

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE
LA MADERA

MAESTRÍA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA
MADERA

“ADAPTACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO
DEL TROJE PARA SU PRESERVACIÓN Y USO
HABITACIONAL EN CHARAPAN, MICH.”

Tesis que para obtener el Grado de Maestro en
Ciencias y Tecnología de la Madera

Presenta:
Arq. Andrés Arreguín Pérez

Asesor:
Dr. José Cruz de León

Co-Asesor:
M.C. Héctor Manuel Sosa Villanueva

Enero de 2020

Morelia, Mich.





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**División de Estudios de Posgrado
de la Facultad de Ingeniería
en Tecnología de la Madera**

Maestría en Ciencias y Tecnología de la Madera

**“Adaptación del Sistema Constructivo del Troje para su
Preservación y uso Habitacional en Charapan, Mich.”**

Tesis que para obtener el Grado de Maestro en
Ciencias y Tecnología de la Madera

Presenta:

Arq. Andrés Arreguín Pérez

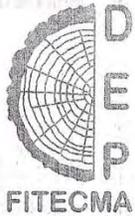
Asesor:

Dr. José Cruz de León

Co-Asesor:

M. C. Héctor Manuel Sosa Villanueva

Enero 2020, Morelia, Mich.



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera

División de Estudios de Posgrado

Of. Núm.16/2017

Dr. José Cruz de León
M.C. Héctor Manuel Sosa Villanueva
Dr. Javier Ramón Sotomayor Castellanos
Dr. Raúl Espinoza Herrera
M.C. Roberto Calderón Muñoz
Presente.

Por este medio, me permito informarle que la Academia de Posgrado de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, en sesión ordinaria del día 23 de enero de 2017, le ha designado miembro de la **Mesa Sinodal** que habrá de evaluar la propuesta de **Protocolo de Tesis** del **C. Andrés Arreguín Pérez**, alumno del Programa de *Maestría en Ciencias y Tecnología de la Madera*.

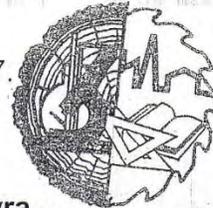
El tema propuesto es **“Adaptación del sistema constructivo del troje para su preservación y uso habitacional en Charapan, Mich.”**, y la presentación oral se llevará a cabo el día **jueves 16 de febrero** del año en curso, de 12:00 a 14 :00 horas, en el Anexo-1 del edificio “D” planta alta, de Ciudad Universitaria. Anexo al presente, se le hace llegar el manuscrito correspondiente.

Sin otro particular, les hago llegar un cordial saludo.

Recibi
11/11
8-Feb-2017

ATENTAMENTE

Morelia, Mich. 8 de Febrero de 2017.



M.C. Marco Antonio Herrera Ferreyra
Coordinador del Programa de Maestría
Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

ACTA DE EXAMEN DE **APROBACIÓN DE TESIS** DE LA **C. ANDRÉS ARREGUÍN PÉREZ**, ALUMNO DEL PROGRAMA DE **MAESTRÍA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA**.

En la ciudad de Morelia, capital del Estado de Michoacán de Ocampo, siendo las 11:00 horas del día 19 (dicinieve) de diciembre de 2019 (dos mil diecinueve), se reunieron en el Edificio "D" de esta Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, los CC. Profesores:

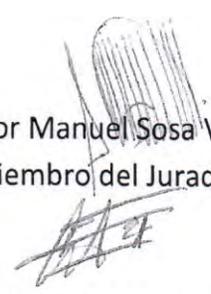
Dr. José Cruz de León	Presidente
M.C. Héctor Manuel Sosa Villanueva	Vocal
Dr. Javier Ramón Sotomayor Castellanos	Vocal
Dr. Raúl Espinoza Herrera	Vocal
M.C. Roberto Calderón Muñoz	Vocal

Miembros del Jurado designado para practicar el Examen de Aprobación de Tesis, a la alumno Andrés Arreguín Pérez, quien para tal efecto presentó su trabajo de tesis ***"Adaptación del Sistema Constructivo del Troje para su preservación y uso habitacional en Charapan, Mich."***

El Jurado procedió a realizar el examen correspondiente al sustentante, quien hizo la presentación de su trabajo de investigación y enseguida se procedió a la réplica con cada uno de los miembros del Jurado de acuerdo a las disposiciones reglamentarias vigentes. Al concluir el examen el Dr. José Cruz de León, en su carácter de Presidente del Jurado, deliberó en sesión privada con los demás miembros de la Mesa Sinodal, sobre la capacidad e idoneidad del sustentante, acordando **APROBAR LA TESIS**.



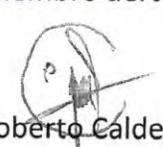
Dr. José Cruz de León
Presidente



M.C. Héctor Manuel Sosa Villanueva
Miembro del Jurado

Dr. Javier Ramón Sotomayor Castellanos
Miembro del Jurado

Dr. Raúl Espinoza Herrera
Miembro del Jurado



M.C. Roberto Calderón Muñoz
Miembro del Jurado

AGRADECIMIENTOS

A mi amada esposa Erandi, tú que formaste en tu vientre y en plenos estudios de Doctorado a la personita que nos cambió la vida, que nos dio la gran dicha de ser una familia, gracias infinitas por impulsar mi carrera en todo momento, y por estar siempre firme ante las adversidades, gran parte de este trabajo es resultado también de tu esfuerzo, simplemente gracias por estar siempre ahí cuando lo necesitaba.

Mi hija Nina, que es el motorcito y motivación diaria de nuestras vidas, porque llegaste a dar luz a esta familia y porque todo lo que hacemos es para ti, gracias por ser lo primero que vemos al despertar y lo último antes de dormir, siempre estaremos agradecidos contigo porque convertiste nuestro matrimonio en una familia.

A mis padres Andrés y Susy; y a mis hermanos Johanan, Yazmín e Hirepan, ustedes que siempre han respetado mis buenas y malas decisiones, aun con sus consecuencias, les agradezco todo el apoyo durante mi carrera sus consejos que siempre los tengo presente y por ser parte de mi familia.

A mi asesor y co-asesor de tesis, y en general a todos mis maestros de asignatura que durante cuatro semestres compartieron sus conocimientos y guiaron en buen sentido la realización de este trabajo, gracias por su tiempo aun después de los horarios establecidos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. ANTECEDENTES	10
II.1 HISTÓRICOS.....	10
II.2 PROYECTO DE RESCATE Y CONSERVACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL EN SAN ANTONIO TIERRAS BLANCAS, LOS REYES, MICHOACÁN.....	14
III. MARCO TEÓRICO	16
III.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE CHARAPAN, MICHOACÁN Y SU IDENTIDAD CULTURAL.....	16
III.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS.....	20
III.3 APLICACIÓN DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL PARA EL MEDIO RURAL.....	23
III.4 USO DE LA MADERA COMO MATERIAL ESTRUCTURAL.....	23
III.5 APLICACIÓN DE LA MADERA EN LA VIVIENDA COMO MATERIAL ESTRUCTURAL 26	
III.6 DEFECTOS DE LA MADERA.....	26
IV. JUSTIFICACIÓN	31
V. OBJETIVOS	32
V.1. GENERAL.....	32
V.2. PARTICULARES.....	33
VI. HIPÓTESIS	33
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	33
VII.1 CAMPO.....	34
VII.2 LABORATORIO.....	36
VII.3 GABINETE.....	41
VIII. RESULTADOS	43
VIII.1 CENSO DE TROJES EN LA COMUNIDAD DE CHARAPAN.....	43
VIII.1.1 ANÁLISIS VISUAL EN CAMPO.....	44
VIII.1.2 TIPOS DE ENSAMBLE.....	46
VIII.1.3 ASPECTOS POR DISEÑO.....	47

VIII.2 DETERIORO EN LA MADERA DEL TROJE EN SENTIDO ESTRUCTURAL	51
VIII.3 PRUEBAS MECÁNICAS EN ESAMBLES Y RESAQUES	52
VIII.4 PROPUESTA.....	56
VIII.4.1 FASES CONSTRUCTIVAS	57
IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	64
X. RECOMENDACIONES.....	65
XI. BIBLIOGRAFÍA	68
XII. ANEXOS	71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Diagrama de Flujo	34
Cuadro 2 Listado de dimensiones de probetas (cm)	37
Cuadro 3 Parámetros en la máquina universal	41
Cuadro 4 Resultado de Trojes por barrios	43
Cuadro 5 Ventajas y desventajas de los aspectos por diseño del troje	50
Cuadro 6 Resultado de fuerza a compresión probetas 10 cm	52
Cuadro 7 Resultado de fuerza a compresión probetas 20 cm	52
Cuadro 8 Resultado de fuerza a compresión probetas 40 cm	52
Cuadro 9 Registro de daños físicos en probeta No. 1 con espaciado de 10 cm	53
Cuadro 10 Registro de daños físicos en probeta No. 1 con espaciado de 20cm	53
Cuadro 11 Registro de daños físicos en probeta No. 1 con espaciado de 40cm	53
Cuadro 12 Resumen de los resultados de las probetas	54
Cuadro 13 Catálogo de Conceptos	57
Cuadro 14 Presupuesto base	58
Cuadro 15 Ventajas y desventajas de los aspectos por diseño de la propuesta	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución de vivienda purépecha	11
Figura 2 Planta estándar del troje	12
Figura 3 Corte transversal del Troje	13
Figura 4 Aspecto actual de un troje en Tzintzúntzan, Mich	14
Figura 5 Diagnóstico en la comunidad de San Antonio Tierras Blancas	15
Figura 6 Resultado del Diagnóstico en la comunidad de San Antonio Tierras Blancas	16
Figura 7 División del estado de Michoacán de Ocampo en regiones	17
Figura 8 Localización del municipio de Charapan, Michoacán	17
Figura 9 Comparativa Trojes de Charapan, Michoacán 1950 y 2016	18
Figura 10 Contraste de construcciones en Charapan (izquierda) y en Angáhuán (derecha)	19
Figura 11 Eje Neovolcánico Transversal	20
Figura 12 Vientos dominantes en Charapan	21
Figura 13 Gráfico de temperatura anual en Charapan	21
Figura 14 Precipitación pluvial anual en Charapan	22
Figura 15 Gráfico de la humedad anual en Charapan	22
Figura 16 Acebolladuras en la madera	27
Figura 17 Pandeo o Acanalamiento en la madera	28
Figura 18 Rajaduras en la madera	28
Figura 19 Torceduras en la madera	29
Figura 20 Grietas en la madera	29
Figura 21 Tipos de nudos en la madera, vivos (izquierda), muertos (derecha)	30
Figura 22 Defectos por hongos en la madera: manchado, enmohecimiento y pudrición	30
Figura 23 Insectos que afectan la madera: coleópteros y termitas	31
Figura 24 Croquis del armado de probeta (izquierda), y probeta armada (derecha)	36
Figura 25 Pilas de tablonces de pino varias medidas, LACOPREMA	37
Figura 26 Colocación de la probeta en forma de equis	40
Figura 27 Relación entre esfuerzo y la deformación	41
Figura 28 Tipos de trojes actuales en Corupo, Charapan y Angáhuán, Mich	44
Figura 29 Croquis de los diferentes tipos de trojes actuales	45
Figura 30 Tipos de portales: hacia la calle (izquierda), hacia interior de predio (derecha)	45
Figura 31 Ensamble Tipo 1	46
Figura 32 Ensamble Tipo 2	47
Figura 33 Comparativa de la inclinación de las techumbres de trojes	48
Figura 34 Troje en base de piedras para evitar la humedad	49
Figura 35 Comparativo de salientes de techumbres a diferente distanciamiento	49
Figura 36 Planta arquitectónica de la propuesta	59
Figura 37 Alzado de la propuesta	60
Figura 38 Perspectiva izquierda de la propuesta	60

Figura 39 Frente de la propuesta	61
Figura 40 Perspectiva derecha de la propuesta	61
Figura 41 Perspectiva trasera derecha de la propuesta	62
Figura 42 Perspectiva trasera izquierda de la propuesta	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ubicación de trojes en Charapan.....	71
Anexo 2 Listado de trojes por manzana y por barrios	72
Anexo 3 Formato de Cédula Estado Actual (prueba piloto)	74
Anexo 4 Formato en base al Proyecto de Rehabilitación en San Antonio Tierras Blancas (1-2).....	75
Anexo 5 Formato en base al Proyecto de Rehabilitación en San Antonio Tierras Blancas (2-2).....	76
Anexo 6 Cédula de Inspección de la prueba piloto Troje 1	77
Anexo 7 Cédula de Inspección de la prueba piloto Troje 2	78
Anexo 8 Cédula de Inspección del Troje 1 (hoja 1-2)	79
Anexo 9 Cédula de Inspección del Troje 1 (hoja 2-2)	80
Anexo 10 Cédula de Inspección del Troje 2 (hoja 1-2).....	81
Anexo 11 Cédula de Inspección del Troje 2 (hoja 2-2).....	82
Anexo 12 Registro de daños físicos en probeta No. 2 con espaciado de 10 cm.....	83
Anexo 13 Registro de daños físicos en probeta No. 3 con espaciado de 10 cm.....	83
Anexo 14 Registro de daños físicos en probeta No. 4 con espaciado de 10 cm.....	83
Anexo 15 Registro de daños físicos en probeta No. 5 con espaciado de 10 cm.....	84
Anexo 16 Registro de daños físicos en probeta No. 2 con espaciado de 20cm.....	84
Anexo 17 Registro de daños físicos en probeta No. 3 con espaciado de 20cm.....	84
Anexo 18 Registro de daños físicos en probeta No. 4 con espaciado de 20cm.....	85
Anexo 19 Registro de daños físicos en probeta No. 5 con espaciado de 20cm.....	85
Anexo 20 Registro de daños físicos en probeta No. 2 con espaciado de 40cm.....	85
Anexo 21 Registro de daños físicos en probeta No. 3 con espaciado de 40cm.....	86
Anexo 22 Registro de daños físicos en probeta No. 4 con espaciado de 40cm.....	86
Anexo 23 Registro de daños físicos en probeta No. 5 con espaciado de 40cm.....	86
Anexo 24 Troje con ventana y el portal hacia interior, Charapan	87
Anexo 25 Troje preservado y con columnas labradas a detalle, Charapan	88
Anexo 26 Troje local comercial cubierto con pintura de esmalte, Charapan.....	89
Anexo 27 Troje local comercial con pintura de esmalte y techo compartido, Charapan	90
Anexo 28 Troje local comercial abandonado recubierto con pintura vinílica, Charapan	91
Anexo 29 Troje abandonado con portal interior y ventana al exterior, Charapan	92

ADAPTACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DEL TROJE PARA SU PRESERVACIÓN Y USO HABITACIONAL EN CHARAPAN, MICH.

RESUMEN

El troje originario de Michoacán se ha estudiado desde aspectos culturales, en los campos de la arquitectura y la historia, como una vivienda ancestral y como referente cultural en la región purépecha, pero sus estudios no han sido profundizados en los aspectos técnicos constructivos y de diseño. Se observa con mayor frecuencia la desaparición de estas construcciones michoacanas en la actualidad, derivado de factores como la falta de conocimiento de los sistemas constructivos tradicionales, el desinterés por adaptar lo funcional a lo actual y el apego a los nuevos sistemas de construcción modernos, entre otros. En la presente tesis se analiza el sistema constructivo tradicional que se emplea en la construcción de un troje, materiales y procesos mecánicos, así como algunas causas de su deterioro. Para adaptar dichos sistemas de construcción a las tendencias arquitectónicas, habitacionales y de diseño actuales y así contribuir con la preservación de esta tipología arquitectónica en la comunidad de Charapan situada en la meseta purépecha.

Dando continuidad al legado cultural de la región mediante estas construcciones y seguir posteriormente con diferentes estudios para llevarlo a la práctica en un caso real de la comunidad y aportar los resultados para su uso en especie; a su vez, aplicando las diferentes tecnologías en cuanto a madera concierne ya que estas construcciones están hechas en su totalidad de madera, usando las aplicaciones tecnológicas como la implementación de madera laminada y madera preservada a base de sustancias. A razón de poder analizar el sistema constructivo tradicional y por último proponer mejoras a dicho sistema, ya sea en el aspecto técnico, mecánico o de materiales. Contribuyendo así a la preservación de esta construcción para su uso habitacional y evitar su desaparición total en la comunidad de Charapan, y de igual forma en la meseta purépecha del estado Michoacán.

Palabras Clave: Purépecha, Construcción, Madera, Regional, Arquitectura.

ABSTRACT

The troje from Michoacán has been studied from cultural aspects, in the fields of architecture and history, as an ancestral home and as a cultural reference in the Purepecha region, but its studies have not been deepened in the technical aspects of construction and design. The disappearance of these Michoacán constructions is observed with greater frequency, derived from factors such as the lack of knowledge of traditional construction systems, the lack of interest in adapting the functional to the present and the attachment to new modern construction systems, among others. This thesis analyses the traditional construction system used in the construction of a troje, materials and mechanical processes, as well as some causes of their deterioration. To adapt these construction systems to current architectural, housing and design trends and thus contribute to the preservation of this architectural typology in the community of Charapan located in the Purepecha plateau.

Giving continuity to the cultural legacy of the region through these constructions and then continue with different studies to put it into practice in a real case of the community and provide the results for use in kind; in turn, applying the different technologies as far as wood is concerned since these constructions are made entirely of wood, using technological applications such as the implementation of laminated wood and wood preserved on the basis of substances. In order to be able to analyze the traditional constructive system and finally to propose improvements to this system, either in the technical, mechanical or material aspects. Contributing this way to the preservation of this construction for its habitational use and to avoid its total disappearance in the community of Charapan, and in the same way in the Purepecha plateau of the state of Michoacán.

I. INTRODUCCIÓN

Es de suma importancia la preservación de esta representativa construcción purépecha llamada troje, ya que representa la esencia de una gran cultura que conserva los principios y legados ancestrales, que integran la esencia de ser purépecha, tales como su lengua, vestimenta tradicional, usos y costumbres, gastronomía, música y desde luego su arquitectura regional.

El presente trabajo corresponde al análisis de los diferentes sistemas constructivos tradicionales que se emplean para la elaboración de un troje en la región de la meseta purépecha en el estado de Michoacán, en el cual se realizan pruebas y mejoras para relacionarlas con las nuevas tendencias arquitectónicas de la región como en los materiales y en las herramientas, así como en el conocimiento de los sistemas constructivos antiguos, comparados con los resultados actuales de los pocos constructores que se dedican a la elaboración de estas construcciones. Empleando pruebas físicas y mecánicas a la madera para proponer nuevas o mejores alternativas para su construcción y mantener así su presencia en la región. En este sentido se utiliza la tipología regional como punto de partida para proponer soluciones a un sistema de construcción específico en madera donde se incorpora el uso de madera laminada como principal elemento, uso de madera tratada con sistemas preservantes, para lograr una construcción eficaz que cumpla; por una parte con el rescate de la tipología purépecha del troje michoacano el cual está desapareciendo, a su vez que dicha construcción cumpla con los estándares de confort y en materia habitacional para lograr generar una construcción rápida y económica que pueda utilizarse como una solución a la demanda de casas habitación de un sector de la población michoacana.

Esto en función de utilizar únicamente madera de medidas comerciales, dado que, por las circunstancias actuales no es posible recrear un troje o una construcción con las dimensiones con las que se construían los trojes antiguos, la madera en rollo

de la región no cumple con los diámetros necesarios para obtener dicha madera, asimismo la herramienta que se utilizaba en la antigüedad se encuentra obsoleta. El proyecto se acota únicamente al espacio que tenía la función de habitación familiar conocido como el troje central o cuarto.

II. ANTECEDENTES

II.1 HISTÓRICOS

En el siglo XVII, el conjunto de los techos de tejamanil a cuatro aguas de un caserío se veía mimetizado con el paisaje montañoso, porque su forma misma parecía imitar el agrupamiento de los cerros circundantes, de ello resulta una armoniosa unión del casco urbano y sus trojes de madera con la serranía y los bosques. En el año 1971, durante las diligencias hechas en las casas de los caciques purépechas en Charapan, los funcionarios españoles consideraban casa a cada construcción, fuera troje o cocina, dejando en primer lugar como troje a la construcción más grande dentro del predio. A principios del siglo XX, en Charapan todavía se le llamaba *márhito* a la persona que cuidaba la *márhita*, donde se guardaba el maíz cosechado cerca de la milpa (Barthelemy y Meyer, 1987: 87).

La arquitectura tradicional, por su misma naturaleza, se genera a partir de materiales regionales y sistemas constructivos de poca especialización. El caso que se estudia no es excepción, en este sentido comprender el uso de materiales en su relación con las características físico-geográficas en la región estudiada, por lo que dichas características se van modificando dependiendo de su altitud y latitud (Sánchez, 1980).

