la ubicación actual, todavía se conserva en buen estado. En cuanto al terreno original del conjunto del hospital, éste fue fraccionado en su mayor parte y edificado como casas-habitación. Posiblemente el ordenamiento de las calles de la población absorbió parte de los terrenos del hospital.

Este poblado durante los siglos XVI y XVII, se registró únicamente como comunidad indígena, no como localidad (López Lara, 1973).

### 1.1 Antecedentes del inmueble

Santiago Angahuan es una localidad que ha sobrevivido a los fuertes sismos que la han sacudido, ubicado en la sierra Purhépecha. Sobre todo en la época en que hizo erupción el volcán Paricutín, el más joven de México, en 1943. Su hospital, el cual está localizado a un costado de la parroquia, está fechado, para su terminación, en la leyenda que enmarca el acceso a la capilla y la cual dice: “*Víspera del glorioso Santiago año de 1570 se acabó este hospital por ... dado del S canónigo de Velasco*”. Sin duda alguna en la capilla, aunque fue una construcción franciscana, no se puede negar la destreza y desempeño de la mano de obra indígena, tanto en el diseño como en los detalles decorativos de la puerta, figura 2. Posteriormente la tomaron bajo su dominio los monjes agustinos, sin registrarse cambio alguno en su arquitectura.



Figura 2. Capilla de Hospital de Santiago Angahuan.

La construcción de la capilla de Santiago Angahuan, por la fecha de terminación que presenta, seguramente precedió a la de Fray Juan de San Miguel en Uruapan, muy conocida en la región como la Guatapera, la cual fue ordenada para su construcción en 1564 y que curiosamente presenta la misma portada que el templo de Angahuan, a la cual George Kubler atribuye a los mismos obreros que hicieron los edificios de Angahuan y Uruapan antes de 1570 (Kubler, 2012).

Para el año de 1789 durante el siglo XVIII, Angahuan se describe ya como localidad; descripción que se hace en la obra “*La Inspección ocular de Michoacán*”: ...*está situado sobre una loma de piedra y tierra... ... El cazerío son chasas de madera o de piedra y lodo, colocadas sin simetría y en solares donde hay manzanas y duraznos* (Bravo Ugarte, 1960).

De esta misma manera, ya para estas fechas la obra de la capilla del hospital se describe en las crónicas como: ...*La capilla del hospital es también de piedra y mezclaron piso entablado, coro alto y arteson, feos, antiguos y poco seguros, y un solo altar con su retablo dorado semejante a la de la iglesia...* (López Lara, 1973). En esa obra también se describe la ocupación y la población registrada en la localidad en el siglo XVI:”...*La población asciende a 75 indios tributarios, de educación que eligen alcalde regidor y mayor y se ocupan de hacer cajones, en la arriería y principalmente en sembrar maíz en sus propias tierras...*”

Estas descripciones confirman ya la existencia de un hospital para el siglo XVI, de construcción sólida no perecedera, por lo que seguramente la estructura que presenta actualmente tiene las mismas bases del diseño y modelo que la inicial, con sus respectivas evoluciones y cambios a lo largo de su vida, por intervenciones de mantenimiento de la propia comunidad.

## 2. PROCEDIMIENTO

El procedimiento esta descrito en los siguientes apartados:

### 2.1 Descripción arquitectónica general.

La capilla del hospital de Santiago Angahuan está conformada por una planta rectangular de claros interiores de 15.05 m de largo x 6.60 m de ancho, las dimensiones exteriores de 8.70 m de ancho por 17.15 m de largo, los muros contemplan una altura de 5.56 m rematados con arrastres de cerramiento de madera, figura 3. Estas medidas son similares a las de la capilla de la localidad de Santiago Nurio Tepecua, una de las primeras edificaciones de la región y de las que, por cierto, más conservan su estado original.

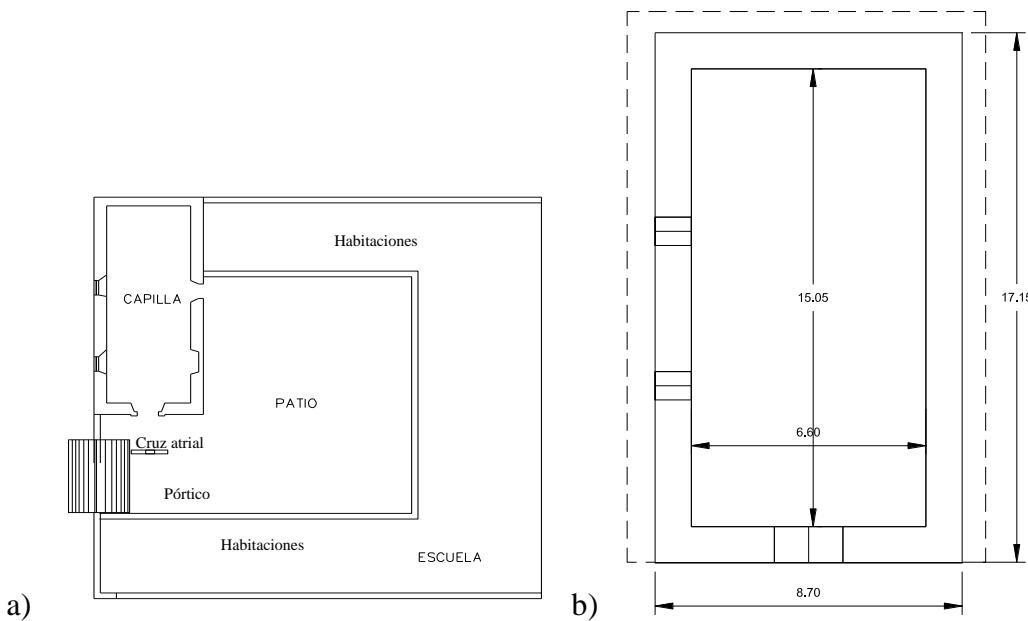


Figura 3. a) Planta conjunto de la capilla del hospital de Santiago Angahuan;  
b) Planta rectangular

