

ESTADO DE CONSERVACION DE VIVIENDAS DE ADOBE EN EL NORESTE DE MEXICO

Maria Emilia Robles Aranda¹, Edgardo J. Suárez Domínguez², Yolanda Aranda Jiménez³

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tampico, Tamaulipas, México,
¹mariaemilia.ra@gmail.com, ²edgardo.suarez@docentes.uat.edu.mx, ³yaranda@docentes.uat.edu.mx ,

Palabras clave: arquitectura tradicional, edificaciones de tierra, patologías, restauración.

Resumen

Actualmente, la arquitectura tradicional en las comunidades rurales del noreste de México se ha visto desplazada por sistemas constructivos y materiales contemporáneos que ignoran las propiedades y características de los materiales tradicionales, así como el contexto bioclimático, cultural e histórico de los lugares donde se ubica. Para la arquitectura habitacional de adobe, una de las consecuencias más graves a la introducción de materiales incompatibles, falta de mantenimiento y fallas en las prácticas constructivas, ha sido el deterioro de los inmuebles, que a su vez conlleva la afectación negativa en la calidad de vida de las poblaciones rurales. Por esto, la presente investigación buscará determinar cuáles son las patologías que se presentan con mayor frecuencia en la vivienda tradicional del noreste de México, a través de una documentación exhaustiva, para poder definir cuáles serían las técnicas de restauración más apropiadas para intervenir y contrarrestar los daños en los bienes inmuebles y así prolongar el tiempo de vida de la edificación, trayendo consigo una serie de beneficios para el usuario.

1 INTRODUCCION

En noreste de México un 12,5 y 10% de su población habita en comunidades rurales respectivamente, según datos del último censo poblacional (INEGI, 2020). La mayoría de este sector poblacional habita en viviendas que pertenecen a lo que se denomina arquitectura tradicional o vernácula, que generalmente son autoconstruidas con alguna de las técnicas de construcción con tierra, como parte de una larga tradición que ha perdurado y sido transmitida de generación en generación (Guerrero, 2007).

Sin embargo, los materiales contemporáneos y la cultura constructiva industrializada han llevado a una idealización de los sistemas constructivos a base de concreto y acero, lo que a su vez ha traído como consecuencia intervenciones con estos materiales en la arquitectura vernácula (Rotondaro, 2004).

Un conjunto de factores, como la mezcla de materiales industriales con los tradicionales, agentes bióticos y abióticos, falta de normativa sobre la arquitectura de tierra, entre otros, han llevado que las obras de mantenimiento o restauraciones efectuadas sobre la arquitectura tradicional de tierra no sean las adecuadas (Rotondaro, 2004). Esto en sí es un problema tanto académico como social, ya que, por una parte, la arquitectura de tierra se desprestigia ante los ojos de la población que a su vez ve mermada su calidad de vida cuando la vivienda que habitan deja de funcionar como refugio, viéndose orillados a recurrir a los materiales industrializados que por sí mismos no aportan los mismos beneficios que la tierra como material constructivo (Guerrero, 2007).

El presente trabajo integra un panorama de las técnicas de restauración sugeridas ante las patologías presentes de manera más frecuente en el análisis de diversos casos de estudio de viviendas rurales ubicadas en los tres estados del noreste de México (Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas), para poder definir cuáles serían las técnicas de restauración más apropiadas para intervenir y contrarrestar los daños en los bienes inmuebles y así prolongar el tiempo de vida de la edificación, trayendo consigo una serie de beneficios para el usuario.

2 OBJETIVO

El objetivo general de este trabajo es determinar las técnicas de restauración utilizadas en la arquitectura habitacional tradicional de adobe en comunidades rurales del noreste de México que mejor permiten conservarla de manera sostenible con base en los casos de estudio visitados, del cual se desprenden los siguientes objetivos particulares:

1. Documentar las patologías más recurrentes en la arquitectura habitacional tradicional del noreste de México con base en visitas y levantamientos de casos de estudios de la región.
2. Caracterizar y evaluar los materiales de construcción empleados en una selección de los casos de estudio analizados.
3. Sistematizar las técnicas de restauración y estrategias de mantenimiento acorde a las patologías presentadas en los casos de estudio.

