

# EN LA REHABILITACIÓN DE LA ARQUITECTURA EN ADOBE INCIDE LA HUELLA DEL OBJETO VALORADO DESDE LA PERSPECTIVA DEL PATRIMONIO CULTURAL EN EL CENTRO ANTIGUO DE VILLAVICENCIO: PUNTUALIZANDO PROCEDIMIENTOS

*Carlos Alberto Díaz Riveros*<sup>1</sup>

## RESUMEN

Recientemente se ha empezado a valorar el municipio de Villavicencio como un área con riqueza patrimonial, reconocida como una región de colonización reciente, sin historias o monumentos, se examinó desde sus prácticas culturales, busca hoy la conservación de la arquitectura nativa construida en adobe hallada en el centro antiguo de Villavicencio, permitiendo que su valor permanezca y consolide la memoria colectiva a futuras generaciones.

Se parte del estudio de lo construido para rehabilitar, luego de haber documentado las patologías e intervenciones presentes en las edificaciones objeto de estudio, documentar la evolución histórica de los inmuebles, documentar el sistema y técnicas constructivas y los materiales utilizados se llegó a concluir la imperiosa necesidad de proteger estas edificaciones, aplicando la metodología acorde a la alternativa de reforzamiento seleccionada, para ser implementada en las edificaciones del caso de estudio, se identifican y evalúan alternativas de reforzamiento de edificaciones con sistemas de muros en adobe previamente aplicadas por el Grupo GRIME.

Palabras clave: Rehabilitación, Procedimientos, Arquitectura en adobe.

Abstract:

*Recently it has begun to appreciate the city of Villavicencio as an area with rich heritage, recognized as a region of recent settlement, without history or monuments, was examined from cultural practices today for the conservation of native architecture built in mud found in the old center of Villavicencio, allowing its value remains and consolidate the collective memory of future generations.*

*It is part of the study of the buildings to rehabilitate after the pathologies and interventions documented in the buildings present object of study, documenting the historical evolution of property, document the system and construction techniques and materials used it was imperative to conclude the need to protect these buildings, applying the methodology according to the selected strengthening alternative, to be implemented in the buildings of the case study, identify and evaluate alternatives for strengthening of buildings with walls of adobe systems previously applied by the Group GRIME.*

**Keywords: Rehabilitation, procedures, adobe architecture.**

---

<sup>1</sup> Carlos Alberto Díaz Riveros, perteneciente a la Corporación Universitaria del Meta, en la Dirección de Investigaciones, Arquitecto, Magíster en Patrimonio Cultural y Patrimonio, carrera 32 # 34b 26, TEL: 6621825 Ext.108, fax 6621827, carlos.diaz@unimeta.edu.co.

## 1. TRODUCCIÓN

Este documento presenta un ejemplo de las posibilidades de reforzamiento estructural para las edificaciones construidas en el contexto del centro antiguo de la ciudad de villavicencio.

El interés de este artículo, es expresar a través de un análisis comparado, los diferentes estudios de reforzamiento estructural que podrían ser aplicados para el reforzamiento de las edificaciones ubicadas en el centro antiguo de Villavicencio.

Para lo cual se presentara la rehabilitación de la arquitectura en adobe, de manera sucinta el curso del la rehabilitación. Seguidamente, se explicitara cómo incide la huella del objeto valorado: puntualizando procedimientos, a través de la caracterización y valoración del objeto arquitectónico, luego se describirá la metodología propuesta a desarrollar, planteada desde la experiencia docente y la práctica investigativa, y el tema central los procesos de rehabilitación estructural, y así llegar a concluir.

### 1. LA REHABILITACIÓN DE LA ARQUITECTURA EN ADOBE

Tradicionalmente se ha realizado teniendo en cuenta los cánones propuestos por el restauro, se ha éste histórico, estilístico o crítico, entre otros; en los casos de intervención de la arquitectura en adobe. Ahora bien, estos procesos se han desarrollado de forma clara, concreta y concienzuda, por parte de especialistas en el área: restauradores, arquitectos, ingenieros, entre otros.

La experiencia pragmática ha permitido que las manifestaciones culturales se perpetúen en el tiempo caso concreto: en Malí, la construcción de adobe hace parte del saber local que se intenta perpetuar. De igual manera, los niños juegan a los adoberos y a

los maestros de construcción, siendo una forma didáctica de aprehender y respetar el saber empírico. Allí se tratan de preservar los saberes tradicionales a través de cofradías de maestros de construcción o por asociaciones locales de artesanos. La manutención realizada anualmente en las mezquitas de Tombouctou y de Djenné, en la cual se reúne y participa parte de la población Según Mariana Correia (2007, p. 204).

Esta el caso contrario en donde prima la teoría, Mariana Correia cita a Bernard Feilden (2004, p. 3), “conservación es la acción realizada para prevenir el deterioro y la gestión dinámica de la variación, comprendiendo todos los actos que prolongan la vida del patrimonio cultural y natural. Mariana Correia cita a (Earl, 2003, p. 191) El Canadian Code of Ethics define conservación como todas las acciones realizadas con el objetivo de salvaguardar para el futuro la propiedad cultural, incluyendo las siguientes etapas: averiguación (examination), documentación, conservación preventiva, preservación, tratamiento, restauración y reconstrucción”.

Según Mariana Correia (2007, p. 205), la Rehabilitación es una de las mejores formas de preservar un edificio es mantenerlo en uso. En general, buscar mantener la función original; es la acción más adecuada para la conservación de una estructura, pues implica menos alteraciones del proyecto. La experiencia indica también que la mínima intervención en un objeto patrimonial es siempre la opción más apropiada en la conservación.