Cabe resaltar que la construcción del troje no solamente se realizaba con fines de resguardo de granos o de carácter habitacional, sino también como recinto religioso familiar pues al iniciarse una construcción de éstas, la primera viga que se colocaba

tenía que llevar el nombre del propietario junto con una inscripción religiosa a manera de manifestar el catolicismo, por si en alguna ocasión posterior fuera vendido o adquirido por alguien que no fuera de la familia (Ettinger, 2010: 54). Así, se muestra el vínculo tan estrecho que existía entre la comunidad y las deidades religiosas.

Según reportes de Bedolla (2005), la vivienda purépecha está constituida por diversas construcciones por separado teniendo como elemento principal el cuarto familiar, al frente la cocina, seguido por un corral o tejaban que fungían de bodega, al fondo la letrina escondida entre árboles frutales o arbustos, mientras que una cerca de piedras apiladas rodeaba toda la propiedad. Lo anterior se puede apreciar en la figura 1.

Fuente: Bedolla 2005.

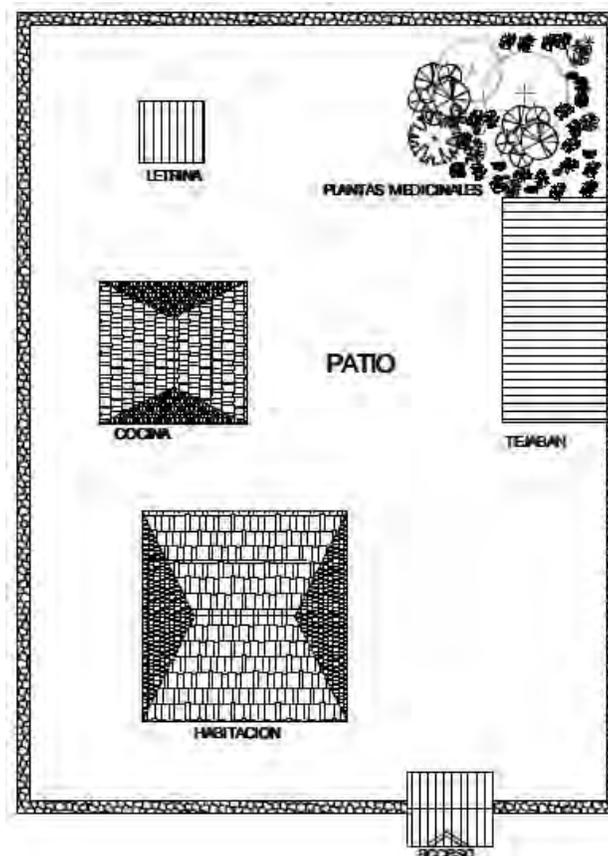


Figura 1 Distribución de vivienda purépecha

El área habitacional en la vivienda vernácula de esta región corresponde al denominado “troje”, la cual está compuesta por una planta arquitectónica de sección

cuadrada de un solo cuarto. Existen dos variables de troje que dependiendo de su tamaño, cambia su composición; la primera corresponde a un simple cuarto de sección cuadrada con dimensiones promedio de 3.00 a 3.50 metros de ancho, la otra variable de troje corresponde a aquella que sobrepasa los 4.00 y hasta los 6.00 metros de ancho, de igual manera que la anterior está compuesta por una planta cuadrada de un solo cuarto con la única diferencia que esta contempla un área porticada al frente que va desde los 80 centímetros, hasta 1.50 metros de ancho (Bedolla, 2006). En la figura 2 se representa el troje en planta donde se observa la división del cuarto con el pórtico y el acceso por escalinatas, basado en el reporte de Bedolla.

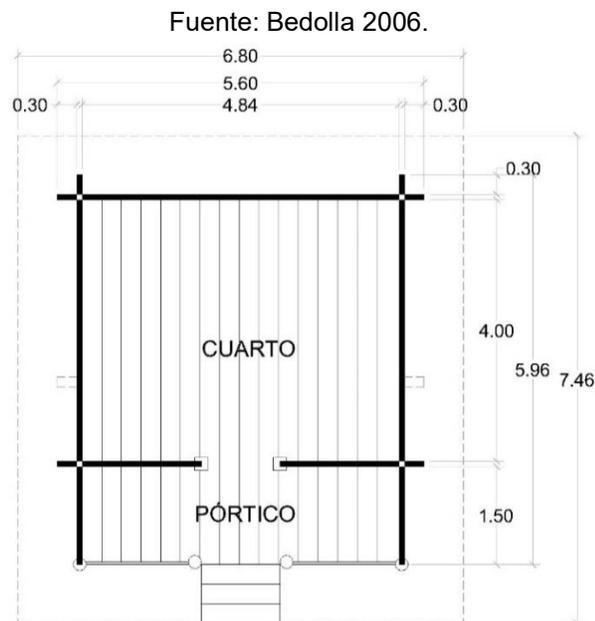


Figura 2 **Planta estándar del troje**

En el troje purépecha se integran las funciones de habitar y almacenar, solucionadas en la trilogía espacial: de portal-cuarto-tapanco (Figura 3). El portal, es un reducido espacio de usos múltiples, público y social donde se cuelgan diversos objetos y productos; es la sala de la casa, ahí se recibe a las visitas, se cose por las tardes, se talla alguna madera y se desgrana maíz, y también sirve de lugar de descanso. Se entra al centro del cuarto, que es un espacio privado familiar, sin subdivisiones, ni ventanas, usado para dormir en cama o *petates*, y para guardar bienes personales, cajas y canastos o colgándolos de muros y techo (Botempo, 2002).

Fuente: Bedolla 2006.

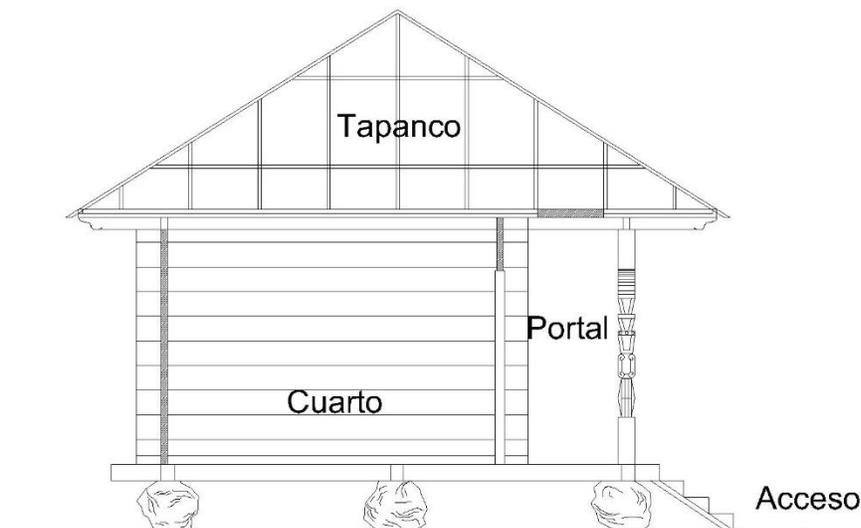


Figura 3 Corte transversal del Troje

Por el portal se accede al tapanco, que es el almacén de mazorcas de maíz, gramínea básica de la autosuficiencia campesina, que es consumido gradualmente hasta la siguiente cosecha anual. Además de uno o varios trojes, la casa campesina incluye separadamente una cocina y una letrina; sin embargo, lo reducido del espacio construido del troje ha desconcertado a varios investigadores, quienes han llegado a conclusiones equivocadas como decir que para el troje el término casa es un eufemismo ya que algunos miembros de la familia pueden pasarse días sin entrar a la estructura.

Tal confusión radica en que no han tomado en cuenta el modo de vida del campesino, quien realiza todas sus labores al aire libre; tampoco consideran el clima benigno, que incluso permite, en ciertas estaciones, no dormir al interior. En cuanto a los aspectos constructivos, el troje es una construcción despegada del nivel de suelo, lo que le da un aspecto de ligereza, acentuada por la gran inclinación del techo a cuatro aguas (Figura 4). La dimensión aproximada de la planta rectangular en promedio es de 4 x 5 metros, según la altura del árbol empleado, y está construida exclusivamente con madera de pino con escuadría de vigas y tablones. Estos últimos son de 2.5" de espesor x 15" de ancho y se usan en dos longitudes: unos más cortos para la tarima, el tapanco y muros, otros para el muro largo (Botempo, 2002).

Fuente: purepecha.mx (2016).

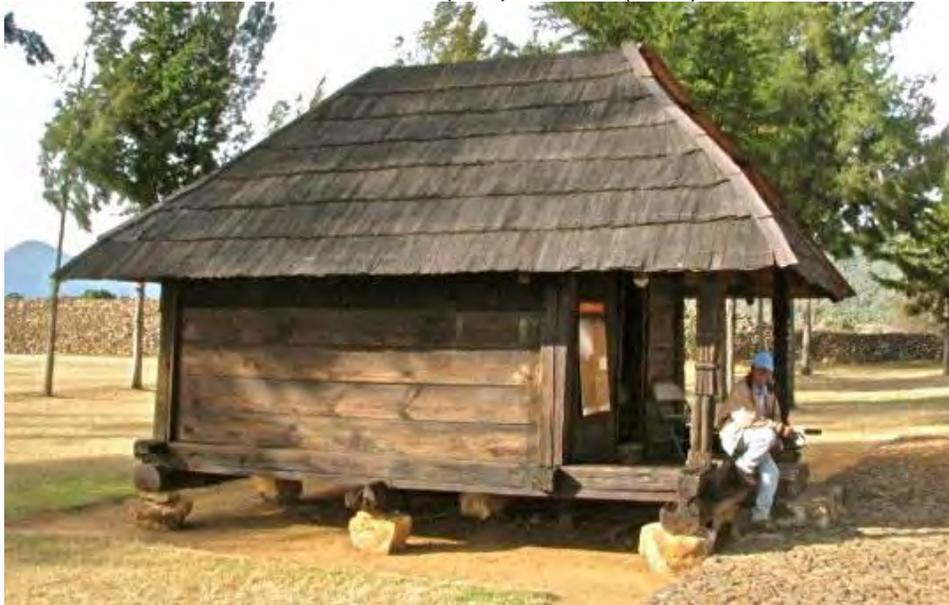


Figura 4 **Aspecto actual de un troje en Tzintzúntzan, Mich**

II.2 PROYECTO DE RESCATE Y CONSERVACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL EN SAN ANTONIO TIERRAS BLANCAS, LOS REYES, MICHOACÁN

Desde sus orígenes hasta las propuestas de intervención, resultado del diagnóstico realizado a esta comunidad, figura 5, localizada en la Sierra Purépecha, cuya población mantiene hasta nuestros días sus tradiciones y costumbres. Este proyecto, surge de una necesidad real y fue elaborado como parte de un ejercicio académico en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Arquitectura, en la especialidad en Restauración de Sitios y Monumentos, a través de un convenio realizado entre la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y el ICOMOS mexicano (Internacional Council on Monuments and Sites), contando con el apoyo del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo.

Fuente: Diagnóstico en la comunidad de San Antonio Tierras Blancas, LLP (2009).



Figura 5 Diagnóstico en la comunidad de San Antonio Tierras Blancas

El Proyecto de Rescate y Conservación, se realizó aplicando los conocimientos académicos que, mediante el desarrollo de una metodología aplicada, logró identificar las necesidades esenciales de los habitantes de la localidad de San Antonio Tierras Blancas, lo que permitió establecer propuestas en lo general y lo particular necesarias para contribuir al desarrollo sustentable de esta población. Los trabajos en su totalidad fueron realizados con la participación de un equipo interdisciplinario, llegando a concretarse en acciones de intervención que ya fueron realizadas en la comunidad.

Uno de los aspectos más importantes que este trabajo pudo evidenciar es el hecho de que la arquitectura vernácula que encontramos en la localidad de San Antonio Tierras Blancas responde sin duda, a las necesidades propias del contexto en el que se encuentra inmersa, el lograr comprender la estrecha relación que guarda esta arquitectura con el medio ambiente, permitió en gran medida comprender de qué manera fue concebido y definido este patrimonio edificada como se muestra en la figura 6.

Fuente: Diagnóstico en la comunidad de San Antonio Tierras Blancas, LLP (2009).



Figura 6 Resultado del Diagnóstico en la comunidad de San Antonio Tierras Blancas

De esta manera se puede constatar que los trabajos realizados para la rehabilitación y rescate de los trojes purépechas suelen dar resultados favorables a la población, ya que son proyectos que más allá del rescate y valoración del inmueble, coadyuva al desarrollo regional de las comunidades indígenas en los ámbitos más importantes como la vivienda y la imagen urbana de estos pueblos originarios.

III. MARCO TEÓRICO

III.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE CHARAPAN, MICHOACÁN Y SU IDENTIDAD CULTURAL

De acuerdo con lo que establece la Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, el estado de Michoacán de Ocampo cuenta con 113 municipios, y se divide en 10 regiones, como se aprecia en la figura 7.

De lo anterior antes expuesto cabe resaltar una región en particular como lo es la Purépecha que se distingue por concentrar la mayor cantidad de población indígena en el estado, donde aún permanece la vestimenta e idioma típicos de la región, así como los usos y costumbre propios.

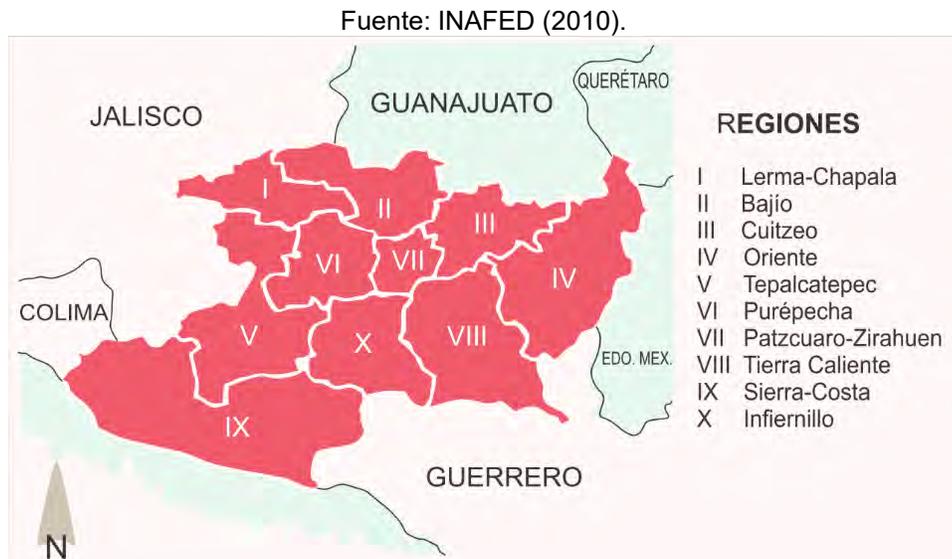


Figura 7 División del estado de Michoacán de Ocampo en regiones

De la división regional expuesta en la figura 8, el Municipio de Charapan pertenece a la región purépecha, y se localiza al oeste del estado de Michoacán de Ocampo en las coordenadas 19°39' de latitud norte y 102°15' de longitud oeste, a una altura de 2,360 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tangancícuaro y Chilchota, al este con Paracho, al sur con Uruapan y Los Reyes y al oeste con Los Reyes. Su distancia a la capital del Estado es de 208 Km. (INAFED, 2010).



Figura 8 Localización del municipio de Charapan, Michoacán

Hasta a mediados de los años 50 (García, 1980), la comunidad de Charapan se distinguía por las cubiertas de los trojes a base de tejamanil que, con sus variaciones de dos, tres y cuatro aguas que simulaban el relieve del entorno lleno de cerros con bosques de pino y encino en abundancia antes de que problemas como la tala inmoderada, incendios forestales y cambios de uso de suelo, como ocurre en nuestros días acabaran con gran parte de estos bosques.

Se puede apreciar en la imagen 9 el contraste de la comunidad de Charapan aproximadamente en 1950 y 2016, el cambio en las construcciones y la evidente desaparición del troje como vivienda, sustituido por la casa de techumbre plana a base de concreto y tabique.

Fuente: García (1980).



Fuente: Fotografía propia AAP (2016).



Figura 9 Comparativa Trojes de Charapan, Michoacán 1950 y 2016

En la actualidad, pese a los esfuerzos que realiza la colectividad purépecha por conservar su lengua, sus costumbres y tradiciones, el territorio que tradicionalmente ha ocupado, se ha visto reducido en gran parte a la presencia de grupos mestizos que inciden en la pérdida de la identidad indígena (Serrano, 2006: 38).

Este tipo de comunidades sufren de una aculturación, de pérdida de valores ancestrales, así como de su lengua, música, vestimenta, tradiciones (Torres y Ramírez, 2012: 66) y su histórico sistema constructivo denominado: troje.

Lo anterior se ejemplifica en la figura 10, en donde se puede apreciar claramente el contraste que existe entre las nuevas construcciones y el troje, el cual se destina a diferentes usos no sólo al habitacional, sino también al comercial. El desplazamiento del troje por las modernas construcciones, empañan la imagen urbana tradicional de este municipio, pues se rompe con la armonía arquitectónica de las calles. En la actualidad, es preocupante la poca atención que se le da a la conservación del troje en el municipio de Charapan; ya que múltiples familias han optado por desprenderse de sus trojes y han comenzado a construir edificios modernos. Esta situación deriva de diversos factores, entre los que se incluyen: la influencia y adopción de culturas externas, la falta de conocimiento del sistema constructivo, el poco interés de las nuevas generaciones, así como la falta de materia prima - la madera -; la cual está siendo devastada por la tala inmoderada, los frecuentes incendios forestales, la falta de reforestación y los escasos programas de plantaciones y mejoramiento forestal.

Fuente: Fotografía propia, AAP (2016).

Fuente: Fotografía propia, AAP (2016).



Figura 10 **Contraste de construcciones en Charapan (izquierda) y en Angáhuán (derecha)**

4.7 meses, del 19 de enero al 8 de junio con velocidades promedio de más de 7.5 kilómetros por hora, como se describe gráficamente en la figura 12.

Fuente: INEGI (2009).

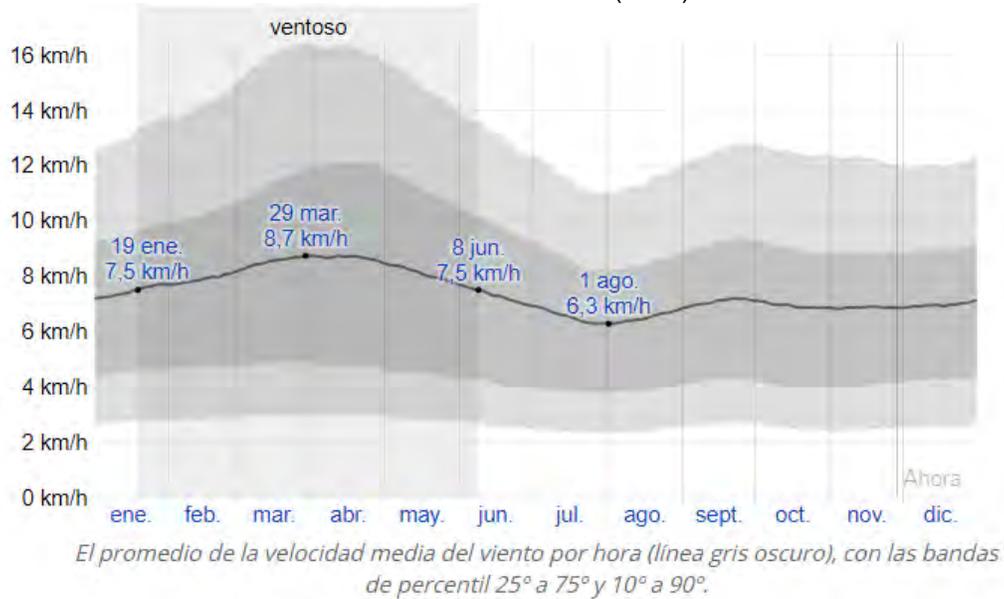


Figura 12 **Vientos dominantes en Charapan**

Su clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (99.76%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (0.24%), tiene una presentación pluvial anual de 1,000 a 1,500 milímetros y temperaturas que oscilan de 3°C a 26°C (INEGI, 2009). Como se muestra en las figuras 13 y 14.

Fuente: INEGI (2009).