En lo que respecta al conjunto del hospital, aún conserva vestigios en uso; sus habitaciones son ahora ocupadas por una escuela primaria. Los patrones que señalan las crónicas e informes contemplaban la existencia de un campanario, pórtico, habitaciones y capilla, correspondiendo a las características típicas de los hospitales de la sierra, como lo señala Ángel Gutiérrez(Gutiérrez Equihua, 2007): ....un pórtico, un campanario por el cual se trascendía a un segundo elemento, un gran espacio abierto con una cruz central y en torno a este las habitaciones de la institución, y por último, un cuarto elemento o componente, la capilla de la Imacula Concepción dominando todo el conjunto....En la actualidad el hospital presenta únicamente algunos de los componentes descritos.

Su fachada, sencilla pero elegante, figura 4, presenta un alfiz con rica decoración ornamentaría en la cual tiene la grabación en piedra de la fecha de terminación de la obra. El acceso está formado por un arco de medio punto y decorado con el llamado cordón franciscano, que es otra de las características que presentan estas construcciones. Cuenta con una cruz atrial labrada en tres piezas en piedra volcánica ubicada al frente de la fachada principal; seguramente su ubicación original correspondía al centro del patio, pero al ser éste reutilizado como patio de recreo de la escuela

primaria, fue modificado y colocada la cruz al frente de la portada. La construcción de la cruz consiste en dos piedras volcánicas labradas de manera circular, ensambladas a media sección en el cruce de ambos elementos.



Figura 4. Fachada de la capilla del hospital de Santiago Angahuan.

## 2.2 De la cubierta

La cubierta existente en esta capilla, figura 5, responde a la denominada de pares o largueros y nudillo de refuerzo, tiene una inclinación en sus vertientes laterales de  $31^{\circ}$ , está formada por pares de madera rolliza o murillos y presenta una peculiaridad en este sistema ya que no todos los ejes de los pares presentan nudillos, siendo aplicados de manera alternada de uno con nudillo y uno sin nudillo.



Figura 5. Cubierta actual de la capilla del hospital de Santiago Angahuan.

La cubierta está formada por tres vertientes: dos laterales y la vertiente posterior ya que la fachada se presenta en forma plana, sin aleros ni salientes.

La parte posterior de la cubierta, donde se unen las tres vertientes, no utiliza limas para su cubierta; únicamente es soportada por un par intermedio que se une en la parte superior con el último eje de los pares, una cubierta de muy simple factura.

## 2.3 La viguería

La construcción de la viguería, figura 6, está conformada por 16 ejes asimétricos con vigas de 0.25 m de peralte por 13 m de ancho y presentan el sistema de vigas sobre zapatas, sistema que describe Luis Torres como uno de los sistemas aplicados para reducir el claro de la viguería (Torres Garibay, 1999).



Figura 6. Sistema de viguería de la capilla del hospital de Santiago Angahuan.

La de Santiago Angahuan es una de las primeras capillas en construirse dentro de la sierra purhépecha, quizás la segunda, y si lo que menciona George Kubler acerca de la mano de obra que la edificó. Se podría considerar que ya que el hospital de Uruapan fue diseñado y dirigido en su construcción por Fray Juan de San Miguel, edificación en la cual, si bien no se comprueba la existencia y uso de un tratado de construcción, sí se demuestran los conocimientos y técnicas sobre el modelo español. Se considera entonces que los diferentes elementos constructivos utilizados en la cubierta y en toda la edificación del hospital de Uruapan, fueron posteriormente aplicados por los constructores (mano de obra indígena) en la localidad y capilla de Angahuan (Kubler, 1982). En la cubierta, las zapatas tienen una sección de 0.25 m de peralte y sobresalen del paño interior 0.50 m y del exterior 0.70 m, teniendo una longitud total de 2.22 m, éstas se apoyan directamente sobre los arrastres de cerramiento de los muros y sobre éstas se apoyan las vigas tirantes del plafón.

#### 2.4 Análisis de los componentes de la cubierta

Como todo proyecto de restauración, para la intervención de la armadura de madera y su cubierta, se analizan cada uno de los elementos de madera que integran o intervienen en la estructura, mas queda en claro que no es un análisis estructural de su comportamiento, sino únicamente un análisis de su función estructural y su aplicación geométrica dentro de la armadura.

El análisis comienza con los elementos que ayudan a distribuir de forma uniforme la descarga de fuerzas sobre los muros “los arrastres o estribos”, estos elementos se consideran como elementos de transición entre dos comportamientos estructurales diferentes: la mampostería y la madera, pero se dejará a discusión posterior si pertenecen a la estructura o a los muros.

#### 2.5 Los arrastres o estribos de cerramiento

En este caso se encontraron arrastres de cerramiento compuestos, exteriores e interiores, con secciones de 0.19 m x 0.11 m al interior, y 0.25 m x 0.13 m al exterior, ambos unidos con un separador o elemento estabilizador.