La presente investigación pretende resolver la pregunta ¿Cuáles son las técnicas de restauración en la arquitectura habitacional tradicional en las comunidades rurales del noreste de México, con base en las patologías más frecuentes, que han permitido conservar los bienes inmuebles?

3 METODOLOGÍA

Para la presente investigación de carácter científico y cuantitativo, se realizó una documentación de los casos de estudio y se determinaron las patologías más recurrentes en la arquitectura tradicional del noreste de México con base en casos de estudios de la región y de manera sistemática se clasificarán de acuerdo con sus posibles causas y naturaleza.

Una vez recabada esta información, se buscó sistematizar las técnicas de restauración más apropiadas para intervenir en cada inmueble estudiado, acorde a las patologías presentadas en los casos de estudio.

A la par, se analizaron diferentes muestras de adobe y mezclas de adobe, con y sin fibra, para obtener su dimensión fractal, sus características y propiedades físicas. Se realizaron pruebas de laboratorio para su caracterización y para determinar su resistencia a la compresión. para posteriormente concluir con un análisis de resultados y conclusiones.

Las unidades de análisis serán básicamente los muros de tierra/ piedra y de los sistemas constructivos de mampostería, adobes, estructura y elementos de madera, así como las cubiertas de madera, teja de barro y lámina, que son los más comunes dentro de la arquitectura tradicional en la zona noreste de México.

Para sistematizar las técnicas de restauración acorde a las patologías presentadas en los casos de estudio, se presentaron al menos dos alternativas de intervención por patología, según previa investigación y literatura, y se sugirió y justificó el curso de acción basado en la opción más viable y sustentable, tanto económica, como social y ambientalmente. Se registró también cualquier intervención por parte de los usuarios para el mantenimiento y conservación de la vivienda.

Se estudió en el ambiente controlado del laboratorio al menos una de las propuestas de intervención en los materiales, para comprobar la eficacia y viabilidad de la hipótesis. El material para estudiar y caracterizar fueron las muestras de adobe (tierra). Además, se recopilaron imágenes microscópicas de la tierra empleada en los casos de estudio seleccionados para obtener la dimensión fractal de estos.

Se realizó un muestreo aleatorio de los suelos de los tres estados. Para determinar las patologías más recurrentes, se realizó una inspección visual y un levantamiento. De las comunidades se obtuvieron diferentes muestras para su estudio y caracterización:

Tabla 1. Muestras de material y pruebas realizadas. Elaboración propia

PROCEDENCIA DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PRUEBA REALIZADA
MUESTRAS DE TIERRA		
Saltillo, Coahuila	Arcilla arenosa de mediana plasticidad color beige claro	-Caracterización de suelos -Resistencia a la compresión (mezcla con 3% de paja)
<i>*Proveniente del banco de arcilla en Saltillo, Coahuila de donde se obtuvo el material para la intervención de la vivienda en Barrio Antigo, Nuevo León.</i>		
Tunal, Coahuila	Arena arcillosa de mediana plasticidad color negra	-Caracterización de suelos -Resistencia a la compresión (mezcla con 3% de paja y sin fibra)
<i>*Muestra obtenida de una pieza de adobe en la comunidad del Tunal, Coahuila.</i>		
Barrio Antigo, Nuevo León	Arcilla color café claro de mediana plasticidad	-Caracterización de suelos -Dimensión fractal
<i>*Muestra obtenida del muro de adobe de una vivienda en intervención.</i>		
Santiago, Nuevo León	Arcilla color café oscuro de media a alta plasticidad	-Caracterización de suelos -Dimensión fractal
<i>* Utilizada en una primera intervención de restauración de muros de adobe en la vivienda de Barrio Antigo, Nuevo León hasta que se observó que el material comenzó a desprenderse (debido a su alta plasticidad).</i>		
Hidalgo, Tamaulipas	Arcilla arenosa color café oscuro	-Dimensión fractal
<i>*Muestra obtenida de una pieza de adobe en Hidalgo, Tamaulipas.</i>		
MUESTRA DE FIBRA (PAJA)		
San Carlos, Tamaulipas	Residuo sorgo, parte de los principales cultivos de este municipio	Empleada en las mezclas para las pruebas de resistencia a la compresión.