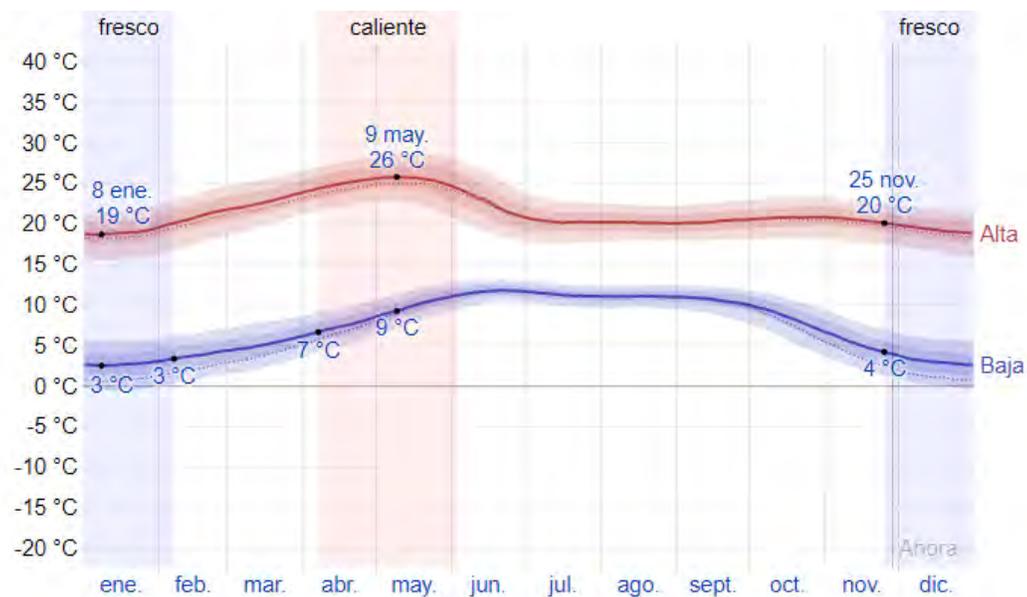
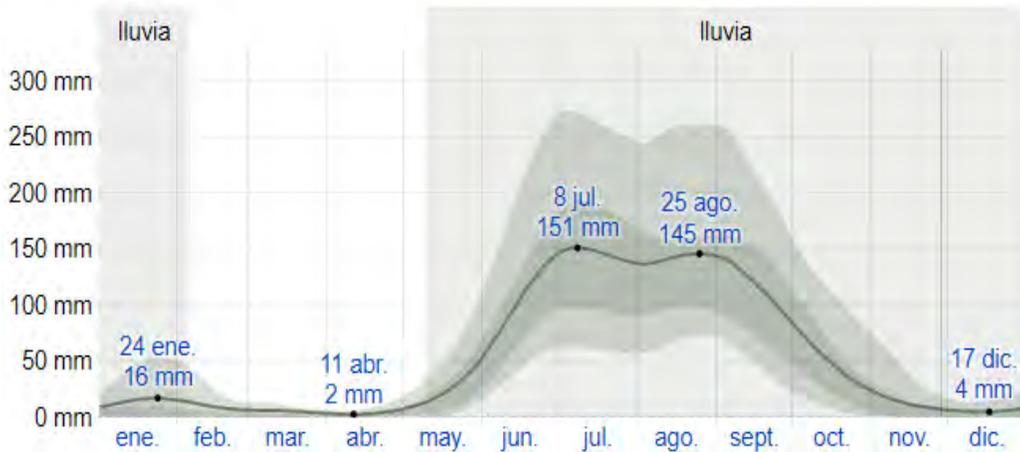


Figura 13 **Gráfico de temperatura anual en Charapan**

Fuente: INEGI (2009).



La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25º al 75º y del 10º al 90º. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente.

Figura 14 Precipitación pluvial anual en Charapan

A diferencia de la temperatura que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda. Y el nivel de humedad percibido en Charapan, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante todo el año, y permanece prácticamente constante en 0%, teniendo en promedio una humedad hasta el 20% en los meses de mayo a octubre (INEGI, 2009). Como se describe en la figura 15.

Fuente: INEGI (2009).

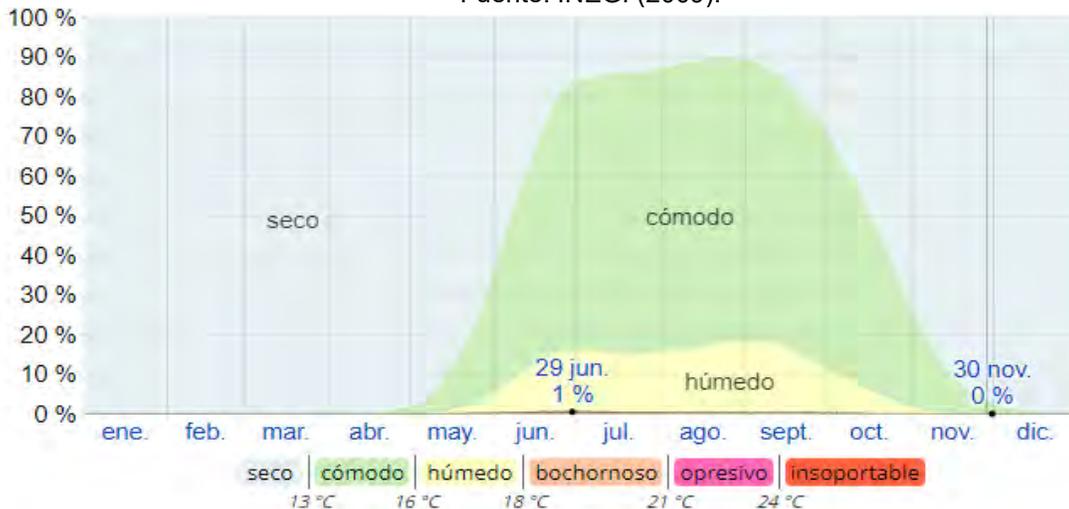


Figura 15 Gráfico de la humedad anual en Charapan

III.3 APLICACIÓN DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL PARA EL MEDIO RURAL

La madera es un material muy versátil y, probablemente el único con el que se puede construir la totalidad de una vivienda: desde grandes estructuras hasta, revestimientos, puertas y ventanas, cornisas o muebles. Esta posibilidad se ve enriquecida por los innumerables tableros que en la actualidad se producen con tecnologías que han permitido mejorarlos y aprovechar adecuadamente la materia prima. La característica general de estos sistemas es que la distribución arquitectónica no resuelve la necesidad de cubrir claros mayores de 8 - 10 metros (CORMA, 2006), lo que significa que en la mayoría de los casos se trabaja con madera aserrada y, solo en casos especiales, en los sistemas de entramado se emplea laminados y algunos tipos de madera estructural como lo es la madera laminada.

III.4 USO DE LA MADERA COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

III.4.1 Tableros a base de Madera para uso en la Construcción. Los tableros hechos a base de madera, se fabrican en dimensiones mayores que las obtenidas en piezas de madera aserrada, con ellos es posible cubrir con facilidad superficies grandes; tienen adecuadas cualidades mecánicas, durabilidad, aislamiento acústico y térmico y algunos ofrecen resistencia a agentes biológicos, al fuego y otros. Los principales tipos de tableros existentes son: Los contrachapados que están constituidos por láminas encoladas de madera; los enlistonados con alma de listones de madera y chapas exteriores; los tableros aglomerados que están hechos a base de partículas de madera o fibras de bagazo y resinas sintéticas; los tableros de fibra de madera y; los tableros aglomerados con astillas o lana de madera y cemento.

III.4.2 Tableros Contrachapados. Son paneles que están hechos de láminas de madera, con el grano de una lámina formada de 90° con el grano de la siguiente. Las capas exteriores se denominan caras, o cara y espalda. A la capa o capas centrales se las llama alma. El alma puede ser de chapa o de listones de madera. En este último caso se denominan tableros enlistonados. Las chapas, pueden variar en número,

espesor, calidad y dimensiones. Generalmente, los tableros contrachapados se fabrican de 0.90 a 1.20 m de ancho por 2.10 a 2.44 m de largo y su espesor normal varía entre 4 y 19 mm, aunque las medidas cambian según el fabricante en específico.

Ventajas

- Alta resistencia mecánica.
- Similitud de resistencia en el sentido transversal y longitudinal, lo cual se hace más evidente conforme mayor es el número de chapas para un espesor dado.
- Mayor estabilidad dimensional.
- Pueden cubrir áreas considerables.
- Versatilidad de usos y fácil trabajabilidad y manipuleo.

Usos:

- La calidad de la madera y de las colas empleadas en la fabricación del tablero contrachapado determina si este puede ser utilizado como material estructural.
- Los tableros contrachapados estructurales se utilizan en la construcción de pisos y muros portantes.
- Con ellos pueden diseñarse vigas compuestas y encoladas o clavadas en forma de vigas cajón vigas de "I" o doble "T". Los tableros contrachapados estructurales se usan también para fabricar las cartelas que unen los elementos de madera componentes de las armaduras, en cambio los tableros contrachapados no estructurales se usan para el recubrimiento de paredes y techos, así como para la fabricación de muebles, embalajes y puertas.

III.4.3 Tableros de partículas. Son fabricados principalmente con partículas de madera u otros materiales ligno celulósicos, aglomerados con adhesivos con aplicación de calor y presión.

Usos:

- De baja densidad, (0,25 a 0,40 g/cm³) usados como paneles aislantes o como alma de piezas complejas en las cuales es necesario reducir el peso.
- De densidad media, (0,40 a 0,80 g/cm³) constituyen la mayor parte de los paneles de partículas fabricadas actualmente, son empleados en mueblería y en construcción.
- De alta densidad, (mayor que 0,80 g/cm³) tienen, en general, los mismos usos de que los de densidad media. Generalmente los tableros de partículas son apropiados para uso interior, ya que pueden descomponerse en contacto prolongado con la humedad.
- No son adecuados para uso estructural pues tienden a desintegrarse con el tiempo frente a cargas de larga duración; sin embargo, actualmente es factible producir tableros de partículas para exteriores y estructuras, cuyos usos ofrecen buenas perspectivas. Sus dimensiones son 1,20 a 1,50 m de ancho por 2,40 a 3,00 m de largo, el espesor varía de 4 a 80 mm.

III.4.4 Tableros de fibra

Están hechos a base de fibras de madera u otros materiales ligno celulósicos y se adhieren por entrecruzamiento de las fibras, de modo que formen un fieltro, el cual es compactado al pasar entre rodillos o en una prensa caliente. Pueden agregárseles sustancias para aumentar su resistencia al fuego, a la humedad, o al ataque de hongos e insectos.

Usos:

- Los tableros blandos se emplean en la construcción, como aislantes termos acústicos en entrepisos, techos y divisiones, así como en el acabado de algunos interiores. Sus dimensiones son de 2,44 m de largo y 1,22 m de ancho y de 3 a 20 mm de espesor.
- Es posible también obtener en tamaños mayores. Una gran parte de los tableros duros se usa en la construcción, donde se destinan a revestimientos exteriores, recubrimiento de paredes, revestimiento de puertas y encofrados.

III.5 APLICACIÓN DE LA MADERA EN LA VIVIENDA COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

La madera tiene diversas aplicaciones, en la construcción de viviendas, la madera puede tener tres categorías de uso:

a). - Madera de uso definitivo. Es aquella incorporada a la edificación, ya sea a nivel de estructura o terminaciones, cuyo objeto es cumplir con la vida útil establecida para el edificio, es decir, queda incorporada definitivamente a la vivienda.

b). -Madera de uso transitorio. Cumple la función de apoyar estructuralmente la construcción del edificio, sin quedar incorporada a su estructura al finalizar la actividad. En esta categoría se encuentra, por ejemplo, toda la madera utilizada en encofrados para hormigón.

c). - Madera de uso auxiliar. Es aquella que cumple sólo funciones de apoyo al proceso constructivo. En esta categoría se pueden considerar, por ejemplo, la instalación de faenas, niveletas o tabla estacados, reglas y riostras de montaje, entre otros. Por ello, no toda la madera utilizada en las actividades de construcción de una vivienda debe tener propiedades, especificaciones y requerimientos iguales, ya que éstas dependerán del destino que tendrá.

III.6 DEFECTOS DE LA MADERA

La madera está sujeta a variaciones en su calidad debido a una serie de factores, los cuales se manifiestan como irregularidades o imperfecciones que, al afectar sus propiedades físicas, mecánicas o químicas, determinan limitaciones en los posibles usos de la madera como material (Jiménez, 1999). Estas irregularidades o imperfecciones, denominadas defectos, pueden ser de distinta índole, atendiendo al origen que las motivó:

1. De estructura o naturales: los que se han producido durante la vida del árbol.

2. De manipulación o por agentes externos: que se producen luego de que se corta el árbol. Y pueden ser producidos por secados deficientes defectos que aparezcan durante el maquinado o terminado de alguna pieza de madera.

A continuación, se puntualizan algunos de los defectos que tienen mayor relevancia para el caso particular de la preservación del troje.

- **Acebolladuras**

Durante la etapa de crecimiento del árbol pueden generarse esfuerzos internos que pueden provocar grietas de manera anular cuando se presenta entre anillos de crecimiento y a lo largo del eje del árbol, este tipo de rajaduras pueden afectar considerablemente la resistencia mecánica a esfuerzo cortante. Ver figura 16.

Fuente: Características de la madera de pino silvestre para uso estructural, (2016).

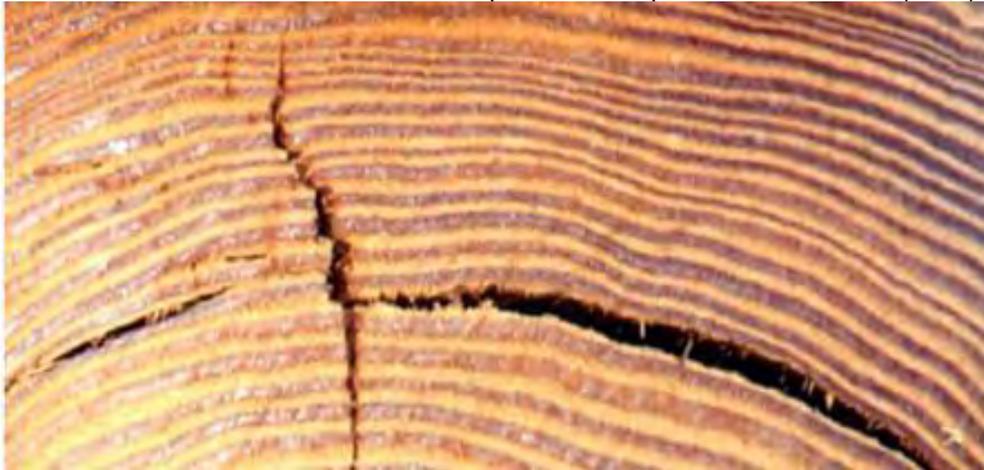


Figura 16 **Acebolladuras en la madera**

- **Pandeos o Acanalamientos**

Es un comportamiento que se presenta en; mientras más largo respecto a su sección transversal es un elemento, por ejemplo, una columna estructural que soporta principalmente cargas en sus extremos o a compresión a lo largo de su eje más largo, deformándose de manera cóncava a lo largo del eje. Puede presentarse también por malas técnicas de secado o por madera de reacción. Como se muestra en la figura 17.

Fuente: <http://iesodrapisuerga.centros.educa.jcyl.es> (2019).



Figura 17 **Pando o Acanalamiento en la madera**

- **Rajaduras**

Durante la etapa de crecimiento del árbol pueden generarse esfuerzos internos que pueden provocar grietas de manera radial, cuando estas están orientadas de la médula hacia la corteza, en la madera aserrada se presentan con frecuencia por deficiencias en las técnicas de secado y principalmente en las cabezeras de las piezas aserradas, este tipo de rajaduras pueden afectar considerablemente la resistencia mecánica a esfuerzo cortante. Como se muestra en la figura 18.

Fuente: www.condair.mx (2019).



Figura 18 **Rajaduras en la madera**

- **Torceduras**

Se presentan durante el secado de la madera, principalmente con malos manejos relacionados con el contenido de humedad y los tiempos de secado en medios controlados como las estufas, y en secados al aire libre por contactos nuevamente con agua, esta condición afecta considerablemente las propiedades mecánicas de la madera. Ver figura 19.

Fuente: <http://iesodrapisuerga.centros.educa.jcyl.es> (2019).



Figura 19 **Torceduras en la madera**

- **Grietas**

Durante la etapa de crecimiento, el árbol puede generar esfuerzos internos que pueden provocar grietas de manera radial cuando están orientadas de la médula hacia la corteza del árbol, este tipo de rajaduras pueden llegar a afectar de una forma considerable la resistencia mecánica a esfuerzo cortante. Se aprecia en la figura 20.

Fuente: <http://imagenes.4ever.eu> (2019).



Figura 20 **Grietas en la madera**

- **Nudos**

La existencia de los nudos en una pieza, afecta negativamente su resistencia, en primer lugar, al reducir el área de la sección transversal, se originan por restos de ramas quedaron incluidas en la madera durante el crecimiento en diámetro del árbol. De acuerdo a la rama que le dio origen los nudos se clasifican en nudos vivos; que provienen de ramas verdes cuyos tejidos han quedado íntimamente soldados a los de

la madera como se observa en la figura 21, nudos muertos; los cuales provienen de ramas que estaban secas al ser cortado el árbol y sus tejidos quedan separados de la madera adyacente, ver la figura 21.

Fuente: www.es.freeimages.com/search/knotted-wood (2019). Fuente: www.yoingeniero.xyz (2019).



Figura 21 Tipos de nudos en la madera, vivos (izquierda), muertos (derecha)

- Hongos

De acuerdo al daño provocado por hongos en la madera, se les puede dividir en tres tipos; hongos cromógenos, hongos xilófagos y mohos. Los hongos por ser organismos vivos requieren de ciertas condiciones para que proliferen como humedad, temperatura, aire y alimento. Los defectos ocasionados por dichos hongos son: manchado, el enmohecimiento y la pudrición, siendo este último defecto el más grave ya que el hongo se alimenta de la pared celular y lignina, reduciendo notablemente la resistencia mecánica. Observar la figura 22.

Fuente: <http://blog.simbolocalidad.com/patologias-madera-tratamiento> (2019).



Figura 22 Defectos por hongos en la madera: manchado, enmohecimiento y pudrición

- Insectos

Los coleópteros y las termitas, son los principales insectos que deterioran la madera, ya sea en pie, en la madera verde en espera de ser aserrada, en la madera seca y en la madera de uso. La resistencia se ve afectada por la presencia de orificios o galerías de diferentes diámetros o longitudes, dependiendo del insecto que los haya ocasionado. Observar la figura 23.

Fuente: <http://blog.simbolocalidad.com/patologias-madera-tratamiento> (2019).



Figura 23 Insectos que afectan la madera: coleópteros y termitas

IV. JUSTIFICACIÓN

La desaparición de los trojes en el estado de Michoacán, la adopción de tendencias arquitectónicas extranjeras que poco a poco se adoptan a causa de la transculturización y la falta de construcción de viviendas a base de madera en nuestro país como una opción al rezago habitacional rápido y económico, son las principales razones que motivan la realización de esta investigación.

Si bien, la identidad de los pueblos indígenas se manifiesta a través de su lengua, vestuario, gastronomía, arquitectura, usos y costumbres; de alguna manera se mantienen intactos con el paso del tiempo y a pesar de las diversas mezclas culturales. Esto no ha sucedido en todos los casos como lo es en la región purépecha del estado de Michoacán, su arquitectura se ha ido dañando y está desapareciendo por diversos factores, es por ello que la presente tesis aborda el rescate de dicha arquitectura

tradicional por medio de la modificación del sistema constructivo para mejorar la tecnología de construcción con madera.

La industria de la construcción de viviendas con madera en nuestro país no se ha desarrollado del todo a pesar de que se cuenta con los elementos básicos para su implementación como la materia prima, herramienta y sistemas constructivos básicos, la falta de créditos hipotecarios por parte de las instituciones bancarias es otro aspecto que frena esta industria debido a la falta de conocimiento sobre la madera en la construcción por parte de dichas instituciones. En este contexto se aborda el sistema constructivo como eje principal para rescatar y preservar por una parte la tipología tradicional del troje y por otra aprovechar la construcción mencionada para su uso habitacional que pueda mitigar el rezago de la vivienda en el país como contraparte de los fallidos programas gubernamentales de vivienda. Como lo es el caso de Charapan donde se han llevado a cabo programas de vivienda deficiente en administraciones pasadas donde las viviendas no cumplen con los mínimos requerimientos de antropometría, lo cual hace a estas viviendas inhabitables para los usuarios.

Estos antecedentes negativos y la necesidad de generar acciones que encaminen al desarrollo de las comunidades indígenas llevan a la elaboración de este proyecto como una referencia para contribuir con la preservación de la arquitectura tradicional la cual representa el troje y la esencia de los pueblos indígenas.