Estos elementos trabajan de forma tal que no permiten la deformación longitudinal de los estribos, así que los muros se tornan más estables, por otro lado también permiten que la viguería tenga apoyos más estables (menos excéntricos) y con mayor área de descarga.

La ubicación de los arrastres es muy cercana a un tercio del largo de la capilla y se encuentran ensamblados con el sistema de cola de milano mientras que los estribos responden a los ensambles de media madera, figura 7.

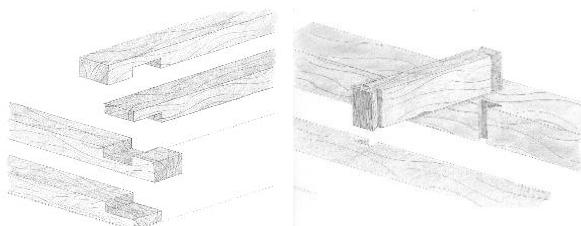


Figura 7. Ensamble de los elementos estabilizadores de la viguería

## 2.6 Análisis de la Viguería

El claro lo cubren 16 vigas que a su vez sirven de plafón decorativo para el interior de la capilla, descansan libremente sobre las zapatas y éstas a su vez sobre los arrastres, figura 8.

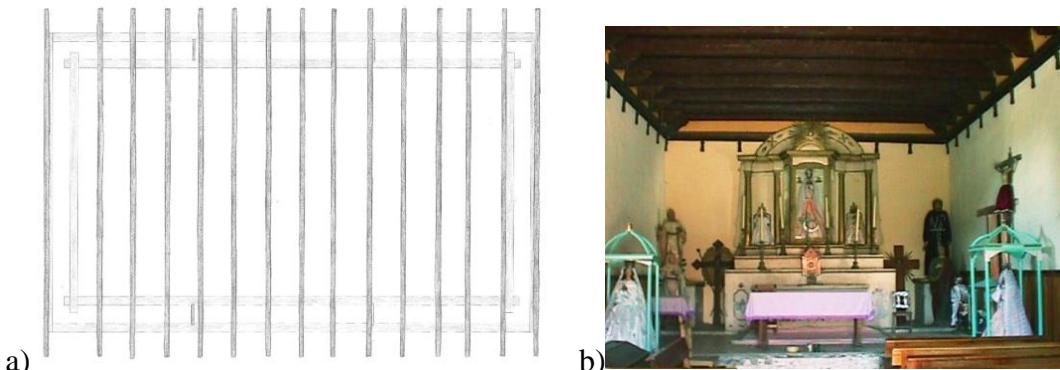


Figura 8. a) Planta del sistema de vigas y b) Plafón del interior de la capilla.

En el registro realizado no se encontraron señales de ningún tipo de ensambles tanto en la zapata como en el estribo; siendo el único elemento de refuerzo ante el deslizamiento y contraflecheo de las vigas, una clavija en la parte exterior de algunas de las vigas tirantes.

## 2.7 Cubierta

La cubierta de la capilla de hospital de Santiago Angahuan perteneciente a la de par y nudillo está formada por vigas de sección circular o murillos de 6 m de radio en su longitud y vigas rectangulares de 0.17 m de peralte x 5.50 m de longitud, ambas con ensamble de media tijera en la cumbre de la estructura, figura 9.

Los pares se apoyan directamente sobre las vigas tirantes al paño del alero por lo que la descarga de esfuerzos de la viga tirante es disminuida por la zapata para transmitirlas al muro.

La conforman 15 ejes asimétricos que coinciden con la viguería, pero solamente 8 ejes presentan nudillo. El primer eje de la armadura se encuentra ubicado a paño interior del muro de la fachada principal independiente del muro, por lo que existe contacto de la armadura de la cubierta con el muro frontal.

Un tercer elemento aparece como parte de la estructura, un pie derecho de apoyo en todos los ejes de la armadura. Este elemento se podría considerar con dos funciones: por una parte disminuye la sección de la viga par por lo que elimina el contraflecheo natural de la viga y por otra parte disminuye los esfuerzos diagonales de la armadura por lo que las descargas son más verticales sobre sus apoyos.

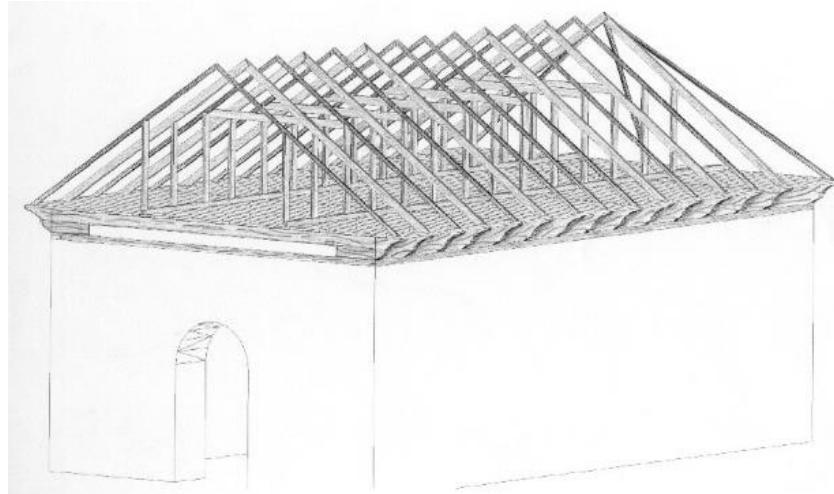


Figura 9. Elementos de la cubierta de la capilla de hospital de Santiago Angahuan

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

#### 3.1 Alteraciones y deterioros

Una vez realizado el análisis y los registros correspondientes del inmueble, se identificaron las alteraciones y deterioros materiales y espaciales así como la problemática social con respecto al uso del edificio. Se observó que a falta de un mantenimiento adecuado, los daños físicos se presentaban con mayor aseveración en las mamposterías de los muros, principalmente en la pérdida de juntas, y en el deterioro de la madera que conformaba la estructura de la cubierta. De igual manera se encontró un deterioro por mal uso de algunos elementos y transformaciones espaciales en el área del altar, los cuales se detallan a continuación:

#### Nave principal.

El espacio interior de la nave principal presentaba buena conservación, debido a que en ocasiones especiales la comunidad local celebra misa en la capilla, lo que obligaba a conservar el espacio útil, presentando los siguientes deterioros y alteraciones en algunos de sus elementos.