4 RESULTADOS

Dentro del proceso de investigación se realizaron visitas a una serie de poblados y comunidades rurales en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, con el fin de documentar diferentes casos de estudio de viviendas de arquitectura tradicional que utilizaran los muros de adobe como sistema constructivo.

Los poblados visitados por estado fueron:

- Coahuila: Ejido de San Isidro, Ejido de Boquillas, Ejido el Tunal
- Nuevo León: Barrio Antigo y la Rinconada
- Tamaulipas: Palmillas, Tula, Jaumave

Se realizó un registro fotográfico de las viviendas, así como de las principales patologías observadas en ellas y, donde fuera el caso, de las intervenciones que los mismos usuarios han hecho a sus viviendas para su mantenimiento y conservación.

Con este registro se realizó una documentación de cada caso visitado y la información se condensó en fichas que recopilan datos de las viviendas, tales como ubicación y el tipo de lesiones presentadas, según lo observado. En las viviendas donde fue posible, se tomaron muestras de adobe y la tierra empleada para su elaboración, con el fin de documentar y lograr una caracterización de los materiales constructivos más completa.

Las muestras caracterizadas corresponden a: Barrio Antigo, Nuevo León (muestra de adobe existente); Santiago, Nuevo León (tierra utilizada en una primera intervención al muro de adobe en Barrio Antigo); Saltillo, Coahuila (tierra empleada en la segunda intervención al muro de adobe en Barrio Antigo); Tunal, Coahuila (muestra extraída de una pieza de adobe del caso de estudio); Hidalgo, Tamaulipas (muestra de pieza de adobe).

Así mismo, se realizaron pruebas de compresión a tres diferentes mezclas. La primera realizada con la tierra de Saltillo, Coahuila con un 3% de fibra (paja) agregada en laboratorio para reproducir la mezcla utilizada en la intervención de Barrio Antigo, Nuevo León. La

segunda pertenece a la muestra del caso de estudio de Tunal, Coahuila sin alterar. La tercera utilizando la misma tierra del caso de estudio del Tunal, pero agregando el 3% de fibra (paja).

La toma de imágenes microscópicas que permitirán medir la dimensión fractal, se realizaron fotografías de siete variantes de cuatro diferentes tipos de tierras: dos correspondientes a Saltillo, tres al Tunal, una al adobe en el muro de Barrio Antiguo y una a una muestra recolectada en Hidalgo, Tamaulipas.

Tabla 2. Ficha para la documentación de viviendas y patologías presentes. Elaboración propia

NUEVO LEÓN		MONTERREY	BARRIO ANTIGUO	NLMB
<i>Estado</i>		<i>Municipio</i>	<i>Ejido/ Localidad</i>	<i>Clave</i>
		Breve descripción del inmueble/Sistema constructivo: Vivienda de dos niveles; sistema constructivo mixto (sillar, adobe, block de concreto y ladrillo), únicamente los muros medianeros que dividen de las viviendas contiguas son de adobe hasta el primer nivel de altura.		
Vivienda habitada				Sí
Vivienda intervenida por usuarios				Sí
FICHA DE PATOLOGÍA				NLMB-01
Localización/ Elemento/ Material		Fotografías		
Muro medianero de adobe				
Tipo de lesión				
<ul style="list-style-type: none"> • Alteración <ul style="list-style-type: none"> ○ Ausencia 				
Descripción				
Ausencia de material correspondiente a bloques de adobe en el muro medianero				
Hipótesis de causa y origen				
Al remover la caja de luz y la tubería de instalaciones, así como concreto utilizado en una intervención previa para rellenar huecos por la misma razón quedaron huecos en el muro donde estos elementos se encontraban.				
FICHA DE PATOLOGÍA				NLMB-02
Localización/ Elemento/ Material		Fotografías		
Muro medianero de adobe				
Tipo de lesión				
<ul style="list-style-type: none"> • Alteración <ul style="list-style-type: none"> ○ Ausencia 				
Descripción				
Ausencia de material o huecos en múltiples zonas del muro, principalmente en las juntas de los bloques de adobe, es decir, el material ausente es en su mayoría mortero de tierra.				
Hipótesis de causa y origen				
Al haber sufrido varias intervenciones previas, es posible que al retirar la capa de aplanado de arena-cal original para colocar el mortero de cemento (ahora retirado), aunado a la falta de mantenimiento, haya ocasionado el desprendimiento del mortero existente en las juntas de los bloques de adobe.				