V. OBJETIVOS

V.1. GENERAL

- Diseñar una construcción actual de madera, basándose en el sistema constructivo del troje que conserve sus características tipológicas esenciales, adaptado a las nuevas tendencias tecnológicas en madera para su construcción en el uso habitacional para la comunidad Charapan, Michoacán.

V.2. PARTICULARES

V.2.1 Realizar un censo de los trojes que existen en la actualidad en la comunidad de Charapan.

V.2.2 Detectar el deterioro en la madera del troje en sentido estructural y determinar su origen.

V.2.3 Realizar pruebas mecánicas en los ensamblajes y resaque que forman las esquinas para determinar por qué se optó por este tipo de ensamblaje.

V.2.4 Elaborar planimetría y un modelo virtual del diseño propuesto como solución arquitectónica.

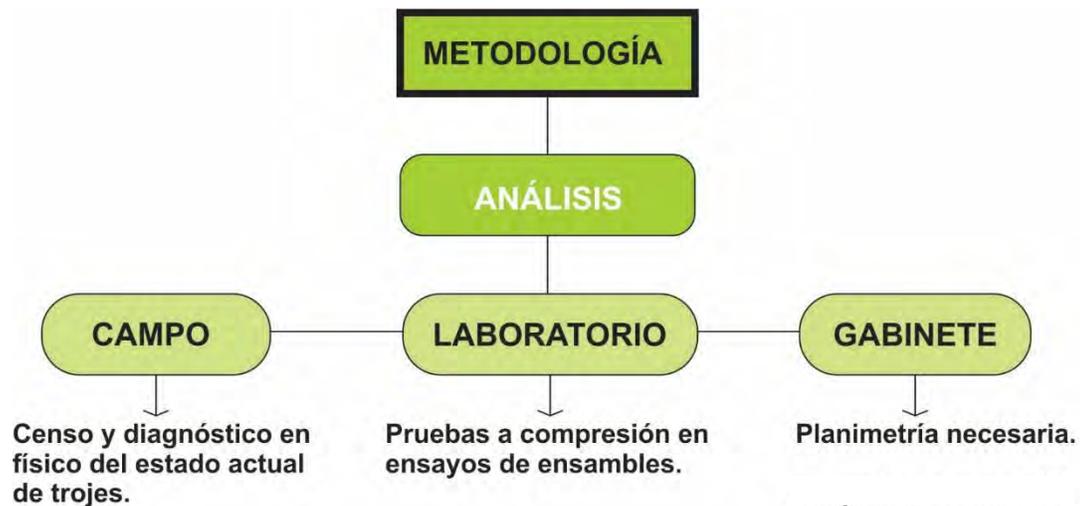
VI. HIPÓTESIS

La propuesta constructiva que surge de la adaptación del sistema constructivo del troje beneficiará tanto en la preservación y conservación histórica de esta construcción vernácula como en el uso habitacional creando una vivienda económica y de rápida construcción, además que pueda servir como referente para que la industria de la construcción con madera en nuestro país pueda ir obteniendo la importancia que no se le ha dado hasta nuestros días.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales y métodos a realizar serán divididos en tres partes fundamentales de manera que se pueda entender con claridad cada paso que llevó a los resultados que se muestran posteriormente, para ello se representa la metodología a manera de análisis en cual consta de una manera física en campo, de manera experimental en el laboratorio y de manera comparativa en gabinete como se representa en el siguiente cuadro.

Cuadro 1 Diagrama de Flujo



Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

VII.1 CAMPO

Se realiza un censo y diagnóstico en físico del estado actual de los trojes que se encuentren en buenas condiciones a través de la medición de tablones, vigas, gualdras, arrastres, ángulos de techumbre, detalles constructivos y las dimensiones del troje en general.

VII.1.1 Equipo de trabajo

El diagnóstico físico de los trojes fue llevado a cabo con equipo de medición propio como se describe a continuación.

- GPS Sistema de Posicionamiento Global marca Garmin

La georreferencia de los trojes a estudiar fue realizada con el GPS de alta precisión para determinar la ubicación exacta.

- Cinta métrica

Las dimensiones de los trojes son variadas y se necesita de una cinta métrica de 50m para lograr obtener las medidas de elementos de gran escala que así lo requieran.

- Flexómetro

Para los detalles constructivos del troje será necesario un flexómetro para mediciones a menor escala y que requieran de mayor precisión.

- Cámara fotográfica

Las evidencias físicas se podrán archivar en forma de imágenes por medio de una cámara fotográfica digital Samsung Lumix.

- Cédulas de inspección

Se utilizarán hojas de trabajo donde se plasmarán los datos recabados de las mediciones, así como croquis a mano alzada de especificaciones técnicas.

- Mapa de la comunidad de Charapan

Con el apoyo del mapa se irán referenciando en las respectivas manzanas los trojes que se hayan visitado.

VII.1.2 Metodología

La secuencia de operaciones previa al censo de trojes en la comunidad es la que a continuación se detalla.

- Censo de trojes en la comunidad

Para la realización del censo de todos o de la gran mayoría de los trojes en la comunidad de Charapan, se visitó el domicilio de las personas que cuentan con una construcción de este tipo para verificar si está hecha con el sistema constructivo del troje o si es construcción con madera vertical, posteriormente con el apoyo de un mapa de la comunidad se fue localizando y referenciando por medio del GPS el troje con su respectiva manzana y barrio, quedando registrado en dicho mapa.

- Medición de Trojes muestra

Derivado del censo realizado en toda la comunidad, se determinó seleccionar de entre una gran cantidad a 5 trojes aleatorios que fueran muy diferentes entre ellos en cuanto tamaños, tipología de edificación, materiales de recubrimiento apariencia y demás aspectos de tal manera que no hubiera semejanzas para así realizar las

mediciones apoyándose con la cinta métrica a gran escala como la base, gualdras o vigas madre, arrastres, tablones de piso, tablones de muros, tablones de tapanco, estructura de techumbre y cubierta. De igual forma las mediciones a detalle con el flexómetro destacando los tipos de ensambles, los volados de tablones en el cruce de ensambles, uniones y remaches de la cubierta con los tablones del tapanco y demás detalles que vayan surgiendo en el transcurso de la medición.

VII.2 LABORATORIO

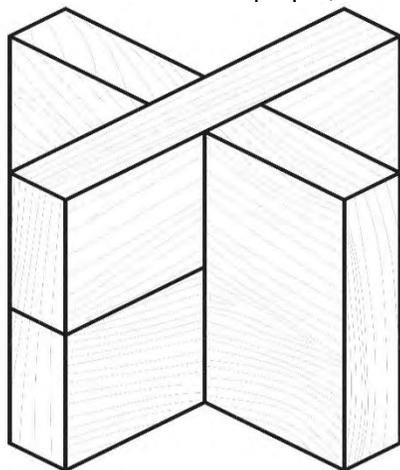
VII.2.1 Materiales empleados

Los ensayos llevados a cabo se han realizado con los equipos y materia prima presentes y al alcance del Laboratorio de Conservación y Preservación de la Madera.

- Probetas de madera

Los ensayos se realizarán con probetas de secciones extraídas de tablones de madera de pino de 1 ½" x 8" x 8 ¼' secados al aire libre y en pilas, las cuales se cortarán en forma de resaques tipo hembra a diferentes distanciamientos y se ensamblarán en forma de cruz; ver figura 24, para su posterior ensayo en la Máquina Universal. Representando el ensamble tradicional que se utiliza en la construcción de trojes de hembra-hembra uno sobre otro.

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).



Fuente: Fotografía propia, AAP (2017).



Figura 24 Croquis del armado de probeta (izquierda), y probeta armada (derecha)

- Especie de madera

En la elaboración de este estudio se cuenta con una sola especie de conífera, es el caso de Pino *sp*, la cual se encuentra disponible en tablones para su uso y es la más adecuada para dichos ensayos, como se muestran en la figura 25.

Fuente: Fotografía Propia AAP (2017).



Fuente: Fotografía Propia AAP (2017).



Figura 25 Pilas de tablones de pino varias medidas, LACOPREMA

- Dimensiones

El número de probetas fue de 15, las cuales se dividieron en tres grupos en los que el distanciamiento de ensamble varía quedando 5 probetas por grupo a 10cm, 20cm y 40cm desde la punta hacia el cruce de ensamble, obteniendo las siguientes piezas:

Cuadro 2 Listado de dimensiones de probetas (cm)

Cantidad	Unidad	Dimensiones
10	Piezas	20.3cm x 4cm x 24cm
10	Piezas	20.3cm x 4cm x 44cm
10	Piezas	20.3cm x 4cm x 84cm

Fuente: Elaboración Propia, AAP (2017).

VII.2.2 Equipo de trabajo

Todos los elementos necesarios para llevar a cabo la realización del estudio estaban ubicados en el Laboratorio de Conservación y Preservación de la Madera, así como en el Laboratorio de Física y Mecánica de la Madera, como se describen a continuación:

- Flexómetro

Se utilizó para medir los tablones más adecuados para llevar a cabo el experimento, además que cumplieran con las medidas requeridas y posteriormente para dar el dimensionamiento final a las probetas.

- Cepilladora

Una vez que los tablones fueron seleccionados fueron cepillados para mitigar algunas deformidades de los tablones derivadas de la exposición al sol como el pandeo y lograr más uniformidad en sus dimensiones.

- Canteadora

Los tablones cepillados se colocaron en la canteadora para estabilizar las orillas de los tablones para que los cantos pudieran ser lo más uniformes y planos posibles para un mejor dimensionamiento de las probetas.

- Escalímetro

Todas las probetas fueron verificadas con el escalímetro y se logró trazar el dimensionamiento lo más preciso posible para que el ensamble cuadre y fuera lo más justo y lograr una rigidez mayor.

- Sierra circular

Los cortes de las probetas para ensayos a compresión se realizaron con la sierra circular primeramente en secciones de 24, 44 y 84 centímetros en sentido transversal del tablón, posteriormente se realizaron cortes que equivale al grosor del tablón de 4cm, en la parte central de cada sección en amos costados para el ensamble.

- Máquina Universal de Ensayos

La realización de los ensayos a compresión de cada una de las probetas se llevó a cabo con la Máquina Universal de pruebas fisicomecánicas marca Shimadzu Seisakusho LTD con capacidad de 10 toneladas.

VII.2.3 Metodología

La secuencia de operaciones previa al análisis estadístico de los datos es la que se detalla a continuación.

- Limpieza de tablonés

Tras la selección de los tablonés que presentaban menor cantidad de defectos por el secado al aire libre, estos se limpiaron y se les aplicó peso un par de días para tratar de enderezar algunos que presentaban pandeos ligeros y así mitigar esta deformación.

- Medición de probetas

Una vez que se les retiró el peso, se procede a medir los tablonés y trazar las secciones que posteriormente serán cortadas, en primer lugar, se miden y trazan secciones de 24, 44 y 84 centímetros respectivamente, posteriormente se miden y trazan secciones cuadradas intermedias de 4cm al centro de cada tabla anteriormente trazadas y en cada extremo de la tabla.

- Corte de probetas

Al ser medidas y trazadas un total de 48 tablas tomando en cuenta las que pudieran salir mal, se cortan con la sierra circular de la manera más precisa primeramente en sentido transversal para sacar las tablas y posteriormente se realiza el corte por el cual se ensamblará, finalmente se hace el corte por mitad en sentido horizontal del 50% de las tablas ya que el ensamble requiere que dos piezas estén sujetando la pieza principal.

- Armado de probetas finales

Al tener todas las tablas cortadas con los resagues de ensambles en las posiciones correctas se continúa retirando la sección cuadrada del ensamble con un formón para que sea más preciso el corte y de esa manera unir las piezas adyacentes con la pieza central en posición de sándwich, obteniendo una pieza rígida en forma de cruz.

- Realización de pruebas a compresión

Para realizar el ensayo de compresión se utilizaron las probetas de pino en la maquina universal en una relación de 2:1, colocando la probeta en forma de equis de manera que la carga aplicada se efectuara a la unión del ensamble colocando un soporte de madera en la parte superior de la probeta para que la máquina universal cubriera los dos extremos de la probeta ver figura 26.

Fuente: Fotografía Propia, AAP (2018).



Figura 26 Colocación de la probeta en forma de equis

Se observaron y midieron las fallas y deformaciones que se hayan producido después de haber aplicado la fuerza, el ensayo comienza cuando el cabezal entra en contacto con la superficie del soporte de madera que se utilizó para abarcar los dos extremos de la probeta, a partir de este momento comienza a aplicarse una fuerza constante. Se tomaron en cuenta los parámetros en la máquina universal que se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3 Parámetros en la máquina universal

Distancia de volado	Velocidad de Movimiento	Proporción
10 cm	12 mm/min	2:1
20 cm	13 mm/min	2:1
40 cm	13 mm/min	2:1

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

Inicialmente se colocaron las probetas de 10 cm de distancia de volado, seguidas por las de 20 y 40 cm respectivamente intercalando algunos parámetros como se mostró en la tabla anterior. La madera, ante el esfuerzo, se deforma; dicha deformación es al principio, proporcional a la fuerza que lo produce, es decir, existe una relación lineal entre las tensiones y deformaciones, en este tramo la madera se comporta elásticamente, desapareciendo las deformaciones al disminuir el esfuerzo. A partir de un cierto valor de σ , llamado límite elástico (figura 27), las deformaciones aumentan en proporción a las tensiones, la madera deja su comportamiento elástico y al cesar el esfuerzo queda una deformación residual. Si las tensiones continúan tiene lugar la rotura.

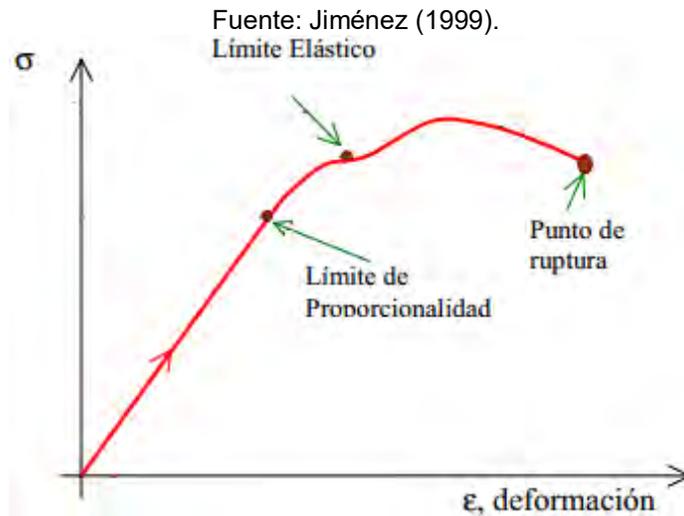


Figura 27 Relación entre esfuerzo y la deformación

VII.3 GABINETE

Se realizan la planimetría necesaria para comprender detalles constructivos, así como en general de los espaciamientos, número de tablones en muro, instalaciones

requeridas y techumbre, además de un modelo en 3D de la propuesta final como solución arquitectónica.

VII.3.1 Materiales empleados

Para la elaboración del diseño de la planimetría necesaria, así como del modelado en 3D, se requiere un equipo de cómputo especializado que cuente con las características técnicas para soportar software de diseño.

VII.3.2 Equipo de trabajo

La representación gráfica de los sistemas constructivos tradicionales en este caso particular se realiza por medio de softwares de dibujo técnico y arquitectónico como lo es el AutoCAD y ArchiCAD, de igual forma las ilustraciones son creadas en un programa de diseño gráfico como Corel Draw 8.

VII.3.3 Metodología

Una vez realizado el despiece de madera del troje, derivado del análisis y del censo se realizará la planimetría necesaria para los detalles constructivos así como de una modelo virtual y además de cumplir con el sistema constructivo original se harán adecuaciones según sean requeridas tomando en cuenta también los nuevos materiales ligeros utilizados en la construcción como panel W, tabla roca, tabimax, entre otros para que el uso de la construcción sea factible de ser habitable y poder cumplir con todos los objetivos antes mencionados.

VIII. RESULTADOS

VIII.1 CENSO DE TROJES EN LA COMUNIDAD DE CHARAPAN

Se realizó un censo de los inmuebles en la comunidad mencionada, ya que el ayuntamiento y el archivo histórico del municipio no cuentan con dicho censo o registro alguno, debido a ello no se sabe con exactitud cuántos trojes han desaparecido. Existe en la comunidad una asociación civil formada por profesionistas que entre sus actividades está la de rescatar los trojes que la gente tiene en venta e instalarlos en un predio, evitando así la destrucción o desaparición de ellos. La realización del censo fue con la finalidad de ubicar todos los trojes existentes, de tal forma que se tengan registrados e identificados previamente sus características físicas y de localización, así como tipología, dimensiones, daños y si es habitable o está en el abandono. Se utilizaron diversos instrumentos de medición para un registro confiable como cinta métrica, flexómetro, GPS, cámara fotográfica, entre otros. En el Anexo 1, se presenta el mapa de la comunidad de Charapan, con el resultado del censo realizado, con las manzanas correspondientes y la ubicación de los trojes registrados que actualmente siguen en pie, dando un total de 118 trojes de diferentes tipos y los cuales se concentran en el primer cuadro de la comunidad, siendo esta el área de mayor importancia por la cercanía a los sitios de mayor relevancia como la presidencia municipal, la plaza y la iglesia, donde de igual forma se encuentran los trojes de mayores dimensiones y de mayor detalle en su construcción.

De igual manera se generó un listado de los trojes encontrados por manzana y por barrios identificados según la situación de cada uno; si está habitado o si está en abandono, mismo que se elaboró con mayor detalle en el Anexo 2, arrojando el siguiente resultado simplificado en el cuadro 4:

Cuadro 4 Resultado de Trojes por barrios

Barrio	Trojés en uso	Trojés en abandono	Totales
San Bartolo	24	3	27
San Miguel	40	7	47
San Andrés	32	5	37
Sto. Santiago	7	0	7

Fuente: Elaboración propia AAP (2017).

Derivado del censo realizado se logró contabilizar en los cuatro barrios la cantidad de 103 trojes en uso habitacional o comercial, 15 trojes en desuso, pero en condiciones habitables, dando así un total de 118 trojes en la comunidad de Charapan.

Es de importancia mencionar que los trojes que se encuentran registrados en el mapa anterior son solo aquellos a los que se pudo tener acceso y que están en la colindancia hacia las calles, ya que existen algunos que se encuentran al interior de los predios de los cuales no se les puede ver desde afuera y se negó el acceso.

VIII.1.1 ANÁLISIS VISUAL EN CAMPO

Mediante una visita a tres lugares de la meseta purépecha se detectaron variantes en los estilos de los trojes, como se puede apreciar en la figura 28, se logró identificar el troje con un solo cuarto, el troje con dos cuartos separados por un pasillo intermedio, pareciera que este se cataloga en dos cuartos separados, pero se identificó que los trojes visitados de este tipo comparten el tapanco y el techo como una misma estructura, a su vez también se encontró el troje con tres o más cuartos continuos compartiendo de igual forma el tapanco y el techo, pudiendo ser este el más complejo en su construcción ya que los cuartos pueden estar en formación lineal o en forma de L y U.

Fuente: Fotografías propias, AAP (2016).



Figura 28 Tipos de trojes actuales en Corupo, Charapan y Angáhuán, Mich

En la figura 29, se observan los croquis de las variantes de trojes que se lograron detectar derivado de las visitas a tres comunidades de la meseta como lo fue Corupo, Charapan y Angáhuán, sobre los cuales se hizo el levantamiento correspondiente de sus dimensiones generales, alturas, numero de tablones por muro, dimensionamiento de tablones de piso, muro y base del tapanco. Donde se aprecia

también que las uniones de los cuartos en el tipo seriado son continuas y no modulares, encontrando tablonés de una sola pieza de hasta 16 metros de longitud en algunos casos y en promedio piezas de 8 metros, dando muestra de los grandes diámetros de fuste de árbol con los que se contaba antiguamente en la región y que hoy difícilmente por malos manejos forestales o por costos es poco accesible contar con esas dimensiones, optando por las medidas comerciales en madera.