Lo anterior, es planteado a niveles muy generales que también se vivencian en Colombia. A continuación, se presenta un horizonte de la evolución histórica, plasmado por Raymundo Rodrigues Filho que dará a conocer el caso de Brasil, donde las técnicas de Adobe: ladrillo Confeccionado con tierra, agua y paja. Desde los inicios del periodo de

la conquista en Brasil, se realizaron los procesos de construcción manteniéndose hasta hoy, pasando a ser tradiciones constructivas, un procedimiento era: mezclar las proporciones de arena y arcilla; si la cantidad de arcilla fuera mayor del cincuenta por ciento, hay que añadir arena. A pesar del tradicional secado al sol, se recomienda que el secado de los adobes ocurra en la sombra para evitar retracciones excesivas. El tamaño de las piezas de origen histórico variaba; los menores tenían aproximadamente 0,15 x 0,15 x 0,30 m. Esos adobes se moldeaban con moldes prismáticos, de madera o metal.

Según Raymundo Rodrigues Filho (2007, p. 238), en nuestros días, el contexto de la arquitectura y construcción con tierra ha surgido como una posibilidad concreta y coherente con las cuestiones sustentables. La materia prima es encontrada con facilidad y en abundancia, y su manejo es extremadamente sencillo, a pesar de la exigencia de cuidados especiales. Además de esos factores, podemos destacar la superioridad del confort térmico obtenido en construcciones en tierra cruda.

En Brasil, la Bioarquitectura, se plantea desde el uso de materiales sostenibles para la construcción de nuevas viviendas, de espacio, es una realidad en nuestro país. La arquitectura y construcción con tierra es un conjunto sistémico de posibilidades de técnicas y se compone de otros usos ecológicamente correctos, como energías limpias, maderas de reforestación, reaprovechamiento de aguas, etc. Según Raymundo Rodrigues Filho (2007, p. 238).

Las vivencias de la construcción en tierra en Colombia, según Clara Eugenia Sánchez Gama (2007, p. 242), cita A. Corradine (1989) En el siglo XVI, de acuerdo con y por la evidencia que se conserva de edificaciones construidas en este período en la zona andina del país, se puede establecer el uso y aplicación de técnicas y sistemas de construcción asociados con el bahareque, el adobe y la tapia pisada.

Según Clara Eugenia Sánchez Gama (2007, p. 242), A fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX se redescubre el bahareque. En este período la arquitectura del bahareque vive un periodo de esplendor y se hacen grandes casas de varios pisos. Cita a (Robledo y Prieto, 1999) se “descubrió” el bahareque cuando los temblores destruían las casas construidas con tapia pisada. Los fuertes temblores que se presentaron antes de finalizar el siglo XIX y los daños producidos en las edificaciones institucionales, así como en la arquitectura doméstica, permitieron desarrollar una cultura constructiva que se mantiene en el siglo XX.

En la revista apuntes en Vol. 20 Núm. 2, julio - diciembre • 2007, se presenta la temática “Arquitectura en tierra”, dando a conocer el contexto cual es su desarrollo o avance entorno a la intervención y rehabilitación arquitectónica a edificaciones en adobe, obtenidos de varios años atrás, sopesados en estudios de investigación, en este panorama toman relevancia los trabajos “Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada”, presentado por Daniel Ruiz Valencia y otros, como también, “Rehabilitación sísmica de muros de adobe de edificaciones monumentales mediante tensores de acero”, presentado por Cecilia López Pérez y otros. A estos adelantos se suma el apoyo de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS, para generar un “Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada”, en donde participo Daniel Ruiz Valencia.

Lo anterior, ha permitido que se realicen otros estudios de diferentes ópticas, revelando “Patrimonio edificado”, a proteger y difundiendo “procedimientos” entorno al avance de la rehabilitación arquitectónica construida en adobe.

A continuación, se abordará la metodología de valoración desde la perspectiva del patrimonio cultural, que estudia: contexto,

objeto y sujeto ; este método abrió nuevas puertas al reconocimiento de valores, como los hallados en la tectónica como: la Bioclimática y la sísmica, han permitido modificar la forma tradicional de intervenir la arquitectura en adobe.

## 2. CÓMO INCIDE LA HUELLA DEL OBJETO VALORADO: PUNTUALIZANDO PROCEDIMIENTOS

### 2.1 Caracterización del objeto

En el escrito se presentarán los valores de las edificaciones ubicadas en el centro antiguo, realizando una de la pesquisa en donde se reseñaron 24 manzanas que poseen en promedio 32 edificaciones cada una; están ubicadas sobre una topografía con pendiente del 12% en zona de ladera esta orientada hacia el sur, esta se incrementa al 24% al irse acercando al cerro de la cruz, orientado hacia el norte.