**Pisos.-** Los pisos fueron intervenidos por la propia comunidad en décadas pasadas, utilizando mosaico de pasta de cemento asentado con mortero de cemento a hueso. En el área del altar se construyó un sobre nivel de 55 cm de alto, escalonado, para dar jerarquía a este espacio, imitando la disposición arquitectónica de los templos. En el área del altar, la construcción del sobrenivel fue recubierta con loseta de barro recocido, en su totalidad.

**Muros interiores.-** Los muros se encuentran recubiertos de mortero de cemento a regla y nivel con pintura vinílica. En la parte inferior de los muros, se construyeron adosados a estos, bancas de piedra volcánica de 45 cm de alto y 50 cm de ancho para su uso como asiento en las celebraciones, siendo éstas recubiertas por azulejo en su costado y requemado de cemento en la parte superior. Se colocó también un lambrín de duela de madera sobre la parte inferior del muro, como elemento de protección y decorativo con una altura de 1.50 m, con una moldura de cerramiento.

**Cruz atrial.-** Este elemento se encontraba fracturado en uno de sus brazos de piedra y la proliferación de micro flora en las vesículas de la piedra era muy abundante, dándole un color ocre y poniendo en riesgo la pérdida de uno de sus elementos.

**Cubierta.-** La cubierta en general presentaba daños y deterioros por falta de mantenimiento e intemperismo en algunos casos, exhibiendo pudrición de cabezas, secciones irregulares y en mal estado así como una cubierta de lámina de asbesto, lo que ocasionaba altos deterioros.

Uno de los mayores problemas, y que muy comúnmente se presentan en este género de edificios, es la intervención de la propia comunidad en el mantenimiento y restauración de estos elementos, ya que en un afán no destructivo, ni malintencionado, se resuelven los problemas de deterioros comunes cambiando los elementos de la armadura de madera, que de manera original se disponían bajo un criterio geométrico y proporcional, por elementos de secciones más pequeñas en cuanto a su sección, reforzando la longitud con elementos verticales (pies derechos) para acortar el claro longitudinal que cubre el larguero, lo que altera el diseño y el trabajo estructural.

La falta de mantenimiento y un uso inadecuado sobre el tapanco de la viguería, provocó la disgregación del piso de terrado, lo que dejaba expuesta la tapa de duela de madera de la viguería. En lo que se refiere a los elementos de la armadura de madera como son los casos de las vigas pares o largueros, nudillo de refuerzo y pies derechos, además de ser substituidos y modificados en su sección por economía o falta de conocimiento técnico, se presenta una pérdida de tecnología histórica considerable, ya que no se utiliza la técnica de ensambles tradicionales, utilizando a cambio elementos metálicos, uniones a través de clavos, tornillos y soleras, así como uniones rígidas que no permiten el movimiento natural elástico de una armadura de madera.

**Muros Exteriores.-** En el caso de los muros exteriores edificados con mampostería de piedra braza irregular y asentados con arcilla, muestran la ausencia de los recubrimientos sin presentar vestigios en sus paramentos que pudieran existir en algún pasado reciente; sin embargo, los derrames de las ventanas laterales conservan aún estos recubrimientos, por lo que existe la posibilidad que en algún momento los muros fueran recubiertos en su totalidad, y tomando en cuenta el medio físico geográfico en el que se encuentra el inmueble, es muy posible que la erosión, las lluvias abundantes y el asoleamiento directo, borrarán toda huella de su existencia.

En el caso de la fachada principal, se encontró la mampostería expuesta y una pérdida de juntas considerable; la erosión que presentaban las juntas de arcilla en algunos casos llegaba a los 4 cm de profundidad sobre la mampostería, la cantería labrada de la portada presentaba exfoliación y suciedad por falta de mantenimiento, así como pérdida gradual de juntas y algunas fracturas menores por maltrato, al insertar clavos metálicos para los adornos festivos en diversas temporadas, pero considerándose en términos generales en buen estado.

En el caso de la fachada lateral, el muro no presentaba ningún deterioro estructural o material, siendo el único deterioro observado, la pérdida grave de la junta de unión de la mampostería, al ser esta de arcilla y estar a la intemperie durante un largo tiempo.