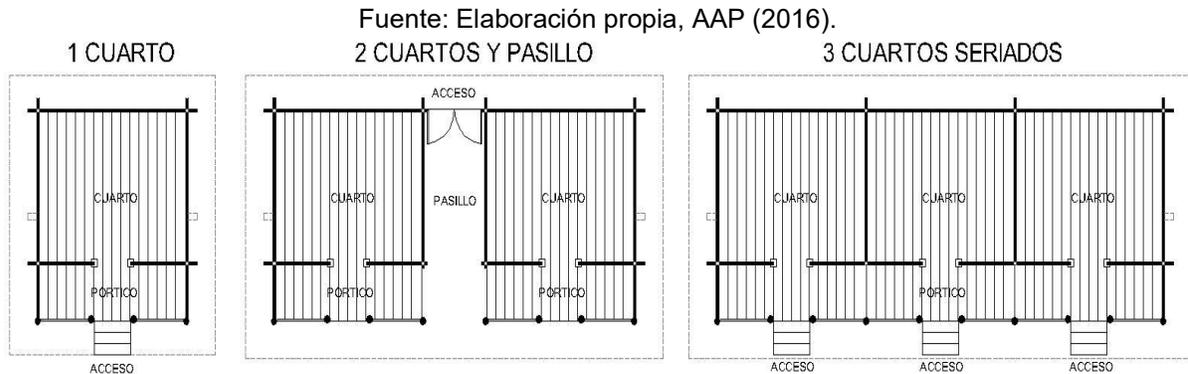


Figura 29 Croquis de los diferentes tipos de trojes actuales

Todas estas variantes cuentan con pÓrtico como parte del acceso que puede ser en forma cerrada por los costados o completamente abierto, esto era en relación a la ubicación del troje en el predio, los de portal cerrado se encontraron por lo regular en las esquinas de los predios pero con el pÓrtico hacia la parte interior del predio teniendo así más privacidad, a su vez los trojes con pÓrticos abiertos usualmente se encontraron cerca del primer cuadro de la comunidad y con el pÓrtico hacia la calle para darle una fachada más pronunciada al troje y donde se aprecia el gran detallado de las columnas labradas y vigas principales, como se aprecia en la figura 30.

Fuente: Fotografías propias, AAP (2017).



Figura 30 Tipos de portales: hacia la calle (izquierda), hacia interior de predio (derecha)

VIII.1.2 TIPOS DE ENSAMBLE

Los trojes purépechas tienen la particularidad de poder ser desarmados y trasladarlos a otros lugares, debido al sistema de ensambles con los que son fabricados y al no contar con elementos de sujeción como tornillos, clavos o pernos en sus muros, dicho ensamble hace que los muros se sostengan entre sí, en la manera como se va construyendo tablón tras tablón, la estructura se vaya rigidizando con el peso propio de los muros y en la parte superior el peso de la base del tapanco y la techumbre. Derivado de una inspección física que se realizó a varios trojes, se pudo observar y verificar que existen al menos en la comunidad de Charapan, dos sistemas de ensamble diferentes, por lo que se desconoce el origen de estos dos sistemas. El sistema de ensamble más repetitivo es el que tiene resagues tanto en la parte superior como en la parte inferior del tablón aproximadamente a 30 cm de las cabezas de ambos lados, como se observa en la figura 31. De manera que tiene contacto *hembra-hembra* con los tablonés adyacentes superior e inferior.

Fuente: Elaboración propia, AAP (2016).

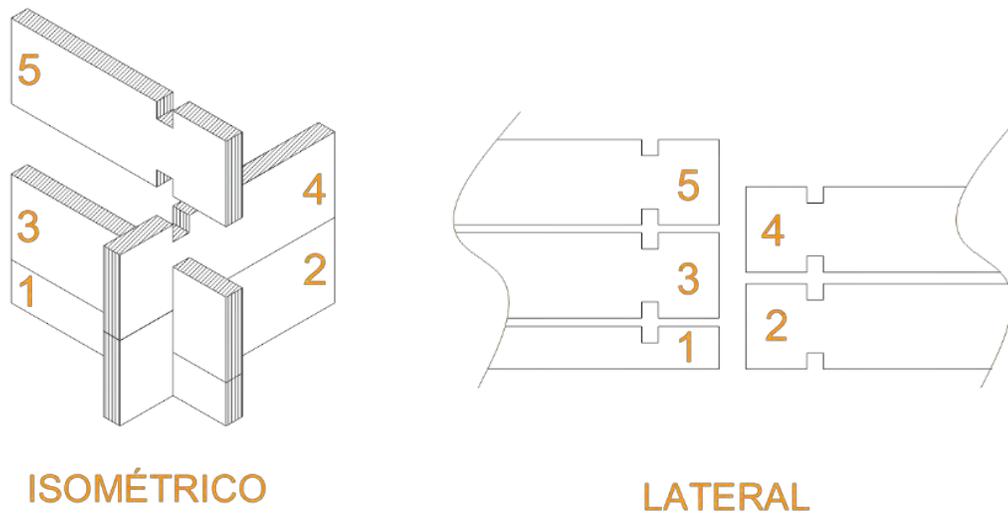


Figura 31 Ensamble Tipo 1

El ensamble con menos frecuencia en los trojes es en el cual los tablonés solo tienen en una de las caras el resaque *hembra* y del otro costado se une a *hueso* ensamblado con *sonoclavos* de madera los cuales hacen la función de clavos,

logrando así colocar hiladas de cuatro tablones en serie (uno de cada lado) a manera de corral para que se vayan sujetando por el propio peso, como se aprecia en la figura 32.

Fuente: Elaboración propia, AAP (2016).

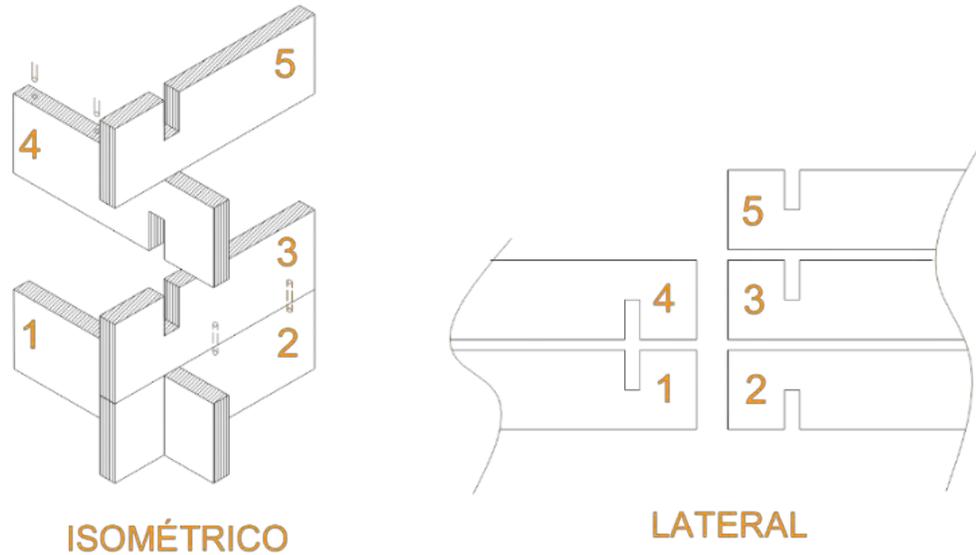


Figura 32 Ensamble Tipo 2

VIII.1.3 ASPECTOS POR DISEÑO

Se puede atribuir el uso de grandes dimensiones en madera para la construcción de trojes en la antigüedad al clima, ya que proporcionaba las condiciones ideales para que bosques de coníferas específicamente de pino y oyamel adquirieran grandes alturas y fustes frondosos, pues en la actualidad existen trojes en pie que alcanzan dimensiones de 9 x 10 metros en el espacio únicamente del cuarto y donde los tablones tanto del tapanco, de los muros y de piso son en una sola pieza y el espesor de los mismos rebasa los 10 centímetros, lo cual tenía que estar relacionado con la altura interior del cuarto obedeciendo a una proporcionalidad en cuanto a las medidas de los tablones de los muros de tal forma que, la estructura de la techumbre se ajustara a una forma lo más cuadrada posible tomando en cuenta también el espacio del portal, por otra parte las techumbres de los trojes en su mayoría están resueltas a cuatro aguas con fuertes pendientes, como respuesta a las intensas lluvias que recibe la zona, mayormente cubiertas de tablillas de tejamanil elaborado de

duramen de oyamel o *pinabete* como comúnmente se le conoce en la zona de la meseta purépecha y a diferentes grados de pendiente oscilando entre 18° a 60° según el tamaño del cuarto de cada troje en particular, de manera que entre más pequeño es el cuarto mayor es la pendiente de la techumbre, por lo cual; entre más se agranda el espacio del cuarto, menor inclinación presentan las techumbres, como se aprecia en la figura 33.

Fuentes: michoacan.evisos.com.mx (2016) y meganoticias.mx (2019).



Figura 33 Comparativa de la inclinación de las techumbres de trojes

Tales aspectos se relacionan a las inclemencias climáticas de la región pues antiguamente las temperaturas eran aún más frías y las lluvias más intensas que en estos tiempos modernos, por ello, y al ser la madera un material térmico e higroscópico, esto permitía mantener el tapanco y el espacio del cuarto a una temperatura cálida que pudiera resguardar de los fuertes fríos exteriores, con respecto a la lluvia, no se contaban con sistemas de protección para la madera, en específico para los tablones de los muros y del piso que son los que más relación directa tienen con la lluvia, algunos autores llegaron a deducir que el antiguo granero de donde evoluciona el troje, toma esa elevación en un principio para resguardar los granos de los depredadores, sin esperar que esa misma evolución ayudaría a elevar el troje en seis grandes piedras a manera de cimentación expuesta que evita el contacto directo de la madera con el suelo, siendo el primer sistema de protección contra la humedad ocasionada por lluvia, como se observa en la figura 34.

Fuente: www.minube.com.mx/fotos/rincon/3666853# DMPF (2007).



Figura 34 Troje en base de piedras para evitar la humedad

Aunado a ello y con el paso del tiempo, los constructores de trojes fueron mejorando el sistema constructivo, por ejemplo; la techumbre tenía que sobresalir lo necesario de los cuatro lados de la base para dar protección a la madera del contacto directo con la lluvia, de tal manera que ese excedente fuera lo suficientemente ligero para evitar el colapso de la techumbre ya que entre más distanciamiento, mayor peso para la estructura de la techumbre y tendría que emplearse madera de mayores dimensiones para su construcción. En la figura 35 se aprecia el detalle del saliente de la techumbre de diferentes trojes, esto dependiendo de las condiciones dimensionales de cada troje ya que no hay trojes similares, cada construcción dependía de las condiciones económicas y sociales de los dueños, es por ello que existen tantas variaciones en dimensionamientos del cuarto, portal, inclinación de techumbre, base o cimientito expuesto, saliente de la techumbre, incluso las orientaciones del portal hacia la calle o hacia el interior del predio.

Fuentes: meganoticias.mx (2019), García (2012) y García (1973).



Figura 35 Comparativo de salientes de techumbres a diferente distanciamiento

A continuación, se especifican a manera de resumen algunas de las ventajas y desventajas que en base al diseño se observaron en el análisis previo al estudio del sistema constructivo y que se deriva de los antecedentes climáticos antes mencionados, que posteriormente servirán de indicador para poder proponer una solución a los problemas existentes por diseño, si bien no son las mismas condiciones climáticas de años anteriores, son referente para dar solución a dichas problemáticas. Como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5 Ventajas y desventajas de los aspectos por diseño del troje

RESUMEN DE ASPECTOS POR DISEÑO DEL TROJE	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
TECHUMBRE	
Presenta inclinaciones fuertes desde 18° a 60° para el rápido desalojo de lluvia y granizo y el volado cubre ligeramente.	Está echo de tejamanil de oyamel, el cual tenía que cambiarse constantemente por su poca durabilidad.
TAPANCO	
Gran capacidad para resguardar cosechas y pertenencias que dejaba totalmente libre el espacio del cuarto.	En trojes pequeños tenía que estar demasiado alto ya que es en proporción de la base cuadrada del cuarto.
ENTREPISO	
Los tabloncillos llegan a tener grosores de más de 10 cm para soportar toda la estructura de la techumbre y brindar termicidad al cuarto.	Los grosores demasiados sobrados para el fin que se requería, ya que se llegaba a desperdiciar madera en los grosores tan pronunciados.
MUROS	
Los tabloncillos son de gran grosor y evitan el ingreso de aire y lluvia, permitiendo que el cuarto conserve una temperatura agradable.	En algunos resacaques mal realizados se desprende el saliente y provoca el pandeo de tabloncillos abriendo rendijas en la unión.
PISO	
Buena termicidad que mantenía cálido el piso del cuarto, además de gran resistencia al desgaste.	Debido a la humedad por lluvia es la primer pieza de madera en presentar pudrición por hongos en la parte inferior debilitando la estructura.
BASE	
A pesar de la altura promedio que mantenía el troje sobre piedras, mitiga de manera ligera la humedad por lluvia directa y contacto al piso.	Algunas piedras de soporte sufren movimiento alterando el ensamblado y provocando defectos en los ensambles, además que no proporciona protección a la madera del piso.



Fuente: Elaboración propia, AAP (2019).

VIII.2 DETERIORO EN LA MADERA DEL TROJE EN SENTIDO ESTRUCTURAL

Se analizaron 2 trojes de la comunidad de Charapan, con el objeto de registrar y posteriormente determinar las causas del deterioro de las piezas de madera, a continuación, se presenta los modelos de las cédulas de inspección que se elaboraron, la primera a manera de prueba piloto y que se realizó durante el censo, ver anexo 3, la segunda tomando como antecedente el Proyecto de Rehabilitación en San Antonio Tierras Blancas, ver anexos 4 y 5, así como las cédulas definitivas de dos trojes con las principales afectaciones que provocan en deterioro de estas construcciones tanto naturales como por el desgaste que se presenta debido al uso. De los 118 trojes que existen en la actualidad en condiciones regulares para habitabilidad, se tomaron 2 los cuales fueron escogidos al azar y de diferentes zonas de la comunidad, utilizando instrumentos básicos de medición como odómetro, cinta métrica, flexómetro y GPS.

En donde se tomaron las medidas generales como altura, largo y ancho del cuarto, dimensionamiento de los tablones y de piezas específicas de madera. Resultando un promedio de espaciamiento del cuarto del troje entre 4 metros de largo por 5 metros de ancho y 3 metros de altura, la mayoría con techumbres de lámina de asbesto, otras en menor cantidad con lámina de cartón y muy pocos con tejamanil en muy malas condiciones, en su totalidad los trojes presentan afectaciones por humedad en las partes bajas de unión con los cimientos, de igual manera presentan daños por insectos en los tablones de los tapancos ya que es donde se guardan los granos de las cosechas, lo cual produce un aumento de calor en el tapanco.

De igual forma se presentan las hojas de trabajo con los datos correspondientes al resultado del diagnóstico de los trojes 1 y 2 realizado en campo, ver anexos 6 y 7. Mismos que se tomaron como referencia de las cédulas de la prueba piloto, mejorando en las cedulas definitivas algunos aspectos que se determinaron irrelevantes para el estudio y donde se describen los dimensionamientos de largo, ancho y alto de cada troje analizado, así como el número de tablones por muro, medidas de los tablones, en pisos, muros y tapanco, además de las afectaciones más comunes por uso, agentes climático y biológicos, también se describe el estado de la estructura y techumbre, su

sistema constructivo y el traslape de los ensamblajes, todos los datos que se consideran relevantes para determinar su mejoramiento y adaptación a las nuevas tendencias en construcción con madera como se observa en los anexos 8 y 9 mismos que corresponden al troje 1 y los anexos 10 y 11 correspondientes al troje 2.

VIII.3 PRUEBAS MECÁNICAS EN ENSAMBLES Y RESAQUES

A continuación, se detallan los resultados de la aplicación de fuerza a compresión sobre las probetas representando el ensamble del sistema constructivo del troje:

Cuadro 6 Resultado de fuerza a compresión probetas 10 cm

Probeta	Distancia De Volado	Velocidad De Movimiento	Proporción	Resistencia Máxima
1	10 cm	12 mm/min	2:1	3,150 kg.
2	10 cm	12 mm/min	2:1	3,120 kg.
3	10 cm	12 mm/min	2:1	3,195 kg.
4	10 cm	12 mm/min	2:1	3,140 kg.
5	10 cm	12 mm/min	2:1	3,180 kg.

Fuente: Elaboración propia, AAP (2016).

Cuadro 7 Resultado de fuerza a compresión probetas 20 cm

Probeta	Distancia De Volado	Velocidad De Movimiento	Proporción	Resistencia Máxima
1	20 cm	13 mm/min	2:1	1,520 kg.
2	20 cm	13 mm/min	2:1	1,410 kg.
3	20 cm	13 mm/min	2:1	1,210 kg.
4	20 cm	13 mm/min	2:1	1,530 kg.
5	20 cm	13 mm/min	2:1	1,590 kg.

Fuente: Elaboración propia, AAP (2016).

Cuadro 8 Resultado de fuerza a compresión probetas 40 cm

Probeta	Distancia De Volado	Velocidad De Movimiento	Proporción	Resistencia Máxima
1	40 cm	13 mm/min	2:1	1,100 kg.
2	40 cm	13 mm/min	2:1	720 kg.
3	40 cm	13 mm/min	2:1	1280 kg.
4	40 cm	13 mm/min	2:1	900 kg.
5	40 cm	13 mm/min	2:1	760 kg.

Fuente: Elaboración propia, AAP (2016).

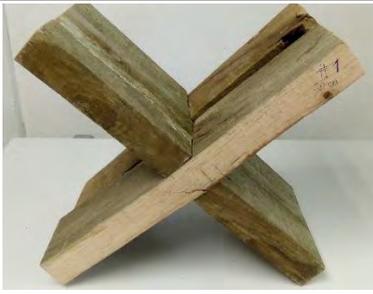
A continuación, se presentan las tablas de los resultados de una probeta de cada medida 10, 20 y 40 cm, sus daños físicos después de aplicar fuerza a compresión en la Máquina Universal:

Cuadro 9 Registro de daños físicos en probeta No. 1 con espaciado de 10 cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 1							
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión					
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto
1		Acebolladuras			X		
		Pandeos	X				
		Rajaduras					X
		Torceduras	X				
		Grietas					X
		Nudos			X		
		Hongos	X				
		Probeta con distanciamiento @10cm	Insectos	X			

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

Cuadro 10 Registro de daños físicos en probeta No. 1 con espaciado de 20cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 1							
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión					
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto
1		Acebolladuras	X				
		Pandeos			X		
		Rajaduras			X		
		Torceduras				X	
		Grietas			X		
		Nudos				X	
		Hongos			X		
		Probeta con distanciamiento @20cm	Insectos	X			

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

Cuadro 11 Registro de daños físicos en probeta No. 1 con espaciado de 40cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 1							
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión					
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto
1		Acebolladuras		X			
		Pandeos	X				
		Rajaduras				X	
		Torceduras	X				
		Grietas			X		
		Nudos	X				
		Hongos				X	
		Probeta con distanciamiento @40cm	Insectos		X		

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

De igual manera en los anexos del 12 al 23 se puede consultar a detalle el resultado de las 12 probetas restantes correspondientes a los distanciamientos de 10, 20 y 40 cm para una mayor comprensión del comportamiento de las probetas ante la aplicación de fuerza a compresión.