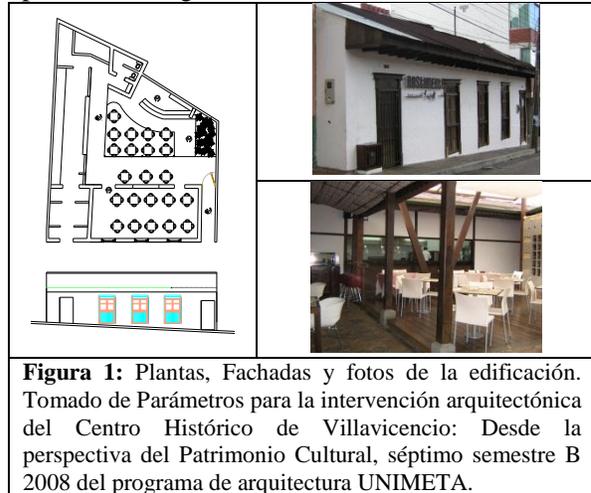
Se realizaron tres recorridos por el centro antiguo, con los alumnos de la Corporación Universitaria del Meta, para la elección de las edificaciones a estudiar; determinándose tres periodos, a partir de la investigación efectuada titulada “La evolución de la conformación urbana de Villavicencio”, en los apartes: finales del siglo XIX, primera mitad del Siglo XX y segunda mitad del siglo XX. Con base en lo anterior, se encontró en las edificaciones unas espacialidades propias en torno a los oficios. Así mismo, un lenguaje de arquitectura vernácula y su sistema constructivo en Adobe. Tomándose como base del estudio, el sistema constructivo Adobe, según los sectores: Asentamiento Caño Gramalote, Asentamiento Parque Infantil, Talabarberías, Herrerías y Alpagatas para ganado.

Ahora se enseñará, el método de estudio de la Forma, la cual comprende la esquematización y la construcción, esta a su vez se compone de técnicas y materiales, así:

Técnicas: El estudio analítico del adobe busca establecer los procedimientos del sistema constructivo.

Materiales: El estudio analítico busca establecer los materiales utilizados en el proceso constructivo.

Se realizó la aplicación del método a la Edificación, Restaurante Bastimento, se encuentra localizada en la carrera 32 # 40 – 58 centro, manzana 10. Corresponde a la clasificación de segunda mitad del siglo XX, en el sector herrerías y alpagatas para ganado, el área del lote es de 319.6 mts<sup>2</sup>, tiene 13.6 mts de frente y 23.5 mts de fondo, con forma rectangular con terminación a manera de punta en el fondo del patio, (Ver Figura 1).



**Figura 1:** Plantas, Fachadas y fotos de la edificación. Tomado de Parámetros para la intervención arquitectónica del Centro Histórico de Villavicencio: Desde la perspectiva del Patrimonio Cultural, séptimo semestre B 2008 del programa de arquitectura UNIMETA.

Como técnicas se entiende los procedimientos empleados para construir las edificaciones, la arquitectura vernácula tiene tanta posibilidad de sobrevivir a un proceso de rehabilitación, en cuanto cuidado y delicadeza no se puedan perder de vista a la hora de suplir su materia. Los materiales históricamente, el desarrollo y la evolución de las sociedades se han ligado intrínsecamente a la capacidad de sus miembros para producir y conformar los materiales adecuados para satisfacer sus necesidades. Ahora bien, esta representación desde la óptica cualitativa identifica quién fue el realizador o ejecutores de esta arquitectura, ya que las técnicas permiten ubicar lugar de nacimiento y por consiguiente denotar a los constructores.

En este análisis los materiales hallados fueron los siguientes:

1. Cimentación: ciclópea, igualado a la edificaciones ya inventariadas. Ya que no fue permitido hacer excavaciones.

2. Sobrecimiento: piedra elevada a los 0.35 mts. De altura.
3. Estructura de Muros: Tierra, técnica de adobe.
4. Carpintería de madera:
  - a. Pie Derecho listones, a manera de columna, en madera ordinaria y dura, que miden aprox. 0.10 x 0.10 x 3 mts, y en sus bordes longitudinales tiene cortes alfeizados, estos elementos se encuentran en el corredor junto al patio.
  - b. Las puertas del primer piso internas, son de madera dura y semiordinaria, con acabados en pintura de aceite y de color envejecido.
  - d. Las puertas son de una sola hoja en madera, con seis cuerpos, dispuestos dos en la parte superior y descendiendo en tres filas de dos.
6. Pisos: Placa de contrapiso, en concreto con altura de 0.10 mts. En primer piso es piso en baldosa de cemento y madera.
7. Cubierta: Estructura en madera rolliza y cubierta en teja de zinc, como es tradición en el centro urbano.

#### Valoración del objeto

La esencia de valorar es reconocer los criterios de valor dados por el sujeto y los que ostenta el objeto y sus elementos componentes del bien cultural; estos se obtienen a través de un acercamiento minucioso, y darlos a conocer como criterios, estos se definen: valores entendidos como atributos otorgados a los objetos mediante los cuales se ha definido el patrimonio cultural, los cuales son: el valor histórico, el estético y el simbólico ; en el momento de entrar a proponer una intervención sobre la edificación; se utilizó la estructura de valoración .

La cual se compone de tres elementos a saber: Contexto, Sujeto y Objeto: “La metodología desarrollada por Lorenzo Fonseca y Jorge Caballero para la definición de pautas de valoración, en la cual se parte del análisis desde tres puntos de vista: el objeto analizado, el sujeto que valora y el contexto en el que se produce ese objeto” .

El establecer los valores del objeto a partir de tres componentes constitutivos estructura, significado y forma este a su vez se subdivide en dos: construcción, se plantean desde técnicas en que han sido erigidas las edificaciones en adobe y materiales que hallaban en su hábitat remediando.

El Valor hallado cultural, entendido como la edificación fruto de una diligencia desarrollada por el hombre en su ciclo trascendente y signo de una forma de vida y de la actividad cultural. Estas edificaciones atesoran la espacialidad de los oficios entorno a la vaquería, como son: la talabartería, la herrería y los alpagates para el ganado, proveyendo espacios únicos y con significado para las actividades del oficio como por ejemplo: áreas de trabajo principal, producción, almacenamiento, etc. Asimismo la edificación plantea un uso de vivienda para estos habitantes.