### **3.2 La Intervención del inmueble.-**

Para esta etapa, únicamente se abordaron en el proyecto de restauración las actividades referentes a consolidación de muros de mampostería exteriores, portada de fachada principal, pisos y recubrimientos interiores, y la restauración completa de la estructura de madera, siendo las actividades y conceptos ejecutados los siguientes:

#### **Pisos y recubrimientos interiores.**

Previo a la demolición y sustitución de pisos, se realizaron calas arqueológicas con la finalidad de identificar el nivel de piso original en tres ubicaciones, en un eje central perpendicular al acceso: al inicio de la nave, al centro y sobre el altar, dando como resultado en la cala del acceso al inicio de la nave, un piso de piedra braza irregular careada asentada sobre arcilla compactada a 10 cm de profundidad con respecto al sardinel de acceso; en la cala central se encontró un relleno de roca tezontle con un espesor de 0.80 m, sin compactar; en el área del altar se pudo constatar que el

sobrenivel escalonado que existe, fue realizado en años recientes ya que se encontraba relleno de escombro y tezontle, encontrando un piso de pasta de cemento en la parte inferior.

Ante este hallazgo, se procedió a liberar el piso de mosaico de pasta de cemento y entortado con el cuidado de no alterar la existencia del piso de piedra volcánica. Una vez liberado el piso de pasta de cemento, el entortado y terrado, se procedió a la recuperación del piso de piedra volcánica. Se reorganizó el material y se restituyó únicamente en las áreas donde se encontraban los vestigios, dejando el centro del espacio con piso de baldosa de barro rojo recocido, guardando así el testimonio de las dos etapas de la historia de la capilla.

El material pétreo se asentó con mortero de cal apagada – arena, recuperando el nivel de piso en el que se encontraba, rejunteando la piedra con la misma mezcla. En el centro del espacio se asentó la baldosa de barro rojo con el mismo mortero para garantizar la transpiración del suelo. En lo que respecta al área del altar se tuvieron reuniones de trabajo con la comunidad, la cual expresaba la necesidad de esa alteración espacial dado el uso actual que albergaba la capilla, siendo ésta, para los lugareños, su centro ceremonial social y religioso más apegado a la organización de su sociedad; aunado a las connotaciones históricas que representaban estos espacios, se decidió conservar el sobrenivel construido y únicamente se procedió al cambio de la loseta de cerámica por baldosa de barro rojo recocido.

Ambos materiales fueron recubiertos por un barniz de calidad de tráfico pesado color mate, para dar una apariencia de piso terminado y que permitiera una mejor limpieza durante el aseo de la capilla.

### **Cruz Atrial.**

En lo que respecta a la cruz atrial, ésta fue desmontada en sus tres partes para su restauración, sometiéndola a un tratamiento de inmersión en agua con 10% de hidróxido de sodio, durante 3 días, para después someterla a un lavado con jabón neutro y cepillo de cerdas de raíz, utilizando en algunos casos aguja de canevá para retirar los hongos y microflora que abundaba en ella.

Una vez limpia, se restituyó cada una de sus piezas, asentándolas con mortero de cal apagada – arena y ceniza volcánica de la localidad en proporción 1:3 en volumen, protegiéndola de la microflora con un baño de agua de cal y mucílago de nopal en tres capas.

### **Muros exteriores.**

Todos los muros exteriores fueron sometidos al mismo proceso de restauración, primeramente fueron limpiados con cepillo de cerdas de raíz y la mezcla de agua con hidróxido de sodio al 10%; se retiraron todas las juntas en mal estado y se liberó el mortero de cemento añadido como rodapié en el muro lateral, que ocasionaba humedad al interior de la capilla.

Una vez liberadas las juntas en mal estado y los morteros de cemento, se procedió al rejunteo de toda la mampostería con mortero de cal apagada – arena y ceniza volcánica de la localidad en proporción 1:1:2, en volumen.

### **Cubierta.**

En lo que respecta a la cubierta de madera, se reestructuró geométricamente conforme a la tratadística y técnicas de construcción regionales, sustituyendo todos los elementos de madera, utilizando las secciones que de manera proporcional establecen algunos tratados de construcción como lo es el tratado de Fray Andrés de San Miguel (Báez Macías, 1969) y el tratado de López de Arenas (Nuere, 1980), así como el uso y aplicación de los ensambles correspondientes a cada elemento, según las técnicas constructivas de la temporalidad de su construcción, lo anterior con base a un análisis previo a su restauración que consistió en lo siguiente:

La capilla del hospital de Angahuan es otro de los casos de estudio que responden a la tipología de par y nudillo en su cubierta, su armadura se encuentra en este caso con una mezcla entre vigas de madera rolliza y vigas con secciones rectangulares. Su armadura contempla los componentes de

pares y nudillos y pies derechos de apoyo. El trazo y los modelos que presenta esta estructura son de tres vertientes y es reforzada con una viguería que responde a los ejes de los pares, siendo ésta apoyo directo de la armadura.

Presenta muy poco peralte en su estructura y no hay hilera o caballete, los faldones frontales y posteriores de pendientes muy fuertes se presentan en esta armadura sobre su faldón posterior.

Examinado lo anterior, se procedió a aplicar los trazos geométricos que establecen los tratados mencionados con la finalidad de encontrar en esta armadura el posible origen de su trazo geométrico, lo que dió como resultado lo que se describe:

### **Con el trazo de Fray Andrés.**

#### **Sobre su diseño y modelo.**

Retomando los trazos y pasos que Fray Andrés hace para la obtención de la altura de la cubierta se comienza a trazar; sin embargo es necesario aclarar que existe un elemento, la zapata, no considerado en el modelo descrito por Fray Andrés. Este elemento hace que se incremente la altura de la armadura; el eje para el centro del medio círculo, para este caso, se ubica en el desplante de los arrastres, quedando éstos por debajo de la zapata y de la viga tirante, lo que hace que se incremente la altura y por lo que se intenta el trazo ubicando el eje en diferentes alturas, como se ilustra en la figura 10.