Enseguida se muestra el resultado de todas las pruebas a manera de resumen indicado su comportamiento ante la aplicación de fuerza:

Cuadro 12 Resumen de los resultados de las probetas

RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS PROBETAS				
PARÁMETROS			OBSERVACIONES	
PROBETA	No.	RESISTENCIA MÁX.	ANTES DEL ENSAYO	DESPUES DEL ENSAYO
DISTANCIA @10cm	1	3,159 kg	Se pudo observar que la madera de la probeta presentaba algunos nudos, grietas y rajaduras.	Al momento de aplicar la fuerza se observó que comenzó a rajarse lentamente por la parte del ensamble hasta su colapso, debido a las a los defectos de la madera.
	2	3,120 kg	En esta probeta se presentaron diferentes defectos específicamente rajaduras en la parte de las cabezas de las tablas.	Después de aplicar la fuerza en la maquina universal, de inmediato comenzó a quebrarse por la parte del ensamble siendo la probeta a con menos resistencia a la fuerza aplicada.
	3	3,195 kg	Las tablas de esta probeta se le encontraron pocos defectos, solo un poco de torceduras en la punta de una de las tablas.	Fue la probeta que más resistencia tubo a la aplicación de fuerza ya que presentó muy pocos defectos, las tablas estaban casi limpias de deformidades, por ello el resultado fue satisfactorio.
	4	3,140 kg	En esta probeta presentó defectos como nudos y grietas y algunas rajaduras, específicamente en las uniones del ensamble ya que se buscó la mejor cara de cada tabla.	Esta probeta resultó ser la segunda que menos fuerza resistió ya que si presentaba defectos que al momento de la aplicación de fuerza comenzó a romperse dando continuidad a las rajaduras que ya presentaba.
	5	3,180 kg	Las tablas de esta probeta presentaron bajos defectos, ya que fueron del mismo tablón de donde se extrajo la probeta 3, siendo casi limpia de defectos.	Después de aplicarle la fuerza tardó un poco en presentar rajaduras ya que fue la segunda probeta que más fuerza resistió, esto debido los pocos defectos que presentó.
DISTANCIA @20cm	1	1,520 kg	En esta probeta no se hacen notar grandes defectos lo que permite que sea una probeta casi limpia y hace esperar buenos resultados.	Al momento de aplicar la fuerza tarda un tiempo en comenzar a deformarse ya que solo en las esquinas y en las uniones presenta ruptura por ligeros defectos como nudos pequeños.
	2	1,410 kg	Esta probeta presenta muchos defectos como grietas y rajaduras, también se observan hongos y algunos nudos pequeños.	A pesar de las deformaciones presentadas, esta probeta es la tercera en resistir más fuerza a compresión y al momento de la ruptura sólo se presentó en una de las dos tablas.
	3	1,210 kg	Las tablas que conforman esta probeta presentan diversos defectos provocados posiblemente por el secado al aire libre, aunque en media magnitud.	En el momento que se le aplica la fuerza de inmediato comienza a deformarse, siendo la probeta que menos resistió, debido a que presentaba un nudo cerca del resaque y unión.
	4	1,530 kg	Esta probeta en específico presenta rajaduras leves en las puntas de las tablas, y cerca de los resagues de ensamble presenta pandeos ligeros.	Aún y cuando presenta pandeos cerca de los resagues, esta probeta fue la segunda en resistir más carga, debido a que los pandeos favorecieron en la orientación en la maquina universal.
	5	1,590 kg	Es la probeta con menos defectos de gravedad aun cuando presenta acebolladuras ligeras en las puntas y se nota la presencia de hongos superficiales de manera longitudinal.	Esta probeta al momento de ejercer la fuerza es la que más resistió y menos defectos al término de la aplicación de la carga, ya que solo se rajó en manera transversal en un resaque del ensamble.
DISTANCIA @10cm	1	1,100 kg	Esta probeta presenta manchado pronunciado por hongos y rajaduras al centro de las tablas, también pudrición en las puntas de las tablas.	Con todos los defectos que presentó, la probeta fue la segunda en resistir la mayor carga ya que al momento de la ruptura solo se agrietó al costado de los ensambles sin dañar de manera pronunciada.
	2	720 kg	Las tablas de esta probeta presentan todos los defectos mencionados en las tablas antes presentadas, aunque en poca cantidad lo cual la hace vulnerable a la aplicación de la fuerza	En cuanto se le aplicó la fuerza a esta probeta en cuestión de segundos comenzó a desquebrarse hasta romperse por completo una de las dos tablas siendo la que menos fuerza resistió.
	3	1,280 kg	Esta probeta presentó muy pocos defectos los cuales se acentúan al centro de las tablas justo en el ensamble de ambas, pero en pequeñas cantidades.	Al momento de ejercer la carga, pasó un tiempo determinado hasta que se desgajó un poco de un resaque quedando casi intacta y siendo la que más fuerza resistió de esta categoría.
	4	900 kg	Una de las dos tablas de a probeta presentó gran cantidad de hongos y poca pudrición en un extremo de la misma, así como pequeños nudos al centro de la tabla, además de grietas en las puntas.	A pesar de los defectos presentados la probeta resistió una gran cantidad de fuerza siendo la tercera con mayor carga ejercida y sus defectos al término de la misma fueron mínimos quedando casi intacta.
	5	760 kg	Las dos tablas que conforman esta probeta presentaron demasiados defectos, principalmente hongos y torceduras a lo largo de las tabas.	Fue la probeta con el segundo registro de menor carga que resistió, ya que al momento de aplicar la fuerza enseguida se partieron y desprendieron por la mitad en sentido longitudinal las dos tablas.

Fuente: Elaboración propia, AAP (2019).

De los resultados antes expuestos se puede determinar que, las pruebas que se realizaron específicamente colocando las probetas en una posición contraria a la que en un caso real se observa y sin seguir ningún tipo de norma establecida, fue para conocer únicamente el comportamiento de los tablones salientes a diferentes distanciamientos y específicamente en la zona del ensamble, ya que el desprendimiento de dichos salientes es un problema que se presenta con mucha frecuencia en los trojes y se desconoce el origen de este problema, pues no hay ninguna carga extra que no sea de manera vertical sobre los ensambles provocada por el peso propio de los tablones de muro y de la techumbre, toda vez que no se encontró algún tipo de prueba mecánica similar para poder comparar con el problema antes mencionado. Cabe resaltar que estas pruebas se realizaron principalmente para experimentar y reforzar el conocimiento, por si algún otro factor o resultados inesperados pudieran aparecer.

Antes de la realización de las pruebas ya se suponían algunos resultados, que los ensayos con menores distanciamientos pudieran resistir más carga a compresión, aún y cuando la probeta sería volteada y colocada en equis; resultando en efecto que las pruebas con el distanciamiento de 10 centímetros hacia el ensamble fueron las que más carga resistieron alcanzando cantidades que superaron las 3 toneladas, ya que la distancia es relativamente corta y ese factor rigidiza mucho más la unión entre tablones de tal manera que entre más aumenta la distancia entre la punta y el ensamble, los tablones se van pandeando y flexionando siendo menor la resistencia a la carga aplicada. Por otra parte, las pruebas con distanciamiento de 20 centímetros hacia el ensamble resistieron entre un rango de 1,210 kg a 1,590 kg, casi por mitad a las probetas de 10 centímetros, esto derivado a que la distancia aumentó al igual que la velocidad de la aplicación de la fuerza en 1mm/min. Con esa misma velocidad de aplicación de fuerza, las probetas de 40 centímetros resistieron en un rango de 720 kg a 1,280 kg, siendo estas las que menor carga soportaron, esto debido al gran distanciamiento de las puntas hacia los ensambles pues se obviaba que entre más aumentara la distancia, mayor probabilidad de ruptura.

VIII.4 PROPUESTA

En base al estudio del sistema constructivo del troje, se logra obtener una construcción de fácil montaje que a manera de propuesta resuelve las problemáticas de habitabilidad mínimas para su inclusión en la industria de la construcción con madera en nuestro país.

Dicha construcción está conformada por los espacios básicos con los que contaría una casa habitación de interés social como son la sala, comedor, cocina, dos baños completos y dos recámaras, además en esta propuesta se agrega un espacio exterior en el acceso principal denominado portal, este elemento se encuentra en el troje original y se adapta a la propuesta de tal manera que en su fachada luzca de alguna manera similar a la del troje y no se asemeje a una cabaña común, sino que adopte la esencia visual del troje. Su montaje es sencillo y su fase constructiva se divide en cimientos expuestos al nivel de suelo, estos que soportan una base de concreto sobre la cual se ancla la estructura de madera en su totalidad y posteriormente los forros exterior e interior de muros y de la techumbre. Siendo una construcción confortable para la habitabilidad de una familia de hasta 5 integrantes y con opción a continuar una segunda planta con dos recámaras para cubrir las necesidades básicas de todos los integrantes de la familia.

A continuación, se presentan de manera detallada las fases constructivas que derivan de dicho proyecto constructivo, como lo es el catálogo de conceptos en el que se describen las partidas, el presupuesto base de la construcción con precios reales y actualizados de materiales que incluyen la mano de obra, la planta arquitectónica donde se muestra la distribución de los espacios y algunas perspectivas de una maqueta virtual donde se aprecia el volumen de la construcción, alturas proporcionales a la escala humana y los materiales finales que como propuesta se tienen pensados. Concluyendo con una construcción de 100 metros cuadrados de fácil montaje misma que puede ser habitable en 20 días del inicio de la construcción y teniendo un costo por metro cuadrado de construcción de \$3,131.11 (tres mil ciento treinta y un pesos 11/100 M.N.), lo cual la hace económica y al alcance de muchas personas.

VIII.4.1 FASES CONSTRUCTIVAS

Cuadro 13 **Catálogo de Conceptos**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	PRELIMINARES		
1.1	Limpia, trazo y nivelación	m ²	108
2	CIMENTACIÓN		
2.1	Excavación	m ³	0.9
2.2	Zapata prefabricada	pza	12
2.3	Cadena de cerramiento	ml	88.28
3	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS		
3.1	Colocación de tuberías	ml	16.5
3.2	Colado de firme	m ²	97.23
4	DESPLANTE DE MUROS		
4.1	Instalación de estructuras de soporte y techumbre	lote	1
4.2	Forro con tablón 1 1/2" X 8" X 8' 1/4 en exterior	lote	1
4.3	Forro con tabla en techo	m ²	140.64
4.4	Colocación de teja asfáltica	m ²	140.64
5	INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
5.1	Colocación de cableado y polductos de CPVC en muros	lote	1
6	FORRO INTERIOR DE MUROS		
6.1	Colocación de fibra de vidrio 3 1/2" (R-13)	lote	1
6.2	Colocación de tapa de muro de tablaroca	m ²	158.48
7	FORRO DE CIELOS		
7.1	Colocación de fibra de vidrio 6 1/4" (R-19)	lote	1
7.2	Colocación de lambrín para cielo	m ²	140.64
8	APLICACIÓN DE PROTECCIÓN A LA MADERA		
8.1	Aplicación por aspersion a madera exterior (Sales CCA)	lote	1
8.2	Aplicación con brocha a madera interior (Aceite de linaza)	lote	1

Fuente: Elaboración propia, AAP (2019).

Cuadro 14 Presupuesto base

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	SUBTOTAL
1	Limpia, trazo y nivelación	m ²	108	\$ 8.25	\$ 891.00
2	Excavación 25 cm a mano	m ³	0.9	\$ 20.54	\$ 18.49
3	Zapata prefabricada	pza	12	\$ 550.00	\$ 6,600.00
4	Cadena de cerramiento	ml	88.28	\$ 129.87	\$ 11,464.92
5	Colocación de tuberías	ml	16.5	\$ 45.54	\$ 751.41
6	Colado de firme	m ²	97.23	\$ 397.72	\$ 38,670.32
7	Instalación de estructuras de soporte y techumbre	lote	1	\$ 14,400.00	\$ 14,400.00
8	Forro con tablón 1 1/2" X 8" X 8 1/4' en exterior	lote	1	\$ 6,976.00	\$ 6,976.00
9	Forro con tabla en techo	m ²	140.64	\$ 98.86	\$ 13,903.67
10	Colocación de teja asfáltica	m ²	140.64	\$ 278.45	\$ 39,161.21
11	Colocación de cableado y poliductos de cpvc en muros	lote	1	\$ 358.78	\$ 358.78
12	Colocación de fibra de vidrio 3 1/2" (R-13) muros	lote	1	\$ 9,587.50	\$ 9,587.50
13	Colocación de tapa de muro de tablaroca	m ²	158.48	\$ 196.45	\$ 31,133.40
14	Colocación de fibra de vidrio 6 1/4" (R-19) cielos	lote	1	\$ 11,245.45	\$ 11,245.45
15	Colocación de tapa de lambrín para cielo	m ²	140.64	\$ 137.74	\$ 19,371.75
16	Aplicación por aspersion a madera exterior (Sales CCA)	lote	1	\$ 1,900.00	\$ 1,900.00
17	Aplicación con brocha a madera interior (aceite de linaza)	lote	1	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
	TOTAL CONSTRUCCIÓN				\$ 207,633.89
	UTILIDAD			0.30	\$ 62,290.17
	SUBTOTAL				\$ 269,924.06
	I.V.A 16%			0.16	\$ 43,187.85
TOTAL DE PRESUPUESTO					
Trescientos trece mil ciento once pesos 91/100 M.N.					\$ 313,111.91

Fuente: Elaboración propia, AAP (2019).

Fuente: Elaboración propia, AAP (2018).

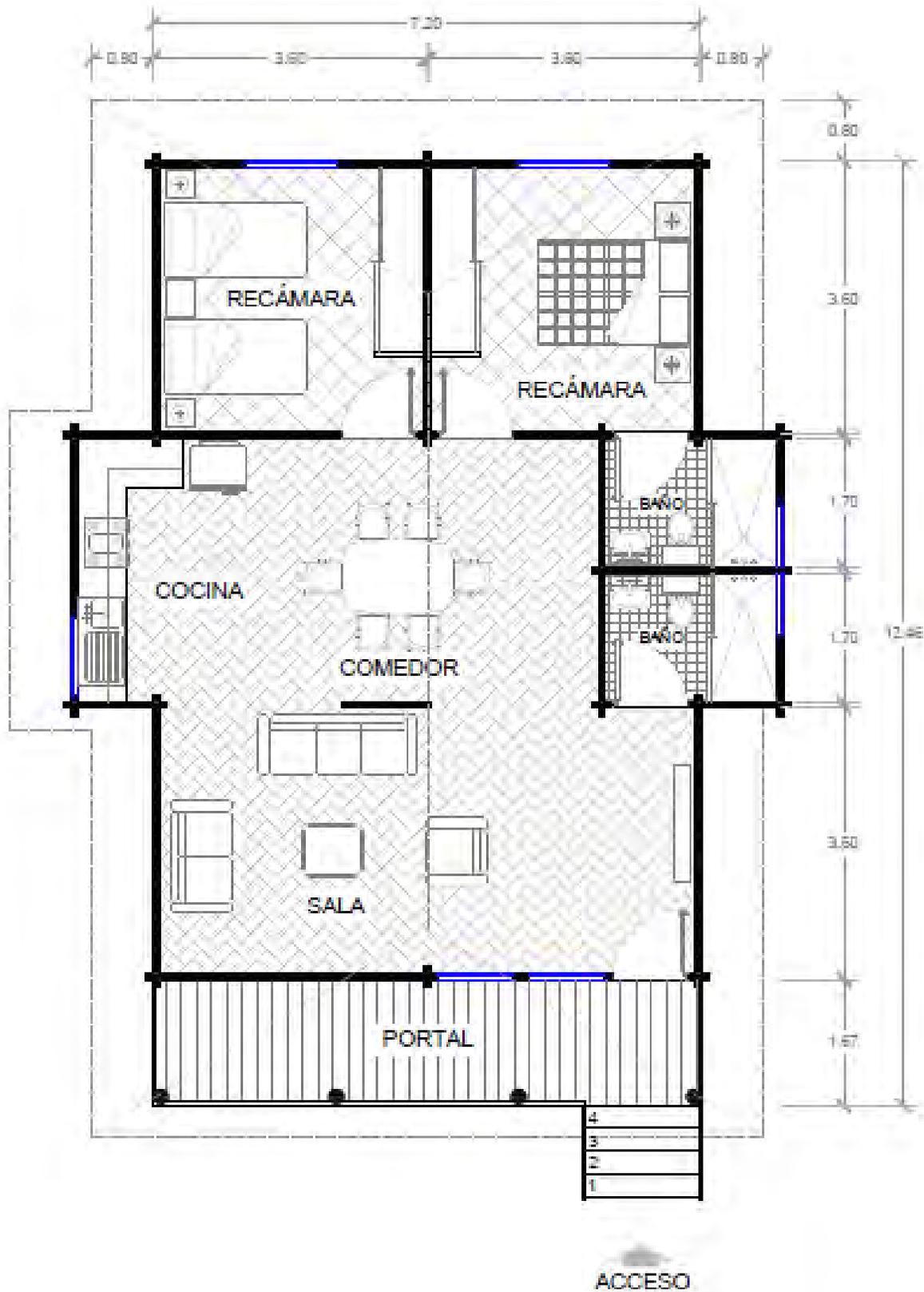


Figura 36 Planta arquitectónica de la propuesta

Fuente: Elaboración propia, AAP (2018).



Figura 37 Alzado de la propuesta

Fuente: Elaboración propia, AAP (2018).



Figura 38 Perspectiva izquierda de la propuesta

Fuente: Elaboración propia, AAP (2018).



Figura 39 Frente de la propuesta

Fuente: Elaboración propia, AAP (2018).



Figura 40 Perspectiva derecha de la propuesta

Fuente: Elaboración propia, AAP (2018).



Figura 41 **Perspectiva trasera derecha de la propuesta**

Fuente: Elaboración propia, AAP (2018).



Figura 42 **Perspectiva trasera izquierda de la propuesta**

A manera de conclusión se muestra una tabla en la cual se describen las ventajas y desventajas de la propuesta realizada, con base a los antecedentes anteriormente presentados, donde se hace énfasis a los materiales empleados en cada proceso constructivo, como se aprecia en el cuadro 15.

Cuadro 15 **Ventajas y desventajas de los aspectos por diseño de la propuesta**

RESUMEN DE ASPECTOS POR DISEÑO DEL TROJE	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
TECHUMBRE	
Al no tener las condiciones climáticas que antiguamente llevaron a la tipología del troje, se propone una techumbre no tan inclinada que de igual forma tiene desalojo rápido de lluvia, así como en los aleros a los costados de 1 metro.	Al ser techumbre forrada con teja asfáltica, podría retener un poco en caso de lluvia con granizo intenso y afectar a la estructura.
TAPANCO	
La anulación del tapanco favorece en sentido de la utilización de más madera, ya que es una superficie considerable y que se cuantifica en valor monetario, ahorrando una gran cantidad de dinero.	En las recámaras se pudo integrar el tapanco como un guarda ropa de manera que los espacios quedarán libre de closets.
ENTREPISO	
Al no contar con entrepiso y al usar el espacio del tapanco (del troje original), se usa dicho espacio para lograr una altura y media y generar amplitud interior.	De igual forma al usar la altura como espacio integrado, se pierde ese espacio que bien se hubiera usado como guarda ropas incluso como tapanco.
MUROS	
Se utilizan tablonces de 1 ½" x 8' x 8 ¼" en exterior con ensambles en las esquinas y traslape a 10 cm, en interior se forra con tapa de tablaroca permitiendo aún más la termicidad. Además de utilizar sustancias preservantes.	En distancias donde la madera aserrada no cubra el claro de muro, se une a base de <i>finger joint</i> para lograr el distanciamiento deseado soportado por un polín intermedio.
PISO	
Al ser un piso de concreto que va anclado a las trabes de cerramiento, permite la estabilidad y fijación de la construcción, además que puede ser cubierto con duela.	De igual manera que la base, al ser de concreto; mantiene la construcción estable y sin ser movable.
BASE	
Se logra 1 metro de altura con las zapatas prefabricadas para evitar el contacto con el suelo natural, y mitigar daños por humedad y contacto directo con la lluvia. Con la impermeabilización se garantiza la durabilidad de las zapatas.	Las bases al ser de zapatas de concreto se unen con trabes dificultando la movilidad de la construcción manteniéndola fija, a comparación del troje que es movable y desmontable.



Fuente: Elaboración propia, AAP (2019).

IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

IX.1 La elaboración del censo de los trojes queda como referencia para el ayuntamiento y demás autoridades civiles que se interesen en el estudio, conservación y protección de esta vivienda mítica y originaria de la meseta purépecha, como fiel documento ya que dicho estudio no se había realizado en la región, cumpliendo con parte de los objetivos de este documento y acercándose a lo que posteriormente se podría desarrollar con más apertura a otras comunidades donde también existen este tipo de construcciones de madera.

IX.2 Derivado de los resultados antes expuestos se puede determinar que las afectaciones de los trojes en su mayoría son por el uso y por agentes climáticos como la humedad provocada por la lluvia, si bien es cierto que el sistema constructivo tradicional a base de ensamblados en las esquinas de los muros es aparentemente sencillo, quedó comprobado mediante los resultados de las pruebas físicas, arrojan que es una manera de mitigar las deformaciones y el pandeo de los muros por debilitamiento, es decir que, estructuralmente el sistema de ensamblado es adecuado para incluir una segunda planta en su construcción.

IX.3 En base a las pruebas mecánicas realizadas, se considera que la construcción con madera a base de ensamblados similares al de los trojes podría tomarse en cuenta como una alternativa para la industria de la construcción de vivienda en serie en nuestro país, ya que este mercado no ha sido explotado lo suficiente como para atender las necesidades de vivienda de la población, y está enfocado únicamente a construcción de vivienda unifamiliar o de interés social, con sistemas de construcción de tabique contemporáneo o bien concreto en molde. Existe una gran desinformación sobre la construcción con madera para uso habitacional en la República Mexicana, se asocia más con casas de campo y cabañas de lujo que están al alcance de algunos cuantos.

IX.4 Es por ello que preservando y protegiendo la arquitectura tradicional y en específico los trojes de la región purépecha, se podrá adaptar a nuevas tendencias de construcción con madera hasta lograr una edificación rápida, económica, viable y

funcional que pueda estar al alcance de la población como un recurso de vivienda, incluso hasta por medio de un subsidio para que formara parte del programa de vivienda para los trabajadores. Ya que la propuesta antes mencionada es adecuada en primera instancia para la población de la zona de estudio y la meseta Purépecha, debido a que es una construcción con la misma tipología y no se sale del contexto regional como las casas habitación de concreto producidas en serie, además que al estar hecha en gran parte con madera amortigua y mitiga las condiciones climáticas atípicas actuales, como en su momento el troje original lo hiciera en tiempos remotos, si bien las condiciones han cambiado y de igual forma el clima, las adecuaciones realizadas en este proyecto están pensadas precisamente en solucionar una casa habitación de madera para que a base del diseño se logre implementar como un sistema de construcción para la población.