Asimismo, el valor estético, es por el cual se reconocen atributos otorgados a la calidad artística, de lenguaje, diseño, técnica, y función que corresponde a una época, como se refieren a continuación:

- El valor encontrado como expresión formal-conceptual, el atributo otorgado a la arquitectura vernácula tiene una calidad espacial que se ve representada en su repertorio espacial y su calidad artística en el lenguaje de sus fachadas a través del repertorio formal de zócalos, puertas, aleros y ventanas con tribuna.
- El valor descubierto De repertorio formal, el atributo otorgado es el repertorio formal está compuesto por: zócalo, puertas, aleros, ventanas con tribuna, y la falsa columna.
- El valor situado armonía formal, el atributo otorgado se plantea desde el enlace de los componentes de las edificaciones.
- El valor emplazado integración plástica, el atributo otorgado donde se integran los elementos de la fábrica como: la espacialidad, el repertorio formal y los acabados.
- El valor dispuesto en el juicio formal, el atributo otorgado a la representatividad se hace presente en la percepción develando

características propias del lenguaje vernáculo como ejemplo destacable.

El Valor hallado de autenticidad, según cita el Manual para el Manejo de Sitios Culturales del Patrimonio Mundial establece que generalmente, se le atribuye autenticidad a un bien cultural cuyos materiales son originales, o genuinos (como fue construido), tomando en cuenta que ha envejecido y cambiado con el tiempo. Tomando el estudio realizado al hecho arquitectónico antes mencionado, se plantean como elementos de autenticidad los siguientes:

- El atributo otorgado a sistema constructivo Adobe.
- El atributo concedido a la conservación de uso del suelo.
- El atributo conferido a la espacialidad.

El Valor ubicado simbólico, el atributo conferido a la edificación de vivienda y los oficios primigenios, se pueden inscribir como símbolos de una época, siendo expresión de una labor tradicional, consecuencia de las dinámicas económicas.

El Valor situado original material, el atributo permitido a los materiales aplicados en las edificaciones son únicos como la tierra, la madera, de puertas, ventanas y estructura de cubierta, el zinc, no se ha sustituido por otros de la misma variedad.

## 2.2. Metodología propuesta a desarrollar

En cuanto al desarrollo de las propuestas de intervención, en las edificaciones del centro antiguo construidas en adobe, no ha sido la mejor; han sido dirigidas por la un ente municipal, el cual no cuenta con un amplio conocimiento de lo sistemas constructivos en tierra, lo cual a llevado a que se intervengan las edificaciones: si, mejorando algunas patologías, pero, ampliando otras y generando unas nuevas; lo cual a sido desastroso para la protección del inmueble, no se hacen perdurables para generaciones futuras.

Ante esta problemática, se llego a concluir la imperiosa necesidad de proteger estas edificaciones, aplicando la metodología acorde y así proponer la metodología de reconocimiento e intervención de edificaciones patrimoniales

construidas en adobe en el Centro antiguo de Villavicencio para se aplicadas a los bienes inmuebles.

Se plantea de forma objetiva, proponer y aplicar la metodología de reconocimiento e intervención de edificaciones patrimoniales construidas en adobe en el Centro antiguo de Villavicencio, que busca capacitar las personas de la comunidad involucradas en distintos niveles del proceso, a través de:

- Precisar y analizar las edificaciones patrimoniales que se encuentran construidas en adobe en el centro antiguo de Villavicencio con el objeto de proponer formas de intervenirlas.
- Documentar la evolución histórica de los inmuebles.
- Documentar el sistema y técnicas constructivas, los materiales utilizados.
- Documentar las patologías e intervenciones presentes en las edificaciones objeto de estudio .
- Identificar y evaluar alternativas de reforzamiento de edificaciones con sistemas de muros en adobe previamente desarrolladas por el Grupo GRIME para determinar el más adecuado al caso de estudio.
- Desarrollar la metodología acorde a la alternativa de reforzamiento seleccionada para ser implementada en las edificaciones del caso de estudio.
- Capacitar a la comunidad en las diferentes etapas para el adecuado reforzamiento de las edificaciones construidas en adobe

Ahora se describirá en detalle los anteriores procesos, así:

El precisar y analizar las edificaciones patrimoniales que se encuentran construidas en adobe en el centro antiguo de Villavicencio con el objeto de proponer formas de intervenirlas, esta referido a los estudios de caracterización y valoración que ya fueron descritos en los párrafos anteriores. Lo que incluye los documentos que describen la evolución histórica de los inmuebles. Asimismo, encierra la documentación del sistema y técnicas constructivas, los materiales utilizados.

El documentar las patologías e intervenciones presentes en las edificaciones objeto de estudio, esta dirigido a identificar los problemas que se presentan en la edificación, generando deterioros que si no son controlados no es posible garantizar la protección y salvaguarda de la edificación y las manifestaciones asociadas a ella.

El proceso de estudio de las patologías en construcciones en adobe, se presenta a través de un ejemplo aplicando esta metodología a los siguientes puntos: el paso uno incluye el hacer el levantamiento arquitectónico, ubicar las patologías en planos de calificación y proponer posibles soluciones, buscando reducir la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en cuestión.

Se estudiarán las alternativas de reforzamiento y se seleccionará la mas adecuada para ser implementada en del caso de estudio, se Identifican. Asimismo, se tendrán en cuenta alternativas de reforzamiento previamente aplicadas por el Grupo GRIME a edificaciones con sistemas de muros en adobe.