Como se aprecia en este primer intento, siguiendo los pasos al pie de la letra, hasta en este caso la altura es superior a la intersección T, que es el punto que Fray Andrés señala como altura total de la cubierta.

En un tercer y último intento, se ubica el eje del semicírculo la altura de las zapatas, descartando con esto el incremento en el diseño de la armadura, obteniendo lo siguiente: en este último trazo es muy cercano el punto T de la cumbre de la estructura, sin embargo, no se ajusta el diseño con los pasos del tratado aplicado.

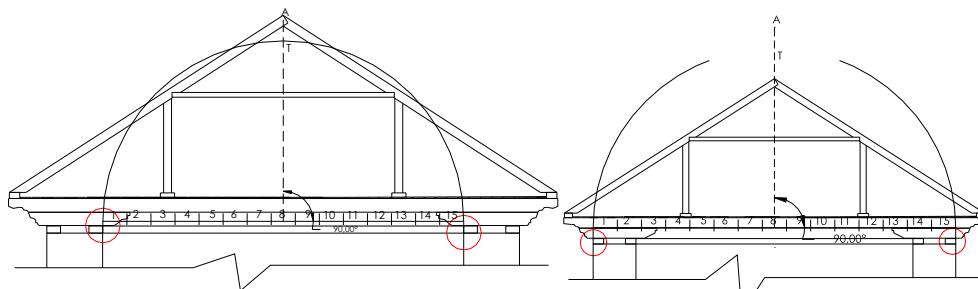


Figura 10. Trazo del medio círculo en varias posiciones para encontrar la altura de la armadura.

### **Con el trazo de López de Arenas.**

#### **Sobre su diseño y modelo.**

Al igual que el tratado anterior, utiliza un semicírculo teniendo como eje para su base la altura de medio peralte del estribo, lo que ofrece como resultado lo siguiente:

El trazo es demasiado pequeño para ajustarse a la estructura, lo que indica que probablemente no tome el centro del claro, así que en búsqueda de encontrar el origen de concepción de la estructura, se encuentra en la figura 11, el caso el más cercano a la armadura actual:

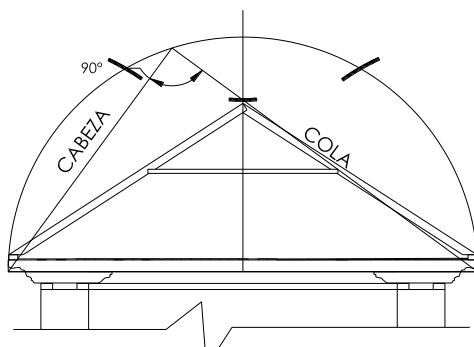


Figura 11. Concepción de la armadura de acuerdo con el trazo de López Arenas

La falla en el trazo es de 7 cm por encima de la cumbre de la armadura, siendo así el trazo que más se le acerca a su diseño original.

La segunda parte del trazado de esta armadura es la ubicación del nudillo, figura 12, para lo cual tiene que coincidir un tercio de su longitud con un tercio del claro, obteniéndose: para este caso los trazos a seguir en la obtención de la ubicación del nudillo, no corresponden a la ubicación actual del elemento señalado, por lo que se considera un elemento fuera de la posición adecuada para el funcionamiento de la armadura. Más adelante se analiza el comportamiento de la estructura en conjunto, tratando de encontrar las variantes de comportamiento con respecto a lo anterior.

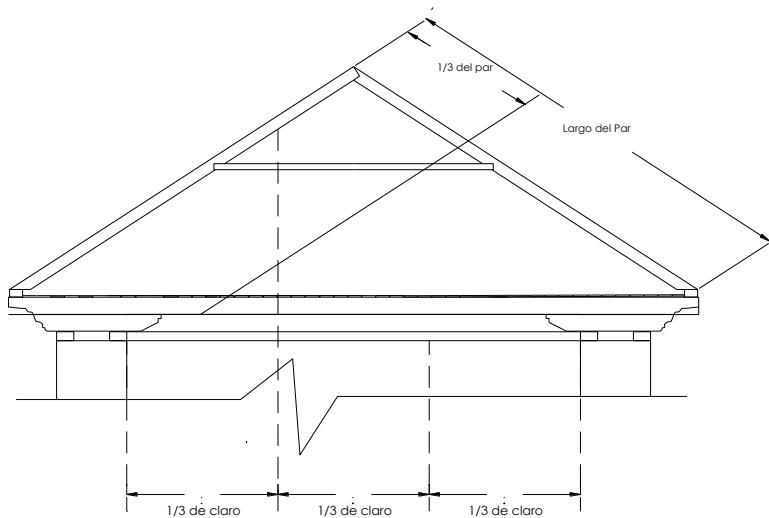


Figura 12. Ubicación del nudillo de acuerdo con el trazo de López de Arenas.

### Sobre sus secciones.

Al igual que las estructuras anteriores se aplican los trazos tanto de López de Arenas como de Fray Andrés, para comparar así las secciones propuestas por los dos tratados y las secciones reales encontradas.

Al hacer la subdivisión del claro de 38 partes, que menciona Fray Andrés, se obtiene que una de sus partes que correspondería a la sección de peralte del par, daría como resultado 17.39 cm y como sección de anchura para el estribo se tendría 34.77 cm, como se aprecia en la figura 13.

López de Arenas, en sus pasos tan geométricos, simplemente otorga medidas estándares de acuerdo al claro a cubrir, en este caso se toma lo que menciona referente a los claros de 20 pies, es decir

6.00 m, y a la cual le asigna las secciones de los pares de 10 cm de ancho y 14.10 cm de peralte. En general, comparando los dos tratados con las secciones reales, se obtiene la tabla 1.