FICHA DE PATOLOGÍA		NLMB-03
Localización/ Elemento/ Material	Fotografías	
Muro medianero de adobe (lado derecho de la vivienda)		
Tipo de lesión		
<ul style="list-style-type: none"> • Degradación <ul style="list-style-type: none"> ○ Fracturación o fisuración 		
Descripción		
Aparición de fisuras verticales a lo largo de los bloques de adobe y juntas en dirección de la parte superior del muro a la parte inferior		
Hipótesis de causa y origen		
La construcción de un nivel en la parte superior de una vivienda que originalmente contaba con sólo uno (que conlleva un aumento en la carga ejercida sobre los muros estructurales), así como la combinación de diferentes materiales constructivos con diferentes propiedades que el muro de adobe existente pueden ser la causa de un aumento en la compresión sobre dicho elemento y por tanto la aparición de estas fisuras y grietas.		
FICHA DE PATOLOGÍA		NLMB-04
Localización/ Elemento/ Material	Fotografías	
Muro medianero de adobe bajo las escaleras (lado izquierdo de la vivienda)	  	
Tipo de lesión		
<ul style="list-style-type: none"> • Degradación <ul style="list-style-type: none"> ○ Fracturación o fisuración 		
Descripción		
Aparición de grietas verticales a lo largo de los bloques de adobe y juntas en la parte del muro bajo la escalera.		
Hipótesis de causa y origen		
La construcción de un nivel en la parte superior de una vivienda que originalmente contaba con sólo uno (que conlleva un aumento en la carga ejercida sobre los muros estructurales), así como la combinación de diferentes materiales constructivos con diferentes propiedades que el muro de adobe existente pueden ser la causa de un aumento en la compresión sobre dicho elemento y por tanto la aparición de esta grieta. Cabe destacar que esta grieta en particular comienza como una fisura bajo el cerramiento de concreto que existe entre el muro de adobe y la ampliación del segundo nivel (muro de ladrillo).		
FICHA DE PATOLOGÍA		NLMB-05
Localización/ Elemento/ Material	Fotografías	
Muro medianero de adobe sobre las escaleras (lado izquierdo de la vivienda)	  	
Tipo de lesión		
<ul style="list-style-type: none"> • Degradación <ul style="list-style-type: none"> ○ Fracturación o fisuración 		
Descripción		
Grieta vertical bajo el cerramiento de concreto sobre muro de adobe por encima del nivel de las escaleras		
Hipótesis de causa y origen		
Aumento de compresión en el muro de adobe debido a la adición de un cerramiento de concreto y un nivel extra de muro de ladrillo.		

Sobre las muestras de material tomadas de los casos de estudio donde era posible su recolección, se realizaron una serie de pruebas de laboratorio, así como un registro de

fotografía del material por medio de un microscopio digital para la obtención de sus respectivas imágenes fractales.

Las pruebas de caracterización de los materiales se describen a continuación. En cuanto a la granulometría y los índices plásticos, se determinó que todos los materiales son clasificados como de baja plasticidad, lo cual concuerda con el hecho de que el uso de la paja mejora las propiedades de cohesión del material. Esto se demuestra con los resultados de la prueba de compresión, ya que se observó que los materiales que contienen paja presentan mayores valores de resistencia a la compresión.