En primer lugar como resultado de investigación iniciada por el seminario internacional SISMOADOBE 2005 citado por Proterra, Cited y otras entidades, denominado “Arquitectura, construcción y conservación de edificaciones de tierra en áreas sísmicas”. Luego se suscitó un primer documento llamado “Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada”, el cual aun es muy poco conocido, ya que se ha capacitado a comunidades profesionales y técnicas en los departamentos de Santander en las ciudades Barichara, San Gil Cepitá, El Carmen y en Boyacá, las urbes de Iza, Boavita, Belén, Socotá, Jericó, entre otras.

Por esta razón se propuso realizar el “Seminario Arquitectura en tierra y la tierra como material de intervención Bioclimática y Energética”, se encuentra en su cuarta edición, para fortalecer las dinámicas propias del inmueble a la hora de su intervención, y esto sumada a bajo reconocimiento de valores de esto elementos que componen el objeto arquitectónico en su

totalidad. El taller durante el desarrollo de sus sesiones aborda los siguientes componentes:

Las pruebas para detectar la presencia de carbonatos, sulfatos y cloruros en tierra: Como conceptos preliminares están presentes tres, así: Los carbonatos (por ejemplo la cal, que es carbonato de calcio) son ácidos clorhídricos con reacciones violentas. No son aptos para ser usados en acabados en cocinas y baños. Cuando se disuelven en agua, se detectan mediante la presencia de burbujas; Los sulfatos son compuestos muy solubles. Cuando se solidifican aumentan su volumen en un 3 o 4%. Se manifiestan mediante la rotura de la estructura por presión. Se puede presentar intercambio químico con carbonatos sobretodo en morteros de yeso (sulfato de calcio). El tamaño de los sulfatos es más pequeño que el de los carbonatos. Los sulfatos se pueden convertir en carbonatos y tomar color oscuro cuando se encuentran en presencia de CO<sub>2</sub> y Los cloruros son compuestos comunes en los materiales, su uso depende de la cantidad que puedan tener. Son solubles en agua y se transportan fácilmente. Se manifiestan como escarcha que a medida que se acerca al piso va cambiando de color. Son compuestos de difícil control. Si el terreno es rico en cloruros, éstos pueden subir por los muros por capilaridad. Se busca como objetivo, resolver problemas de patologías en edificaciones a través de la Identificación de carbonatos, sulfatos y cloruros. A través de la Metodología de grupo de trabajo, deberán desarrollar la guía presentada en el cuaderno de laboratorio y presentar un informe de laboratorio realizado, esta práctica se desarrollo en el laboratorio de Química.

El Taller de identificación de tierras, analizar las cualidades de la tierra: Los conceptos preliminares, parten del reconocimiento de los diferentes tipos de tierra, nos indicara cual es la más apropiada para la construcción. Con la siguiente tabla podremos caracterizar la tierra e indica genéricamente aspectos táctil y visual y las características de cada una. Tiene como objetivo, identificar las tierras adecuadas para los procesos constructivos de edificaciones, a través de pruebas manuales, sin la utilización de laboratorios; aplicando la Metodología grupos de

trabajo, deberán desarrollar la guía presentada en el cuaderno de laboratorio y presentar un informe de laboratorio realizado, esta práctica se desarrolló en el laboratorio de suelos.

Las pruebas a compresión: El taller, tiene como propósito analizar el comportamiento de resistencia de los bloques de adobe mediante elementos de estabilización, diseñados con mezclas diferentes, para poder establecer que elementos surten mejor efecto al ganar mayor resistencia y cuales quedan con baja resistencia, de tal manera que esta mezcla sea factible de ejecutar. Para ello, se ensayaron a carga compresión de adobes estabilizados. Teniendo como objetivo, el conocer las resistencias de las diferentes mezclas que buscan estabilizar la tierra de la región para la elaboración de adobes. Aplicando la Metodología de laboratorio, allí se elaboraron algunos morteros que serían puestos a prueba una vez hayan fraguado.

El taller sistemas constructivos (tapia pisada, bahareque, adobe, btc) y realizar acabados de muro con diferentes tipos pañetes: Se busca dar a conocer y profundizar en los sistemas constructivos (tapia pisada, bahareque, adobe, BTC). El conocimiento del proceso constructivo y las herramientas son fundamentales al momento de concebir un proyecto de arquitectura de tierra. Se exponen criterios básicos sobre el material tierra, su aplicación en diferentes sistemas constructivos y sobre el desempeño estructural de las edificaciones en tierra. Se procura que el asistente obtenga argumentos para comprender la durabilidad y resistencia de este tipo de edificaciones. Tiene como objetivo construir un muro de tapia pisada, uno de bahareque, se elaborará tapial, adobe, muro y pañetes. A través de la Metodología de Aprendizaje significativo se han planteado las cuatro actividades a desarrollar, para realizar el trabajo al mismo tiempo y se rotarán, entre la elaboración del tapial, adobe, muro y pañetes. Elaborando muros de tapial, adobe, y pañetes, lo que permitirá analizar aspectos como proceso constructivo, rendimientos, detalles en obra.

### 2.3 Procesos de rehabilitación estructural

Recientemente se ha estudiado y profundizado en la sísmica y la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones construidas en adobe, debido a esto hoy se conoce de las debilidades estructurales de este sistema constructivo y se ha buscado solucionar esta problemática a través de plantear sistemas de reforzamiento para estas estructuras y mejorar su comportamiento.