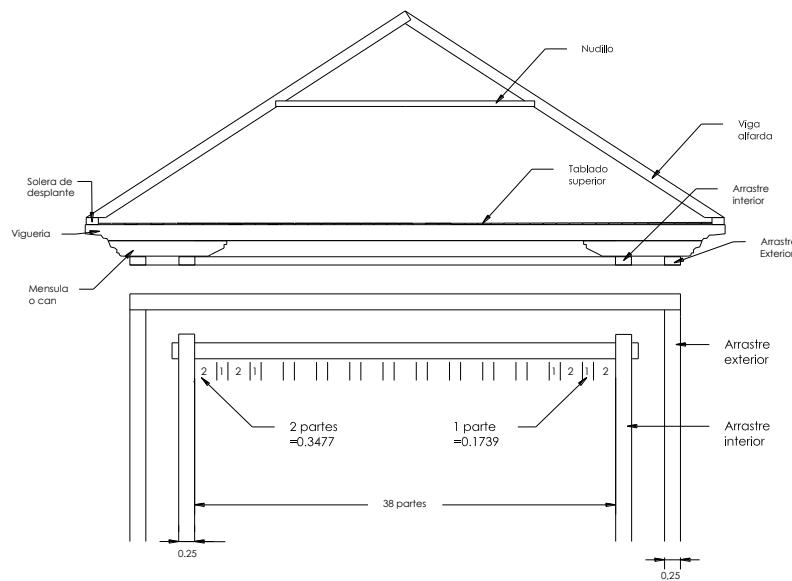
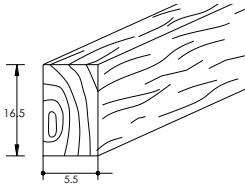


Figura 13. Subdivisión del claro de acuerdo con Fray Andrés.

Tabla 1. Comparación de medidas reales, medidas de acuerdo con el tratado de Fray Andrés y de acuerdo con el tratado de López de Arenas.

Elemento	Secciones existentes (cm)	Norma de Fray Andrés (cm)	Norma de López de Arenas (cm)
Arrastre interior.	19.00 x 11.00 	34.77 cm ancho	25.50 x 11.25
Arrastre exterior	25.00 x 13.00 	34.77 cm ancho	25.50 x 11.25

	5.50 x 16.50	17.39 cm peralte	10.00 x 14.10
---	--------------	---------------------	------------------

### Proceso de restauración de la cubierta.

Una vez analizado lo anterior su tuvieron los elementos para poder asignar la geometría final y las secciones a utilizar en cada elemento, que componen la armadura y cubierta; así se tienen los siguientes resultados:

**Vigas pares o largueros.** Con base en los resultados del análisis geométrico y de proporción, se sustituyeron las vigas existentes y se colocaron 28 piezas en madera de pino de primera, de sección 12.7 cm de ancho por 17.78 cm (5" x 7"), figura 14, ajustando esta sección comercial al proporcionamiento de Fray Andrés de San Miguel.



Figura 14. Vigas pares empleadas en la restauración, vista interior

En estos elementos se restablecieron los sistemas constructivos por medio de ensambles según el tratado de Diego López de Arenas utilizando el ensamble de escopladura y caja abierta en la parte superior (cumbre) y el ensamble de tope y barbilla en la parte inferior que ensambla con los arrastres de cerramiento.

**Nudillos.** En lo que respecta al nudillo, este elemento se restituyó conforme al dimensionamiento de López de Arenas, ubicando el elemento a un tercio de la longitud total del par, en cruce con un tercio del claro de la cubierta, utilizando el ensamble a media madera en ambos elementos.

**Pies derechos.** Se utilizaron elementos de refuerzo a un cuarto de la longitud total de la armadura de madera, el cual se presentó como necesario al cambiar el proyecto de cubierta de tejamanil por teja de barro rojo recocido prefabricada, lo anterior como resultado de la inconformidad de la comunidad ya que al implementar la cubierta de tejamanil, ésta requiere de un mantenimiento constante y costoso, además de que en la actualidad, en México, está inhibida la comercialización de este material por cuestiones de deforestación.

Para este elemento se utilizó madera de pino de 2da o mejor calidad en sección de 12.7 cm de ancho por 17.78 cm (5" x 7"), el cual refuerza cada uno de los pares y se apoya sobre un arrastre de sección 10.16 cm de peralte x 17.78 cm de ancho (4" x 7"), figura 15, ubicado de manera directa sobre la viguería, utilizando el sistema de ensamble de caja abierta y escopladura en la parte superior, en ensamble con el par y caja y escopladura en la parte inferior en ensamble con el arrastre.



Figura 15. Ensamble de los pies derechos, refuerzo y apoyo.

**Arrastres de cerramiento.** Este elemento ubicado como cerramiento de los muros de mampostería y sobre los cuales se apoya la armadura de madera, figura 16, se planteó de manera simple, no doble como en otros casos locales debido al poco espesor del muro; se utilizó madera de pino de 2da o mejor calidad en sección de 30.48 cm x 10.16 cm (12" x 4"). Este elemento solo fue sustituido en algunas secciones donde presentaba un alto grado de pudrición o fractura de la sección, utilizando el sistema de ensamble en las aristas de media madera y en la unión entre secciones, con el sistema de ensamble de cola de milano.



Figura 16. Arrastre de cerramiento sobre muro de mampostería.