Tabla 1. Pruebas de caracterización de suelos

Parámetro (Unidad)	Suelo 1. Barrio Antigo, NL (existente)	Suelo 2. Saltillo (intervención Barrio Antigo, NL)
Pasa la malla No. 4 (%)	99	86.9
Pasa la malla No. 40 (%)	92	59.9
Pasa la malla No. 200 (%)	72	53
Límite Líquido (%)	30.2	41.73
Límite Plástico (%)	19.2	31.81
Índice Plástico (%)	11.0	9.92
Contracción Lineal (%)	7.07	NP
Clasificación SUCS	CL	CL

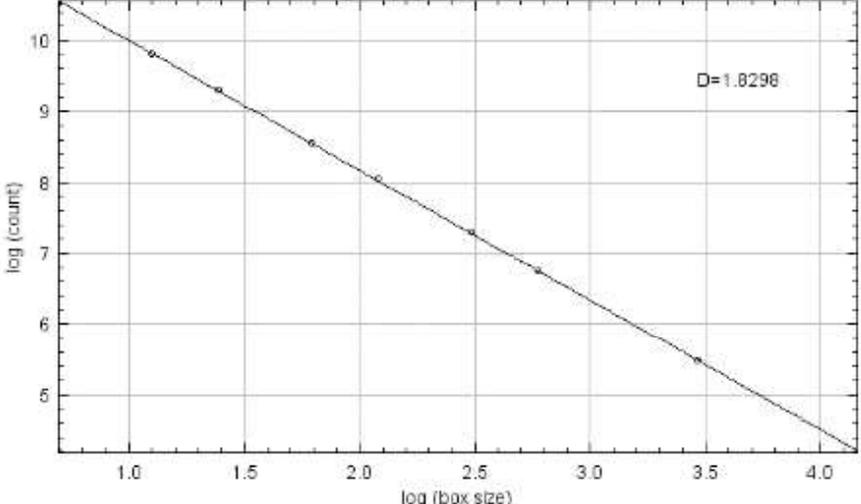
Tabla 4. Ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión. Elaboración propia.

MEZCLA 1- SALTILLO, COAH		
Descripción	Cubos de 5 x 5 cm. Material color café claro; 3% de Paja	
Fecha	30 de marzo 2022	
<p style="text-align: center;"><i>Esfuerzo-Deformación Mezcla 1</i></p>		
Carga máxima promedio	3.359	kN
Resistencia a la compresión	13.70	kg/cm ²
FOTOGRAFÍAS MUESTRAS		

En cuanto a la determinación de la dimensión fractal, se puede observar que los resultados muestran una tendencia general en la que a mayor valor de dimensión fractal, la superficie presenta mejores propiedades morfológicas en la superficie, lo cual denota que tendrán menor

capacidad para absorber agua y esto reduce la posibilidad de la aparición de microorganismos. Sin embargo, de acuerdo con los estudios reportados, el valor de la dimensión fractal entre 1 y 1.5 en una superficie permite una mejor disipación de calor, lo cual debe reforzarse con estudio posterior enfocado en las características de las viviendas que pueden intervenir para mejorar la confortabilidad.

Tabla 5. Imagen fractal de muestra de suelo

IMAGEN FRACTAL			Muestra No. 01
Procedencia	Saltillo, Coahuila		
Descripción	Tierra utilizada en mezcla para intervención en la zona de Barrio Antiguo en Monterrey, Nuevo León (sin fibra)		
IMAGEN ORIGINAL	IMAGEN BINARIA	PLOTEO DE SUPERFICIE	BORDES DE IMAGEN
			
CORTE LINEAL			
 <p style="text-align: center;"><i>Corte Lineal Muestra No. 1</i></p>			
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS			
De la imagen de la dimensión fractal se interpreta que existe una gran porosidad en la superficie, la cual se confirma ya que, al no tener fibra, no hay cohesión en la mezcla.			