Las construcciones con adobe y tapia pisada poseen características constructivas que favorecen la disminución de su vulnerabilidad sísmica. Al corresponder estas edificaciones al periodo final del siglo XIX, hasta hoy han mantenido un estado de conservación excelente, aunque como toda regla tiene su excepción; el detrimento de las propiedades mecánicas de sus materiales conlleva a una baja adicional de su contenido de soportar un incidente telúrico, ahora bien, esto ocurre en las intervenciones posteriores debido al desconocimiento del actuar del sistema constructivo ante un sismo.

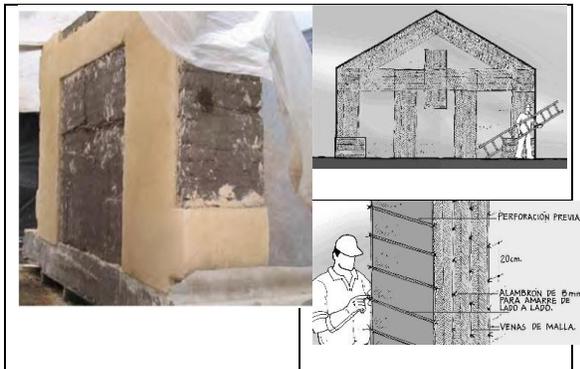
Según Daniel Ruiz Valencia (2007, p. 288). “Las alternativas de rehabilitación propuestas conforman una serie de recomendaciones que buscan disminuir el riesgo sísmico al que está sometido este tipo de edificaciones. Se pretende en lo posible evitar la ocurrencia del colapso de la edificación durante el evento sísmico o en lo posible retardar dicho colapso para permitir la salida de los ocupantes”.

Los aspectos que buscan la protección del patrimonio construido en adobe, se presentan con gran confiabilidad, por que antecede a esta forma de intervención los rigurosos estudios previos realizados por los ingenieros, especialistas en el tema.

Como son los casos de reforzamiento estructural: refuerzo con mallas y refuerzo con maderas de confinamiento, a continuación describir

Según Daniel Ruiz Valencia (2007, p. 288). El refuerzo con mallas presenta una “alternativa consiste en instalar mallas con vena por franjas horizontales y verticales en las zonas críticas de los muros principales. Los tramos de malla se instalan en la cara interna y externa del muro en

forma simultánea. Las mallas de las dos caras se interconectan con alambros de 8 mm colocados en orificios previamente perforados, los cuales se rellenan con mortero de cal y arena. El amarre del alambros y la malla se realiza únicamente en las venas de la malla. Los alambros van espaciados cada 20 cm en promedio en las dos direcciones y posteriormente la malla se recubre con mortero de cal y arena”, (Véase figura 2).



**Figura 2:** Proceso de instalación de reforzamiento de materiales de tierra. Tomado de Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada. Asociación colombiana de ingeniería sísmica AIS, y Red de solidaridad social de la Presidencia de la Republica 2005, Págs. 68 y 70).

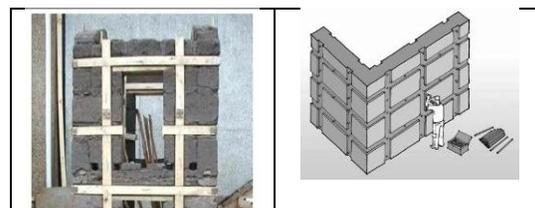
Esta técnica ha sido estudiada de forma exhaustiva por el grupo de investigación Grime, en asocio con la escuela de ingenieros, se incluyen especialistas y maestros de la construcción en tierra. Los cuales se podrán apreciar en las siguientes imágenes, (Véase figura 3).

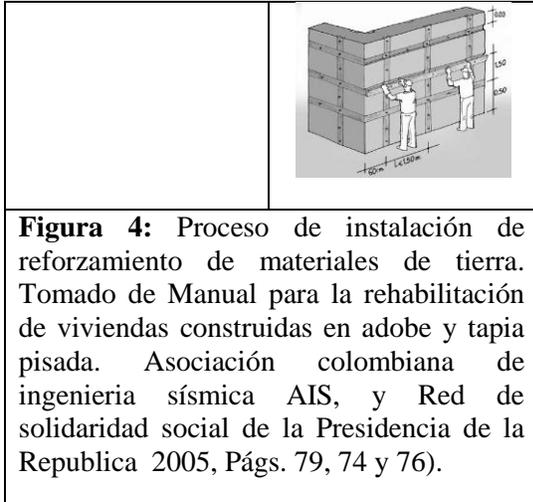


**Figura 3:** Pruebas a instalación de reforzamiento de materiales de tierra. Tomado de videos pruebas de vulnerabilidad sísmica. <http://www.world-housing.net> 2005.

Estas imágenes permitieron visualizar el efecto de soporte estructural, mejorando en un grado mayor la vulnerabilidad sísmica de los modelos, los cuales se sometieron a simulación de sismos de las magnitudes 4 a 8 en la escala de Richter, asimismo, en las edificaciones sin refuerzo se demoran aprox. en descomponerse es superior a los 30 a 45 segundos, ahora con el refuerzo el tiempo es mayor y permite a los usuarios evacuar ya que la vivienda se fractura pero no se divide, proveyendo de mayor grado de protección.