X. RECOMENDACIONES

Realizar esta investigación, permitió al autor ampliar su percepción sobre el sistema constructivo del troje para su preservación y uso habitacional en la comunidad de Charapan, Michoacán, a través de los aspectos técnicos y de diseño.

Asimismo, se pudo tener un acercamiento con las personas que aun cuentan con un troje para conocer sus perspectivas sobre su funcionalidad e identidad cultural. De manera que, plantear en una primera instancia, la preservación del troje; a partir del sistema constructivo que se propone, puede concebirse como una propuesta de esta investigación, para evitar su desaparición como parte de la identidad purépecha. Por ello, no sólo es elemental llevar a cabo acciones técnicas y de diseño del troje, sino también acciones de concientización que involucre la participación social, académica y gubernamental, como un ideal tripartito y sistémico, al que tanto se hace alusión en el discurso teórico y político.

Bajo estos argumentos se han desarrollado las siguientes propuestas:

- Realizar foros y talleres de participación para conocer el sistema constructivo del troje, así como su importancia para su preservación y uso habitacional,

dando a conocer las operaciones técnicas de construcción. Lo anterior, porque fue solicitado por los propietarios que se visitaron en la investigación campo.

- Elaboración de un manual constructivo para la adaptación del troje, que parta del diagnóstico realizado en esta investigación, a través de esquemas factibles de acuerdo a las condiciones económicas, ambientales, sociales, políticas y tecnológicas del municipio de Charapan. Ello en atención, al principio de concurrencia en la participación con la federación, el estado y el municipio.
- Creación de una Red de sectores enfocados en los sistemas constructivos tradicionales para su preservación y uso habitacional que se desempeñe como un organismo autónomo de las instituciones empresariales y gubernamentales, ofreciendo orientación precisa sobre las técnicas de construcción, capacitación operativa y como un medio de vinculación con los prestadores de servicios para su ejecución.
- En las medidas de conservación de la construcción propuesta, se recomienda de manera no química o por diseño lo siguiente:
 1. Elevar la construcción del suelo 80 centímetros como mínimo para evitar el contacto directo con la humedad y prevenir daños ocasionados por hongos en la madera, ya que es una altura que coincide con los cuatro escalones de acceso, cada uno de 20 centímetros de peralte.
 2. No incluir cerramiento en la base del troje, ya que impide la circulación de corrientes de aire y podría existir proliferación de hongos e insectos en la base de la construcción.
 3. La techumbre deberá tener 1 metro como mínimo de distanciamiento que sobresalga del resto de la construcción, para evitar la humedad de lluvia directa en los muros, pues es la distancia que logra cubrir dos terceras partes de los muros aun cuando la inclinación de la lluvia sea muy pronunciada.
 4. Colocar rejillas de circulación de aire en puntos de menor circulación por diseño, de manera que se puedan abrir y cerrar según sea el caso y el uso utilizando la orientación necesaria para que el interior este lo mejor ventilado posible.

5. Se propone impermeabilizar las zapatas expuestas en su totalidad para que la humedad no avance por capilaridad hacia la cadena de cerramiento y el piso de concreto, por consiguiente, a la madera de la construcción.
- En lo que respecta a medidas de conservación química, se recomienda lo siguiente:
 1. Tanto en la unión de la base de concreto y la madera, como en los bordes de la techumbre se instalarán tablillas de sacrificio, mismas que estarán impregnadas de sales CCA (Arsenato Cromado de Cobre), por medio de inmersión a 48 horas, con el fin de recibir directamente el agua de lluvia y de esta manera proteger la estructura interna de la techumbre.
 2. Por medio de aspersión, rociar la construcción únicamente en el exterior con sales CCA (Arsenato Cromado de Cobre), para proteger la madera del contacto directo con la lluvia y de insectos.
 3. Aplicar cera protectora en cielos y enraques para la prevención de proliferación de hongos por humedad e insectos.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, B. y Prieto, V. (1998). *La Troje: tipología de vivienda Purépecha*, El colegio de Michoacán. México.

Barthelemy, R. y Jean M. (1987). *La casa del bosque. "Las Trojes" de Michoacán*, Heidi Barthelemy, J. B. Colson, Rosa Pla. El colegio de Michoacán. México.

Bedolla, A. (2005), *La troje michoacana, una herencia constructiva purépecha*, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 2do Congreso Iberoamericano y X Jornada "Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio", Morelia, Mich.

Bedolla, A. (2006), *Las estructuras de madera de las capillas de la sierra purépecha, origen y modelo*. Palapa 001. Vol. 1. Universidad de Colima, Colima, México.

Botempo, J. (2002), *Elementos mudéjares en la arquitectura vernácula de Michoacán: El troje purépecha.*, Universidad Autónoma de Guadalajara, Universidad Pablo Olavide. México.

Cibrian, D. Méndez, Campos, Yates III, Flores. (1995), Centro de Transferencia Tecnológica. Santiago, Chile.

CORMA, CORPORACIÓN CHILENA DE LA MADERA, (2006), Centro de Transferencia Tecnológica, Chile.

Correia, M. (2007). *Teoría de la Conservación y su Aplicación al Patrimonio en Tierra*. Apuntes Vol. 20. 202-219. Pontificia Universidad Javeriana de la Compañía de Jesús, Bogotá, Colombia.

Cruz de León, J. (2006), *Manual para la Conservación y Preservación de la Madera Estructural en Edificios Históricos*, Ediciones Michoacanas, Morelia, México.

DICCIONARIO TÉCNICO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN, (2003) México, Oceano.

Ettinger, R. (2010), *La transformación de la vivienda vernácula en Michoacán. Materialidad, espacio y representación*. Colegio de Michoacán. GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN, CONACYT. Morelia, Mich.

García, C. (1980). *El Troje Purépecha*, Dirección de Etnología del Instituto de Antropología e Historia, Tsimárhu Estudios Etnólogos. México.

García, C. (1980). *El Troje y el Solar Purépecha*, Dirección de Etnología del Instituto de Antropología e Historia, Tsimárhu Estudios Etnólogos. México.

Hoyle, R. (1989), *Wood Technology in the Desing of Structures, Fifth Edition*, Pr; Edición: Subsequen, Iowa State.

INAFED (2010). *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México*. Michoacán de Ocampo. Recuperado el 2 de junio de 2016, de: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/index.html>

Jiménez P, F. J. (1999). *La madera: propiedades básicas*. Ed. GET Grupo Estudios Técnicos. Palencia, España.

Parra, J. (2013). *Manual de Construcción en Madera, para viviendas de bajo costo resistentes a desastres en la Moskita*. Honduras/Nicaragua.

Pérez, A. (2014). *Comparación de ensayos de madera estructural mediante norma UNE y norma ASTM*, Universidad de Valladolid, Escuela Técnica de Superior de Ingeniarías Agrarias.

Peters, R. (2000), *Woodworker's Guide to Wood*, Sterling Publishing Co., Inc. New York. USA.

Prieto, V. (1978), *Vivienda campesina en México*. SAHOP.

Rojas, A. (2010). *Procedimientos y Tecnología en la Restauración, Arquitectura, Conjuntos y Naturaleza*. Posgrado de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México.

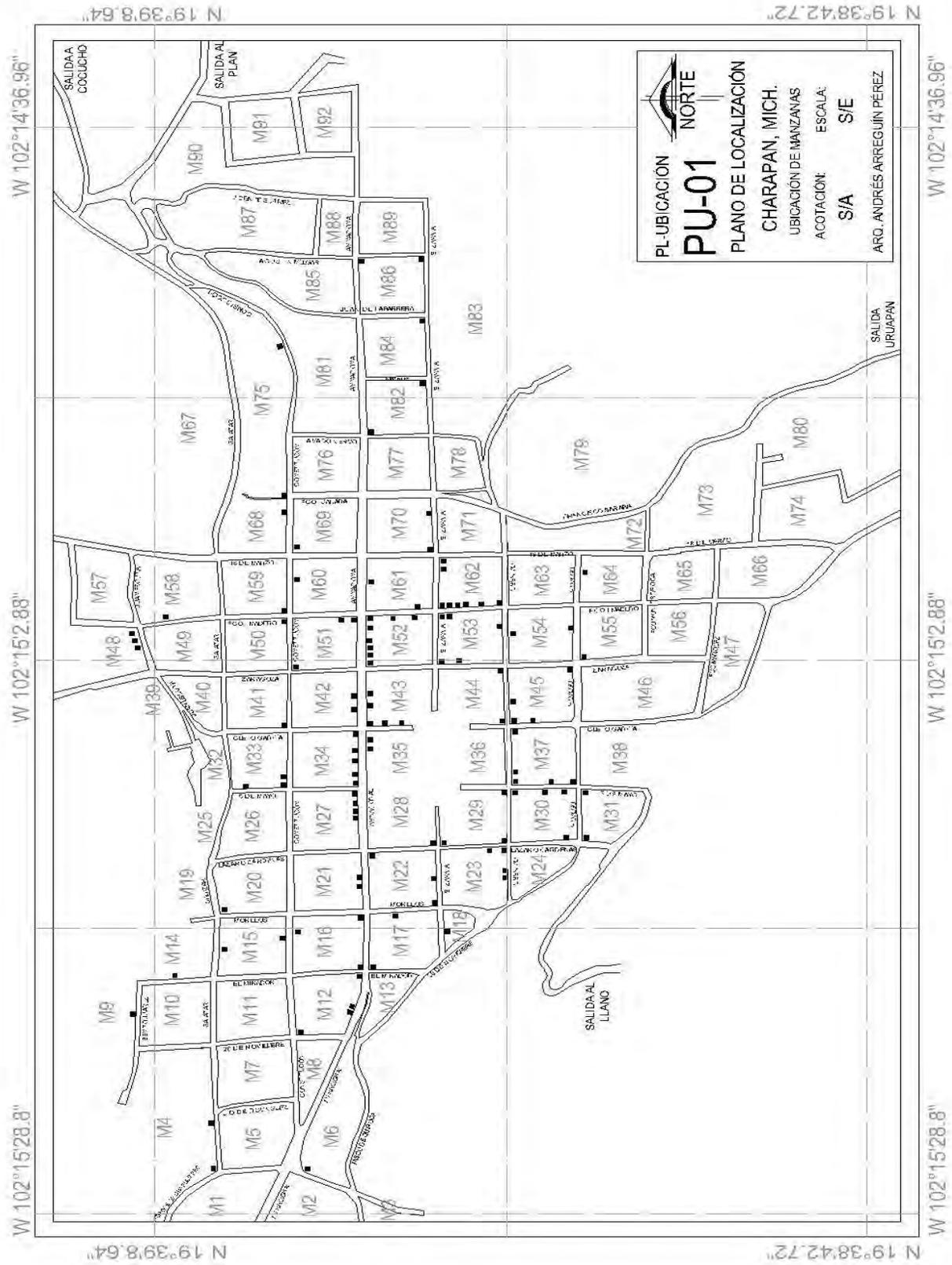
Sánchez, R. (1980), *El significado de la arquitectura vernácula, en cuadernos de arquitectura y conservación del patrimonio artístico*, num10: *Arquitectura Vernácula*, México, INBA.

Serrano, E. (2006). *Regiones indígenas de México*. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México. Recuperado el 15 de junio de 2016, de: http://www.cdi.gob.mx/regiones/regiones_indigenas_cdi.pdf

Torres, A. y Ramírez, E. (2012). *El fortalecimiento de la cultura indígena a partir de la intrainterculturalidad en el jardín de niños*. *Revista latinoamericana de educación inclusiva*, 6(2), 65-89. Recuperado el 15 de junio de 2016, de: www.rinace.net/rlei/numeros/vol6-num2/art3.pdf

XII. ANEXOS

Anexo 1 Ubicación de trojes en Charapan



Fuente: Elaboración propia AAP (2017).

Anexo 2 Listado de trojes por manzana y por barrios

LISTADO DE MANZANAS CON TROJES EN CHARAPAN				
BARRIO	MANZANA	EN USO	ABANDONADO	TOTAL
SAN BARTOLO	M4	1	1	2
	M6	1		1
	M9	1		1
	M12	4		4
	M14	1		1
	M15	2		2
	M16	2	1	3
	M17	2		2
	M18	1		1
	M20	1		1
	M21	2		2
	M22	2	1	3
	M23	4		4
SAN MIGUEL	M27	4		4
	M28	1		1
	M33	3		3
	M34	5		5
	M35	2		2
	M41	1		1
	M42	2		2
	M43	4	1	5
	M48		3	3
	M50	1		1
	M51	3		3
	M52	5	3	8
	M58	1		1
	M59	1		1
	M60	1		1
	M61	2		2
	M68	1		1
M69	1		1	
M70	2		2	
SAN ANDRÉS	M29	2	1	3
	M30	4		4
	M31	1	1	2
	M37	5		5
	M44	2		2
	M45	4		4

	M53	4	1	5
	M54	2		2
	M55	1		1
	M62	6	2	8
	M64	1		1
STO.SANTIAGO	M75	2		2
	M82	2		2
	M84	1		1
	M86	2		2
Totales		103	15	118

Fuente: Elaboración propia AAP (2017).

Anexo 3 Formato de Cédula Estado Actual (prueba piloto)

CÉDULA ESTADO ACTUAL DE TROJE									
Propietario:	UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO				Inspección Física:		HOJA:		CLAVE:
Localidad:	FITECMA/POSTECMA				Intacto	Intervenido	Traslado	Uso Actual	
Fecha de visita:	MAESTRÍA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA				Vivienda: SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		Parcial		
Domicilio:					Defectos de Uso:		P	R	M
Tipo de Troje:	Descripción física del inmueble:				Hongos				Instrumentos
					Insectos				Flexómetro
					Rajaduras				Cinta métrica
					Ensamble				Odómetro
					Pintura				Planos
									GPS
No.	CIMENTACIÓN	VIGAS MADRE	TABLONES PISO	TABLONES MURO	TABLONES TAPANCO	VIGAS TAPANCO	ESTRUCTURA		TECHUMBRE
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
OBSERVACIONES:									



LOCALIZACIÓN

Autorizó:

Dr. José Cruz de León

Realizó:

Arq. Andrés Arreguín Pérez

Atendió:

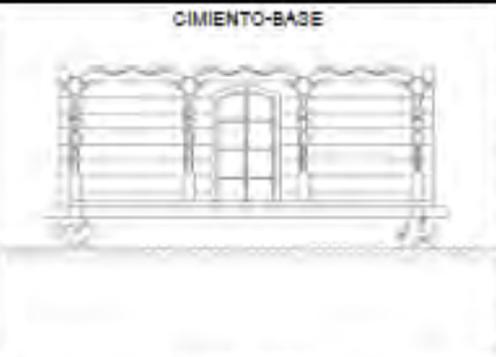
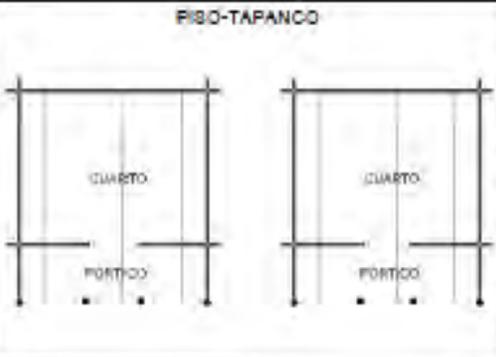
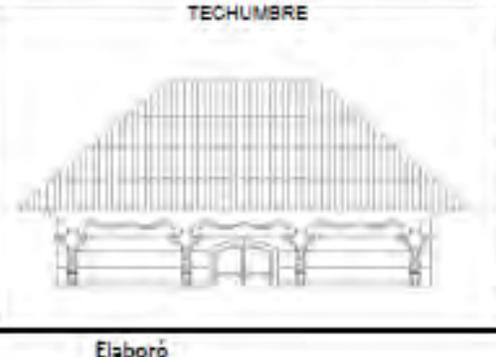
Fuente: Elaboración propia AAP (2016).

Anexo 4 Formato en base al Proyecto de Rehabilitación en San Antonio Tierras Blancas (1-2)

GÉDULA INFORMATIVA DE TROJE									
No. de manzana:	No. de lote:	No. de ficha:	HOJA:						
DATOS GENERALES									
Propietario:					Fecha de visita:				
Localidad:					Domicilio:				
Ubicación:					Tipo de Troje:				
ESTADO ACTUAL									
UBICACIÓN EN MANZANA					CROQUIS DEL TROJE				
DIMENSIONES DE PREDIO:									
Frente:		Fondo:							
GEOREFERENCIA:									
N:									
W:									
INSPECCIÓN FÍSICA									
Observaciones:	INMUEBLE		DEFECTOS DE USO GENERAL				INSTRUMENTOS		
	Vivienda	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	DAÑO	Poco	Regular	Mucho	Flexómetro	<input type="checkbox"/>	
	Intacto	<input type="checkbox"/>	Hongos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cinta Métrica	<input type="checkbox"/>	
	Intervención	<input type="checkbox"/>	Insectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Odómetro	<input type="checkbox"/>	
	Rehabilitado	<input type="checkbox"/>	Rajaduras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Planos	<input type="checkbox"/>	
	Tratamiento	<input type="checkbox"/>	Ensamblados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GPS	<input type="checkbox"/>	
	Traslado	<input type="checkbox"/>	Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>	
REGISTRO FOTOGRÁFICO									

Fuente: Elaboración propia AAP (2016).

Anexo 5 Formato en base al Proyecto de Rehabilitación en San Antonio Tierras Blancas (2-2)

DIMENSIONES ARQUITECTÓNICAS					
<p>CIMIENTO-BASE</p> 	DEFECTOS DE USO GENERAL			OBSERVACIONES	
	DAÑO	Poco	Regular		Mucho
	Hongos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Insectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Rajaduras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Ensamblies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<p>FISO-TAPANCO</p> 	DEFECTOS DE USO GENERAL			OBSERVACIONES	
	DAÑO	Poco	Regular		Mucho
	Hongos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Insectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Rajaduras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Ensamblies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<p>MUROS</p> 	DEFECTOS DE USO GENERAL			OBSERVACIONES	
	DAÑO	Poco	Regular		Mucho
	Hongos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Insectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Rajaduras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Ensamblies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<p>TECHUMBRE</p> 	DEFECTOS DE USO GENERAL			OBSERVACIONES	
	DAÑO	Poco	Regular		Mucho
	Hongos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Insectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Rajaduras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Ensamblies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Elaboró

Autorizó

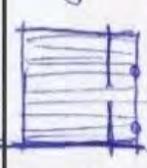
Atendió

Arq. Andrés Arreguín Pérez

Dr. José Cruz de León

Fuente: Elaboración propia AAP (2016).

Anexo 6 Cédula de Inspección de la prueba piloto Troje 1

CÉDULA ESTADO ACTUAL DE TROJE											
Propietario: JESÚS GERQUIMO Localidad: CHARAPAN, MICH. Fecha de visita: 8. MAYO. 2017 Domicilio: 1. ZORAGOZA 16.280. SAN ANDRÉS Tipo de Troje: 1 CUERPO - FORTIJO INTERIOR		UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO FITECMA/POSTECMA MAESTRÍA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA		Inspección Física: HOJA: 01 Intacto <input type="checkbox"/> Intervenido <input checked="" type="checkbox"/> Traslado <input type="checkbox"/> Vivienda: SI <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/>		CLAVE: P-1 Uso Actual: RECOMENDADA		LOCALIZACIÓN: 		Autorizó: Dr. José Cruz de León Realizó: Arq. Andrés Arreguín Pérez Atendió: Jesús Gerquimo	
Descripción física del inmueble:											
No.	CIMENTACIÓN	VIGAS MADRE	TABLONES PISO	TABLONES VIBRO	TABLONES TAPAJUNCO	VIGAS TAPAJUNCO	ESTRUCTURA	TEJUMBRE			
1	HIDROPONTERIA DE .56 cm.	- DOS VIGAS DE 7.90 mt.	- 20 TABLON DE .40 m DE ANCHO Y 7.14 mt DE LONGITUD	6 TABLONES DE LADO (4) LADOS. * FRENTE LONGITUD 7.14x .40x .08	25 TABLONES LARGO = 8.50 ANCHO = .08 PERALTE = .33	4 VIGAS - NO SE RUO	7 ESCUARAS 6 FALIJAS 1/2 LADO. CON PUNDO REDONDOS.	LÓMINA TEXTURIZADA			
2	DE ALTURA	- DOS VIGAS DE 7.20 mt.									
3	FRENTE										
4	ATOGADO EN MOMPOSTERIA										
5	CUNTA CON REJILLAS PARA VENTILACIÓN.										
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
OBSERVACIONES: CALLE  CASA → PRESENTA 2 VIGAS NUEVAS EN EL TORONCO POR REHABILITACIÓN											

Fuente: Elaboración propia AAP (2016).