Las propiedades mecánicas de los materiales muestran que estos son suelos tipo arcilla de media plasticidad, lo que se traduce en que el material requiere la adición de un estabilizante como la cal o fibras naturales. Esto se resalta en los resultados del análisis de resistencia a la compresión, dado que los materiales que tienen paja son los que resisten mayor carga. Adicionalmente se conjuga con lo observado en la obtención de la dimensión fractal, dado que en este trabajo se encontró que las mejores propiedades morfológicas de la superficie generada por los materiales son aquellos que se acercan más al valor 2 de este parámetro y estos valores corresponden a las mezclas que se realizaron con paja.

En el caso de las viviendas documentadas, un total de 24 (Coahuila-4, Nuevo León-3 y Tamaulipas-17), se ordenan, ahora por patologías presentadas, en las siguientes tablas, con la intención de ofrecer una propuesta de intervención para identificar posibles caminos de acción por parte de los usuarios para dar mantenimiento y restaurar su patrimonio y así

extender su tiempo de vida. Se realiza una descripción general de las patologías, así como de las posibles causas para cada una.

Las recomendaciones de intervención se presentan con base en las patologías identificadas. Las técnicas propuestas son producto de las observaciones y estudio de los materiales, el sistema constructivo y los daños presentes en los diferentes inmuebles. Como futura línea de estudio se propone una evaluación de todas las acciones y un proyecto de intervención específico al inmueble en su totalidad.

Tabla 6. Propuesta de intervención según patologías presentes

PATOLOGÍA	Alteración	Ausencia
Descripción	Caída y pérdida de piezas del elemento.	
Hipótesis de Causas	Pérdidas localizadas de instalaciones de desagües; presencia de formaciones salinas; humedad ascendente; discontinuidad de la superficie debido a grietas o lesiones estructurales, a tensiones térmicas alrededor de elementos metálicos empotrados; errores de obra; aplicación de agregados o morteros inadecuados.	
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN		
Se sugiere para las áreas donde se localice una pérdida de material reparar la zona del muro de adobe con una mezcla con características similares (de ser posible tierra y material del mismo banco y procedencia) para rellenar el elemento y una vez seca, colocar un aplanado de arena-cal en el muro. En caso de que la ausencia ocurra en el techo o en el contracimiento, de igual manera completar el elemento con el mismo sistema y materiales existentes.		
Referencia Fichas	CPNS-05, CAT-02, NLMB-01, NLMB-02, NLGR1-01, NLGR2-02, TT2-03, TT3-03, TT7-02, TT9-03	
PATOLOGÍA	Degradación	Fracturación o fisuración
Descripción	Degradación que se manifiesta con la discontinuidad del material y que puede implicar el desplazamiento recíproco de las partes.	
Hipótesis de Causas	Ciclos de congelación y descongelación; movimientos del sistema de muros; incompatibilidad físico-mecánica o dilataciones diferenciales entre el soporte y acabado; degradación entre pieza de mampostería y mortero.	
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN		
Para intervenir esta patología es indispensable conocer la causa de su aparición y evaluar el nivel de deterioro, si es apenas una fisura o si ya se ha convertido en una fractura o grieta. El lugar donde se encuentre y la dirección de esta también nos dirá mucho sobre su naturaleza. Si la grieta o fisura se genera en diagonal la causa probablemente sea un asentamiento diferencial del elemento estructural respecto a su base o apoyo, por lo que lo recomendado sería reforzarlo; mientras que si la grieta se encuentra en vertical generalmente será porque el elemento está sobrepasando su capacidad de compresión y se debe hacer una revisión estructural de los mismos. Si las fisuras aparecen en las juntas, probablemente exista falla en la capacidad mecánica del mortero; en cualquier caso, se pueden rellenar grietas y fisuras con una mezcla hecha a base de materiales de características similares a los empleados en la fabricación de los adobes y en caso de ser fisuras muy delgadas, inyectar una lechada o una solución a base de cal.		
Referencia Fichas	CPNS-02, CPNS-03, CPNS-04, CAT-03, CGC-01, CGC-02, NLMB-03, NLMB-04, NLMB-05, TT1-01, TT2-01, TT3-02, TT4-01, TT7-03, TT9-04, TJ1-03, TJ2-01, TJ3-01	