El refuerzo con maderas de confinamiento, según Daniel Ruiz Valencia (2007, p. 288). Consiste en la instalación de refuerzos horizontales y verticales en madera con el fin de aumentar la resistencia a la flexión de los muros y mantener la unidad de la estructura. Los elementos deben colocarse tanto por la cara externa como por la cara interna del muro. Los elementos horizontales de los muros se unen mediante platinas de acero de manera que se evite la desarticulación de los diferentes muros y se mantenga siempre unida la edificación. La compatibilidad de deformaciones entre los dos materiales se garantiza mediante pernos colocados cada 50 cm y mediante puntillas convencionales clavadas sobre las tablas para proporcionar una superficie de contacto rugosa”, (Véase figura 4).





**Figura 4:** Proceso de instalación de reforzamiento de materiales de tierra. Tomado de Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada. Asociación colombiana de ingeniería sísmica AIS, y Red de solidaridad social de la Presidencia de la Republica 2005, Págs. 79, 74 y 76).

Según Daniel Ruiz Valencia (2007, p. 291). “Se llevó a cabo un trabajo de campo y un trabajo experimental en el laboratorio. En campo se realizaron visitas técnicas de inspección para establecer el sistema constructivo de estas edificaciones y para recopilar material –adobes y tierra para construir muros en tapia pisada y en adobe-. Posteriormente se reconstruyeron en el laboratorio probetas para someterlas a diversas condiciones de carga y determinar de esta manera las propiedades mecánicas de los materiales y del sistema estructural”.

Según lo anterior, la posibilidad de aplicar este refuerzo a las edificaciones construidas en adobe ubicadas en el centro antiguo de Villavicencio, es plausible, y recomendable, debido al trabajo experimental, como son las pruebas realizadas a modelos a escala de edificaciones exentas de uno y dos pisos, mostrando en estas acciones las amplias posibilidades de mejora del comportamiento estructural en cuanto a vulnerabilidad sísmicas se refiere.

Ahora bien, el estudio de las edificaciones en Villavicencio es pertinente ya que las edificaciones son pareadas, con lotes rectangulares y alargados con una proporción de uno a tres, ampliándose hasta uno a cinco o mas, fondo del lote en diagonal, disposición sobre terreno inclinado, como menciona la Norma Colombiana de Construcción Sismorresistente de 1998, que estableció la Asociación de Ingeniería

Sísmica AIS, esta ciudad se encuentra ubicada en la zona de sismicidad Alta, y con localización epicentral de sismos con  $M_s \geq 4$  (1566-1995), en sus fallas, esto amplía el riesgo; además, son varios los aspectos que inciden en el riesgo sísmico, como: a) El tipo de suelo Se ubica en un abanico aluvial que se encuadra entre las cuencas del Guatiquía y el Guayuriva y b) es un centro antiguo no muy vasto, pero si con numero de superior a las 240 edificaciones, distribuido en 16 manzanas, en las cuales se identifican los usos vivienda y comercio.

El refuerzo con material reciclado de caucho vulcanizado y radiado para confinamiento, Según Andrew Charleson, (2011, p. 44) “Tensile tests have been conducted on tire straps cut from the treads of radial steel-belted car tires. These straps have their strength and stiffness enhanced greatly by the presence of two layers of very fine steel wires or belts that are angled at approximately twenty-three degrees to the length of a spirally cut strap. Tests on various widths of strap confirm that given the necessity for desirable strength and stiffness, and the need to avoid short strap lengths with large numbers of connections, 40 mm wide straps are the most suitable. They possess tensile strengths between 10 - 15 kN. Since most designs are expected to be deformation-critical, strap tensions will generally be well below their ultimate tensile values. The average length of a 40 mm wide strap that can be cut from a radial car tire is 6.3 m. Straps are butted together and connected via two short lengths of overlapping straps to form a butt joint. Four 3.15 mm diameter by 70 mm long nails on each side of the joint are bent carefully to prevent a premature nail pull-through failure mechanism”, (Véase figura 5).





**Figura 5:** Proceso de instalación de reforzamiento de materiales de tierra. Tomado de Appendix a. Summary of the technical development of tire strap reinforcement. Andrew Charleson, 2011, Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, California. Págs. 40, 43 y 45.

A diferencia de los dos anteriores sistemas descritos, este resulta muy sutil al cumplir con dos objetivos: el primero, confinar el sistema murario construido en tierra y el segundo, reciclar un material altamente contaminante y toxico, como lo es el neumático radial; e ingenioso ya que dándole un manejo sencillo pero cuidadoso al material, se lograra prevenir daños garantizando su durabilidad, al no estar expuesto a factores técnicos que causan disminución en la resistencia como el aire presurizado, de igual forma, a factores ambientales que causan deterioro, el agua y el sol, se forra la correa con una lamina de polivinilo con pvc en el área que tocara el suelo bajo la cimentación y además, se recubrirá con tierra estabilizada con ncal a manera de mortero de pañete, lo cual según los expertos Charleson and French garantizara una mayor duración del material a unos cincuenta años o mas.

A continuación se presentara un posible caso de aplicación, por ser más cercano a lo formal, a las probetas de ensayo, la edificación esta construida en adobe, exenta, con dos plantas, cubierta a dos aguas, con placa de entrepiso en madera en un 70%. En el caso de la casa de la cultura, de San Martín, se propone entre las obras de consolidación, se formula recuperar algunos elementos estructurales que fueron demolidos, reforzados y vueltos a construir en otros materiales como el concreto, adicionaron columnas, parte de placa de entrepiso, una ventana y una puerta de uno de los salones existentes. Este es un caso de factores combinados de causas de deterioro por humedad, igualmente se debe pensar en un tratamiento

combinado que consiste por un lado en impermeabilizar la fachada e interior, ya sea remplazando el pañete o aplicando productos hidrófugos directamente sobre el pañete en calado. Además, se puede emplear un sellador para los muros de adobe, que se aplica antes de pintar y deja una capa plástica incolora, que no se notará, pero impedirá que la arcilla se deshaga, al quedar plastificada y ventilada.