Anexo 7 Cédula de Inspección de la prueba piloto Troje 2

CEDULA ESTADO ACTUAL DE TROJE		UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO		CLAVE: P-2			
Propietario: GUADALUPE GALVÁN		FITECMA/POSTECMA		Uso Actual			
Localidad: CHARAPAN, MICH.		MAESTRÍA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA		RECAMBIERA			
Fecha de visita: 17 MAYO 2017		LA MADERA		SALA			
Domicilio: LIBERTAD No. 69, SAN ANDRÉS		Descripción física del inmueble		Instrumentos			
Tipo de Troje: 1 CUARTO - PORTICO INTERIOR.		- TROJE DE 1 CUARTO CON PORTICO INTERIOR - - PRESENTA LUGARES CON PINTURA VINÍLICA. - SE ADAPTO UN CUARTO EN UN COSTADO DEL PORTICO.		Flexómetro Cinta métrica Odómetro Planos GPS			
		Inspección Física:		HOJA: 02			
		Intacto		Intervenido			
		Vivienda: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		Traslado <input type="checkbox"/>			
		Defectos de Uso: P <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>		Parcial <input type="checkbox"/>			
		Hongos		VIGAS TAPANCO			
		Insectos		ESTRUCTURA			
		Rajaduras		VIGAS DE			
		Ensamble		LÁMINA DE			
		Pintura		ASBESTO			
				5th 2			
				AGUAS Y			
				TEXAMONIL			
				EN 2			
				AGUAS			
				UTERILES			
1	ORIENTACION	VIGAS MADRE	TABLONES PISO	TABLONES MURO	TABLONES TAPANCO	ESTRUCTURA	TECHUMBRE
2	- MAMPUESTO DEL LADO DE LA CALLE.	- 3 VIGAS DE: 11.42 mt.	- 30 TABL. DE: LARGO: 9.05 ANCHO: 0.38 PERALTE: 0.08	- 9 TABLONES POR LADO (4) LADOS • FRENTE: LARGO: 11.12 ANCHO: 0.10 PERALTE: 0.35	25 TABLONES LARGO: 10.35 ANCHO: 0.35 PERALTE: 0.08	8 BARRAS 10 FALIJAS P/LADO POLIN CUADRADO Y REDONDO.	LÁMINA DE ASBESTO 5th 2
3	- PIEDRA POR LA PARTE FRONTAL	- 2 VIGAS DE 9.15 mt.	9.05x.38x.08	• LATERALES LARGO: ANCHO: PERALTE:	- NO SE LOGRO APLICAR PARA DETENER MINUS LAS DIMENSIONES		
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

OBSERVACIONES:

→ PRESENTA 3 TONOS DE PANTURA VINÍLICA
• VERDE
• GUINDA
• CEREZA
SEGÚN PROPIETARIA SON DE DISTINTOS AÑOS 40.

LOCALIZACIÓN

LIBERTAD
HIDALGO
SAN ANDRÉS

Autorizó: Dr. José Cruz de León

Realizó: Arq. Andrés Arreguín Pérez

Atendió: Guadalupe Galván

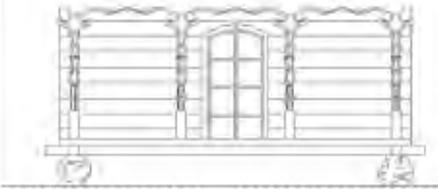
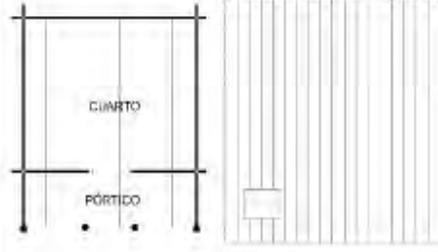
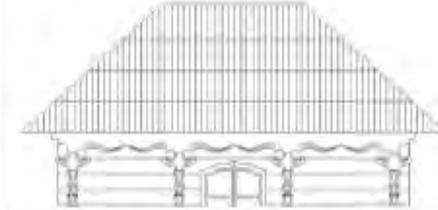
Fuente: Elaboración propia AAP (2016).

Anexo 8 Cédula de Inspección del Troje 1 (hoja 1-2)

CÉDULA INFORMATIVA DE TROJE								
No. de manzana:	M45	No. de lote:	L7	No. de ficha:	1	HOJA:	1 DE 2	
DATOS GENERALES								
Propietario:	GUADALUPE GALVÁN			Fecha de visita:	17 DE MAYO DE 2017			
Localidad:	CHARAPAN			Domicilio:	LIBERTAD No. 69, BARRIO SAN ANDRÉS			
Ubicación	COLINDANCIA CON CALLE			Tipo de Troje:	1 CUARTO, PÓRTICO INTERIOR			
ESTADO ACTUAL								
UBICACIÓN EN MANZANA				CROQUIS DEL TROJE				
DIMENSIONES DE PREDIO:								
Frente:	17.36	Fondo:	42.80					
GEOREFERENCIA:								
N:	19°38.932'							
W:	102°15.078'							
INSPECCIÓN FÍSICA								
Observaciones: PRESENTA TRES COLORES DE PINTURA: VERDE, CREMA Y GUINDA EN LOS TABLONES DE MUROS, SE ADAPTÓ UN CUARTO EN LA PARTE DEL PÓRTICO	INMUEBLE		DEFECTOS DE USO GENERAL			INSTRUMENTOS		
	Vivienda	SI <input type="checkbox"/> NC <input checked="" type="checkbox"/>	DAÑO	Poco	Regular	Mucho	Flexómetro	<input checked="" type="checkbox"/>
	Intacto	<input type="checkbox"/>	Hongos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cinta Métrica	<input checked="" type="checkbox"/>
	Intervención	<input checked="" type="checkbox"/>	Insectos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Odómetro	<input type="checkbox"/>
	Rehabilitado	<input type="checkbox"/>	Rajaduras	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Planos	<input type="checkbox"/>
	Tratamiento	<input type="checkbox"/>	Ensamblados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GPS	<input checked="" type="checkbox"/>
	Traslado	<input type="checkbox"/>	Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>
REGISTRO FOTOGRÁFICO								

Fuente: Elaboración propia AAP (2016).

Anexo 9 Cédula de Inspección del Troje 1 (hoja 2-2)

DIMENSIONES ARQUITECTONICAS						
<p>CIMENTO-BASE</p> 	DEFECTOS DE USO GENERAL				OBSERVACIONES	
	DAÑO	Poco	Regular	Mucho		
	Hongos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Insectos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Rajaduras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Ensambles	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Pintura	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3 VIGAS DE 11.42 M DE LONGITUD EN SENTIDO LONGITUDINAL						
2 VIGAS DE 9.45 M DE LONGITUD EN SENTIDO TRANSVERSAL						
<p>PISO-TAPANCO</p> 	DEFECTOS DE USO GENERAL				OBSERVACIONES	
	DAÑO	Poco	Regular	Mucho		
	Hongos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Insectos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Rajaduras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Ensambles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Pintura	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
PISO: 30 TABLONES DE 9.05X.38X.08						
VIGAS: 6 (DIMENSIONES NO VISIBLES)						
TAPANCO: 25 TABLONES DE 10.35X.35X.08						
VIGAS: 4 (DIMENSIONES NO VISIBLES)						
<p>MUROS</p> 	DEFECTOS DE USO GENERAL				OBSERVACIONES	
	DAÑO	Poco	Regular	Mucho		
	Hongos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Insectos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Rajaduras	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Ensambles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Pintura	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9 TABLONES POR LADO (4)						
FRENTE/TRASERA: TABLONES DE 11.42X.35X.10						
LATERALES IZQ-DER: TABLONES DE 9.44X.38X.10						
<p>TECHUMBRE</p> 	DEFECTOS DE USO GENERAL				OBSERVACIONES	
	DAÑO	Poco	Regular	Mucho		
	Hongos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Insectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Rajaduras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Ensambles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Pintura	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8 ESCUADRAS VERTICALES						
10 FAJILLAS TRANSVERSALES						
PRESENTA POLINES REDONDOS Y CUADRADOS						

Elaboró

Autorizó

Atendió

Arq. Andrés Arreguín Pérez

Dr. José Cruz de León

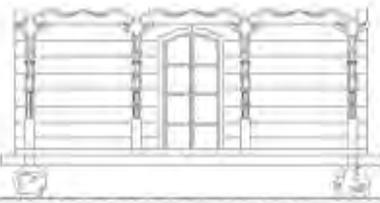
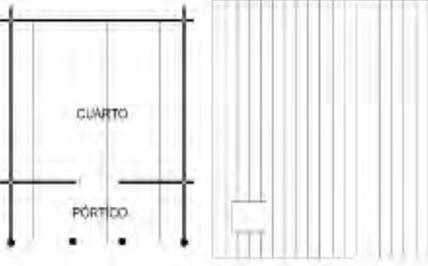
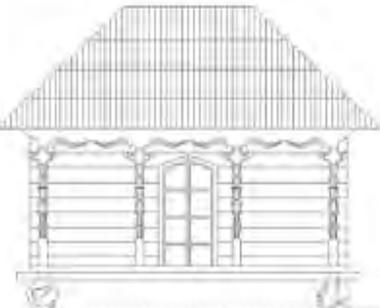
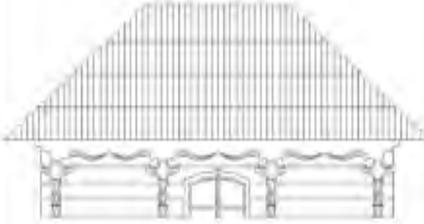
Fuente: Elaboración propia AAP (2016).

Anexo 10 Cédula de Inspección del Troje 2 (hoja 1-2)

CÉDULA INFORMATIVA DE TROJE								
No. de manzana:	M53	No. de lote:	L2	No. de ficha:	2	HOJA:	1 DE 2	
DATOS GENERALES								
Propietario:	JESÚS GERÓNIMO			Fecha de visita:	8 DE MAYO DE 2017			
Localidad:	CHARAPAN			Domicilio:	I. ZARAGOZA No. 280, BARRIO SAN ANDRÉS			
Ubicación:	COLINDANCIA CON CALLE			Tipo de Troje:	1 CUARTO, PÓRTICO INTERIOR			
ESTADO ACTUAL								
UBICACIÓN EN MANZANA				CROQUIS DEL TROJE				
DIMENSIONES DE PREDIO: Frente: <input type="text"/> Fondo: <input type="text"/> GEOREFERENCIA: N: 19°38.973' W: 102°15.053'								
INSPECCIÓN FÍSICA								
Observaciones: TROJE DESARMADO EN SITIO PARA TRATAMIENTO CON PENTAFLORAFENOL EN LA MAYORÍA DE LAS PIEZAS, 2 VIGAS SUSTITUIDAS, PRESENTA COLUMNAS LABRADAS A DETALLE	INMUEBLE		DEFECTOS DE USO GENERAL			INSTRUMENTOS		
	Vivienda	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	DAÑO	Poco <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Mucho <input type="checkbox"/>	Flexómetro	<input type="checkbox"/>
	Intacto	<input type="checkbox"/>	Hongos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cinta Métrica	<input type="checkbox"/>
	Intervención	<input type="checkbox"/>	Insectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Odómetro	<input type="checkbox"/>
	Rehabilitado	<input type="checkbox"/>	Rajaduras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Planos	<input type="checkbox"/>
	Tratamiento	<input type="checkbox"/>	Ensamblados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GPS	<input type="checkbox"/>
	Traslado	<input type="checkbox"/>	Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>
REGISTRO FOTOGRÁFICO								

Fuente: Elaboración propia AAP (2016).

Anexo 11 Cédula de Inspección del Troje 2 (hoja 2-2)

DIMENSIONES ARQUITECTONICAS						
<p>CIMENTO-BASE</p> 	DEFECTOS DE USO GENERAL				<p>OBSERVACIONES</p> <p>PRESENTA CIMIENTO CON MAMPOSTEO, A UNA ALTURA DE .56 M EN SU PARTE MÁS ALTA, CERRADO POR LOS 4 LADOS Y CON REJILLA DE VENTILACIÓN.</p>	
	DAÑO	Poco	Regular	Mucho		
	Hongos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Insectos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Rajaduras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Ensamblés	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3 VIGAS DE 7.40 M DE LONGITUD EN SENTIDO LONGITUDINAL						
2 VIGAS DE 7.20 M DE LONGITUD EN SENTIDO TRANSVERSAL						
<p>PISO-TAPANCO</p> 	DEFECTOS DE USO GENERAL				<p>OBSERVACIONES</p> <p>SE OBSERVÓ DESGASTE POR FRICCIÓN EN VIGAS DE PISO DE PÓRTICO, SE CAMBIARON 2 VIGAS DE TAPANCO POR RAJADURAS, NO SE OBSERVARON DAÑOS GRAVES.</p>	
	DAÑO	Poco	Regular	Mucho		
	Hongos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Insectos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Rajaduras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Ensamblés	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
PISO: 20 TABLONES DE 7.14X.40X.08						
VIGAS: 8 (DIMENSIONES NO VISIBLES)						
TAPANCO: 25 TABLONES DE 8.50X.33X.08						
VIGAS: 4 (DIMENSIONES NO VISIBLES)						
<p>MUROS</p> 	DEFECTOS DE USO GENERAL				<p>OBSERVACIONES</p> <p>DESARMADO Y ENSAMBLADO EN SITIO PARA APLICACIÓN DE PENTAFLORAFENOL.</p>	
	DAÑO	Poco	Regular	Mucho		
	Hongos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Insectos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Rajaduras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Ensamblés	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8 TABLONES POR LADO (4)						
FRENTE/TRASERA: TABLONES DE 8X.45X.10						
LATERALES IZQ-DER: TABLONES DE 7.40X.45X.10						
<p>TECHUMBRE</p> 	DEFECTOS DE USO GENERAL				<p>OBSERVACIONES</p> <p>TECHUMBRE DE 4 AGUAS, PRESENTA LÁMINA DE ASBESTO ROJA ACANALADA SEMI NUEVA EN TODO EL TECHO.</p>	
	DAÑO	Poco	Regular	Mucho		
	Hongos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Insectos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Rajaduras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Ensamblés	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7 ESCUADRAS VERTICALES						
8 FAJILLAS TRANSVERSALES POR LADO						
PRESENTA POLINES REDONDOS Y CUADRADOS						

Arq. Andrés Arreguín Pérez

Dr. José Cruz de León

Fuente: Elaboración propia AAP (2016).

Anexo 12 Registro de daños físicos en probeta No. 2 con espaciado de 10 cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 2							
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión					
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto
2		Acebolladuras			X		
		Pandeos	X				
		Rajaduras					X
		Torceduras		X			
		Grietas				X	
		Nudos	X				
		Hongos			X		
		Probeta con distanciamiento @10cm	Insectos	X			

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

Anexo 13 Registro de daños físicos en probeta No. 3 con espaciado de 10 cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 3							
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión					
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto
3		Acebolladuras		X			
		Pandeos	X				
		Rajaduras			X		
		Torceduras	X				
		Grietas			X		
		Nudos	X				
		Hongos	X				
		Probeta con distanciamiento @10cm	Insectos	X			

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

Anexo 14 Registro de daños físicos en probeta No. 4 con espaciado de 10 cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 4							
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión					
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto
4		Acebolladuras		X			
		Pandeos		X			
		Rajaduras			X		
		Torceduras				X	
		Grietas				X	
		Nudos				X	
		Hongos			X		
		Probeta con distanciamiento @10cm	Insectos	X			

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

Anexo 15 Registro de daños físicos en probeta No. 5 con espaciado de 10 cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 5							
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión					
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto
5		Acebolladuras		X			
		Pandeos		X			
		Rajaduras					X
		Torceduras				X	
		Grietas				X	
		Nudos				X	
		Hongos			X		
		Probeta con distanciamiento @10cm	Insectos	X			

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

Anexo 16 Registro de daños físicos en probeta No. 2 con espaciado de 20cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 2								
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión						
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto	
2		Acebolladuras	X					
		Pandeos		X				
		Rajaduras					X	
		Torceduras				X		
		Grietas						X
		Nudos			X			
		Hongos			X			
		Probeta con distanciamiento @20cm	Insectos	X				

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

Anexo 17 Registro de daños físicos en probeta No. 3 con espaciado de 20cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 3							
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión					
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto
3		Acebolladuras		X			
		Pandeos		X			
		Rajaduras					X
		Torceduras	X				
		Grietas			X		
		Nudos	X				
		Hongos				X	
		Probeta con distanciamiento @20cm	Insectos		X		

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

Anexo 18 Registro de daños físicos en probeta No. 4 con espaciado de 20cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 4							
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión					
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto
4		Acebolladuras	X				
		Pandeos			X		
		Rajaduras					X
		Torceduras	X				
		Grietas			X		
		Nudos	X				
		Hongos			X		
		Probeta con distanciamiento @20cm	Insectos	X			

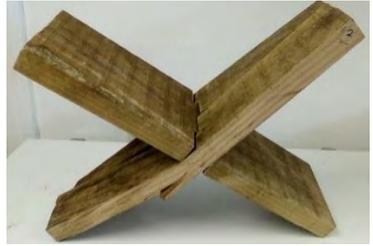
Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

Anexo 19 Registro de daños físicos en probeta No. 5 con espaciado de 20cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 5								
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión						
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto	
5		Acebolladuras				X		
		Pandeos			X			
		Rajaduras						X
		Torceduras	X					
		Grietas			X			
		Nudos		X				
		Hongos				X		
		Probeta con distanciamiento @20cm	Insectos		X			

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

Anexo 20 Registro de daños físicos en probeta No. 2 con espaciado de 40cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 2							
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión					
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto
2		Acebolladuras			X		
		Pandeos		X			
		Rajaduras					X
		Torceduras		X			
		Grietas		X			
		Nudos	X				
		Hongos			X		
		Probeta con distanciamiento @40cm	Insectos	X			

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

Anexo 21 Registro de daños físicos en probeta No. 3 con espaciado de 40cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 3							
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión					
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto
3		Acebolladuras		X			
		Pandeos		X			
		Rajaduras				X	
		Torceduras		X			
		Grietas		X			
		Nudos	X				
		Hongos			X		
		Probeta con distanciamiento @40cm	Insectos	X			

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

Anexo 22 Registro de daños físicos en probeta No. 4 con espaciado de 40cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 4							
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión					
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto
4		Acebolladuras		X			
		Pandeos			X		
		Rajaduras				X	
		Torceduras		X			
		Grietas		X			
		Nudos		X			
		Hongos				X	
		Probeta con distanciamiento @40cm	Insectos		X		

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

Anexo 23 Registro de daños físicos en probeta No. 5 con espaciado de 40cm

REGISTRO DE DAÑOS FÍSICOS EN PROBETA No. 5								
No.	Reporte fotográfico	Intensidad del daños provocado por la fuerza a compresión						
		Daños	Nulo	Poco	Medio	Alto	Muy alto	
5		Acebolladuras					X	
		Pandeos			X			
		Rajaduras						X
		Torceduras				X		
		Grietas				X		
		Nudos			X			
		Hongos					X	
		Probeta con distanciamiento @40cm	Insectos		X			

Fuente: Elaboración propia, AAP (2017).

A continuación, se presentan algunas imágenes de trojes representativos de la comunidad de Charapan, los cuales se encuentran en las calles principales y que son referentes ya sea por tradición o por el uso actual.

Anexo 24 Troje con ventana y el portal hacia interior, Charapan



Fuente: Fotografía propia, AAP (2016).

Anexo 25 Troje preservado y con columnas labradas a detalle, Charapan



Fuente: Fotografía propia, AAP (2016).

Anexo 26 Troje local comercial cubierto con pintura de esmalte, Charapan



Fuente: Fotografía propia, AAP (2016).

Anexo 27 Troje local comercial con pintura de esmalte y techo compartido, Charapan



Fuente: Fotografía propia, AAP (2016).

Anexo 28 Troje local comercial abandonado recubierto con pintura vinílica, Charapan



Fuente: Fotografía propia, AAP (2016).

Anexo 29 Troje abandonado con portal interior y ventana al exterior, Charapan



Fuente: Fotografía propia, AAP (2016).

*Lo que cuenta no es la cantidad de
horas que dedicamos al trabajo,
sino la calidad del trabajo que
desempeñamos en esas horas.*

-Sam Ewing-