**Cubierta.** Como se mencionó anteriormente, la propuesta inicial se modificó en lo que respecta a la cubierta de la armadura, la cual estaba planteada con tejamanil de la región y fue sustituida por un producto de bajo mantenimiento y resistente a la intemperie, utilizando teja prefabricada de barro extruido colocada sobre fajillas de madera de pino de sección 1" x 4", figura 17, asentada sobre las vigas pares; como medio de protección y alto rendimiento, se atornillo ésta a la fajilla, previniendo el deslizamiento o desacomodo del material. Esto a petición de la propia comunidad, quienes al manifestar contar con muy bajos recursos económicos, se veían imposibilitados a darle el mantenimiento correspondiente a la propuesta inicial.



Figura 17. Colocación de la teja de barro rojo extruido sobre fajillas de madera.

**Terrado.** Una vez terminados los trabajos de restauración de la cubierta y armadura de madera, se reintegró el terrado tradicional sobre la tapa de la viguería utilizando arcilla roja y paja o huinumo (fibras de hojas aciculares de pino), figura 18, en una proporción de 1 paca por 1 m<sup>3</sup> de tierra revuelta con 100 litros de agua con mucílago de nopal, en un espesor de 30 cm, compactado en estado húmedo. Esto permitiría el uso del tapanco para las necesidades actuales de la capilla.



Figura 18. Colocación del terrado tradicional con arcilla roja y paja o huinumo.

#### 4. CONCLUSIONES

En términos generales y a pesar de las alteraciones y deterioros espaciales, materiales y constructivas, intervenidas por la propia comunidad, el inmueble de la capilla del hospital de Angahuan presenta un estado de conservación “bueno”, sin embargo se hacen las observaciones de atender los aspectos referentes a la falta de mantenimiento, al cambio de estructura de madera y a las alteraciones materiales en acabados del interior de la capilla para ser atendidas en el proyecto de restauración.

Por otro lado, se puede decir de manera general, que la cooperación de todos los sectores sociales en las tareas de recuperación del patrimonio construido es un compromiso en la transmisión de sus valores a las nuevas generaciones. Además, las políticas culturales deberán tomar en cuenta las diversidades, regionalismos y particularidades del patrimonio cultural, considerando criterios tales como:

- Una labor incluyente. Requiere un esfuerzo de concertación enorme, pero se considera para este caso que valió la pena. Se han generalizado los Foros de Consulta Ciudadanos, para dar a cabida a todas las opiniones, pero quizás es necesario reforzar la recopilación de puntos de vista de sectores marginados de dichos procesos.
- Elaboración de un diagnóstico cultural actualizado de las entidades. El patrimonio tangible e intangible de las comunidades resguarda potencialidades ocultas. Mientras no se cuente con un instrumento diagnóstico de las realidades, no podrá abordarse con plenitud una reforma legislativa para su conservación y difusión.
- Considerar el patrimonio cultural como una herramienta del desarrollo social y económico de los pueblos. No se trata de una recuperación superficial o vana. Es una oportunidad real para mejorar la calidad de vida de la ciudadanía. Por ejemplo, la recuperación de oficios y técnicas tradicionales, como el caso de artesanías y actividades del ramo de la construcción (carpintería, albañilería, etc.), posibilita nuevas oportunidades laborales basadas en el vasto legado cultural del pasado. Además, dignifica el quehacer humano y alienta el orgullo laboral de las regiones.
- Mecanismos para la instauración de un turismo cultural responsable y comprometido con los valores culturales y ecológicos de las regiones.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y el apoyo de las instalaciones del Laboratorio de Materiales “Ing. Luis Silva Ruelas” de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH, así como al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), y el Programa SEP-Promep de Redes Temáticas de México.

## Bibliografía

- Báez Macías, E. (1969). Obras de fray Andrés de San Miguel, introducción, notas y versión paleográfica. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Estéticas,.
- Bravo Ugarte, J. (1960). *Inspección ocular en Michoacán, regiones centrales y sudoeste*. México: JUS.
- Google. (18 de Marzo de 2014). [www.google.com/maps/place/Angahuan/](http://www.google.com/maps/place/Angahuan/). Recuperado el 18 de Marzo de 2014, de [www.google.com/maps/place/Angahuan/](http://www.google.com/maps/place/Angahuan/)
- Gutiérrez Equihua, Á. (11 de Febrero de 2007). LOS HOSPITALES DE LA SIERRA TARASCA EN EL SIGLO XVII; SU IMPORTANCIA URBANO ARQUITECTONICA. *Tesis de Maestría en arquitectura, investigación y restauración de sitios y monumentos*. Morelia, Michoacán, México: UMSNH.
- Kubler, G. (1982). Arquitectura mexicana del siglo XVI. 125. Distrito Federal, México: Económica, Fondo de Cultura.
- Kubler, G. (2012). ARQUITECTURA MEXICANA DEL SIGLO XVI. FONDO DE CULTURA ECONOMICA.
- López Lara, R. (1973). El obispado de Michoacán en el siglo XVII, notas preliminares. 210. Morelia, Michoacán, México: Fimax publicistas.
- Nuere, E. (1980). , La Carpintería del Armar Española, , 1980. Granada, España: Ministerio de Cultura, Instituto de Conservación y Restauración de bienes culturales.
- Torres Garibay, L. (1999). Tecnología Constructiva en la Zona Lacustre de Pátzcuaro y Región Morelia. *Tesis de Doctorado*, 98. Distrito Federal, México: UNAM.