**Figura 4:** propuesta de Obras de consolidación. Tomado de Parámetros para la intervención arquitectónica del Centro Histórico de Villavicencio: Desde la perspectiva del Patrimonio Cultural, séptimo semestre A 2010 del Programa de Arquitectura UNIMETA.

Las edificaciones de adobe, poseen un sistema constructivo que ostenta algunas superioridades, de confort climático, a través del manejo de la Bioclimática, y facilidades de construcción, aunque su comportamiento sísmico no es apropiado ya que el sistema tradicional no es contienen refuerzos para resistir las demandas sísmicas de tensión, por ello se hace importante estudiar y aplicar los sistemas de reforzamiento estructural para edificaciones en tierra.

Como conclusiones se presentan, la pérdida de las prácticas y tradiciones cuestiona la conservación de los inmuebles, debido a los sobrecostos por no contar con la mano de obra no calificada, que podrá causar eventualmente, al momento de intervenir las edificaciones y la posibilidad o no de superar esta problemática.

Se debe buscar evolucionar la mampostería de adobe sin confinamiento y sin refuerzo, a una mampostería confinada y reforzada, para ello los sistemas de reforzamiento se han estudiado de forma amplia y veraz, lo que permite su profundización para la aplicación a través de estudio de casos y así lograr la especificidad de los diseños de reforzamiento en edificaciones construidas en adobe.

Se señala que es necesaria la mejora del comportamiento de las edificaciones frente a los potenciales sismos, a través de una rehabilitación estructural, considerando el reforzamiento de las debilidades desde la vulnerabilidad sísmica; incluyendo: consolidar el trabajo estructural de conjunto de los muros, proporcionar resistencia en las partes de mayor demandas de tensión provocada por la flexión, en muros perpendiculares a la dirección del sismo, dividir similarmente en los muros, las cargas verticales y sísmicas y oponer resistencia a las uniones de esfuerzos que se producen en los nudos de los muros, cuando el entepiso y/o estructura de cubierta descansan sobre los tabiques.

No obstante, se hace importante destacar la idea de diseñar una norma para incluirla en el código colombiano sismorresistentes, como ocurre con otros tipos de construcción en tierra, la guadua, para salvaguarda de la vida de los habitantes, contra el daño producido por los posibles movimientos telúricos. Ya que los códigos sísmicos instituyen requisitos mínimos para el mejoramiento de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones tanto para edificaciones nuevas como para el reforzamiento de las existentes.

Se puede concluir según los estudios examinados en el presente artículo, partiendo del las construcciones menos rígidas y se desempeñan de mejor forma que las edificaciones mas rígidas, en lo que respecta a la protección de los componentes no estructurales aun no se ha realizado propuesta de parámetros a tener en cuenta para garantizar que estos elementos no causen lesiones o pérdida de vidas.

Se hace necesario desarrollar una guía metodológica para estudios de los sistemas constructivos estructurales y sismo resistentes de las edificaciones construidas en adobe.

La necesidad de regulación de los materiales básicos que requiere la técnica del sistema constructivo, no se ha planteado la ordenación, clasificación, descripción de procesos.

Se hace ineludible la ordenación y puesta en marcha de un sistema de gestión de riesgos para las edificaciones construidas en tierra sean estas nuevas o existentes.

### **Bibliografía**

ALUMNOS séptimo semestre b 2008 del programa de arquitectura Unimeta. Parámetros para la intervención arquitectónica del Centro Histórico de Villavicencio: Desde la perspectiva del Patrimonio Cultural. Documento inédito.

CHARLESON ANDREW, Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, California. Appendix a. Summary of the technical development of tire strap reinforcement. 2011, Págs. 40, 43 y 45.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERIA SÍSMICA AIS, Y RED DE SOLIDARIDAD SOCIAL DE LA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada. 2005, Págs. 68 y 70.

BUSTAMANTE, García. Miguel, 1997, “Un pueblo de frontera Villavicencio 1840 – 1940”, ED. Universidad de los llanos y Fondo mixto de promoción de cultura y las artes del meta. Pág. 186.

DÍAZ, Riveros, Carlos Alberto, 2009. “En busca de la protección del patrimonio construido en adobe. Estudio de caso del centro histórico de Villavicencio, Colombia, siglos XIX – XX”. Pág. 225.

FONSECA Y CABALLERO, Aproximación operativa al inventario-valoración del patrimonio construido, Pontificia Universidad Javeriana, 2000, pág.18.

HERNANDEZ. Claudia Patricia. , 2007. “La colonia segunda fase 1550-1750”. Pág. 65.

JOKILETTO JUKKA Y FEILDEN BERNARD, 2000. “Manual para el manejo de los sitios culturales del patrimonio mundial”. Pág. 25.

MINISTERIO DE CULTURA, 2005. “Manual para inventarios Bienes culturales inmuebles”, Pág. 32.

PULGARÍN Yarleys. 2009. “Vivienda estatal obrera de los años 30 en Bogotá: Los casos de los barrios Restrepo y Centenario, aportes, recuperación de memoria y pautas de valoración patrimonial”. Pág. 5.

RUIZ VALENCIA Daniel, y otros. Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. Revista APUNTES vol. 20, núm. 2. 2007: 286-303.