5 CONCLUSIONES

Se concluye a partir del objetivo general: Determinar las técnicas de restauración utilizadas en la arquitectura habitacional tradicional de adobe en comunidades rurales del noreste de México que mejor permiten conservarla de manera sostenible con base en los casos de estudio visitados, se observaron y documentaron en concreto 24 viviendas de adobe sobre las que se identificaron lesiones presentes en el inmueble, así como intervenciones por parte de los usuarios, en el caso de los edificios habitados.

Se documentaron las patologías más recurrentes en la arquitectura habitacional tradicional del noreste de México con base en visitas y levantamientos de casos de estudios de la región” con un total de 24 viviendas documentadas a través de los estados del noreste de México (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas) la gran mayoría presentaban patologías relacionadas con temas de humedad, mientras que otro gran porcentaje las presentaba como consecuencia de intervenciones en la vivienda, así como deficiencias en el sistema constructivo.

La acción humana, ya sea para mantenimiento de la vivienda o modificación de esta, cuando descuida elementos de la construcción con adobe, como la protección el agua a través de aleros y sobre cimientos, la necesidad de utilizar aplanados que le permitan al material del

muro respirar y evaporar la humedad o bien, el empleo de materiales incompatibles con el adobe, como aplanados y bloques de cemento, fue responsable de la aparición de otro porcentaje significativo de las patologías.

Se caracterizaron y evaluaron los materiales de construcción empleados en una selección de los casos de estudio analizados, se determinó la granulometría y realizaron pruebas de índice plástico y compresión, así como la obtención de la dimensión fractal de diversas muestras de tierra, al menos una por estado. A su vez, se agregaron fibras a las mezclas para observar su comportamiento y se determinó en las pruebas de compresión que las mezclas con fibra eran la que mostraban tener una mayor resistencia a la compresión. Se observó además que la muestra de tierra proveniente de Santiago, Nuevo León, al presentar una plasticidad alta, no sólo no era óptima para ser utilizada en construcción, sino que, al utilizarse en la intervención de un muro de adobe a restaurar en Barrio Antigo, Nuevo León, aun agregando fibra, la capa de mezcla colocada comenzó a fisurar y fracturarse hasta desprenderse del muro. Esto viene a probar la importancia de realizar las pruebas de caracterización y plasticidad de un suelo antes de utilizarse para construcción.

Se sistematizaron las técnicas de restauración y estrategias de mantenimiento acorde a las patologías presentadas en los casos de estudio, se trabajó a través de la elaboración de fichas en las que se identificaran las patologías presentes, los diferentes casos de estudio donde se manifestaron, una hipótesis de las causas probables de las patologías según lo observado y una propuesta de intervención en la que se plantean las técnicas de restauración congruentes para dar solución a los distintos problemas.

A través de la sistematización de las técnicas, se corrobora la hipótesis realizada al inicio de esta investigación: Las técnicas de restauración en la arquitectura tradicional para sistemas constructivos de adobe que más se emplearían son: la consolidación, la aplicación de recubrimientos y la aplicación de aplanados para proteger los muros. Utilizando técnicas de restauración que empleen los mismos materiales de la región, el conocimiento y sistemas constructivos con las que los bienes inmuebles fueron edificados, se podrían restaurar adecuadamente con base en las patologías encontradas en la arquitectura habitacional tradicional del noreste de México. Sin embargo, una buena ejecución de la técnica constructiva, específicamente del uso de sobre cimientos y cubiertas proyectadas, son también claves para la conservación de edificaciones de adobe.

Fue en el caso específico de la vivienda de Barrio Antigo, Nuevo León en donde se realizó una intervención a un muro de adobe para la que se retiró el aplanado de cemento y se consolidó el muro con una mezcla utilizando la tierra proveniente de Saltillo, Coahuila de mediana plasticidad y paja al 3% como fibra natural. A su vez, se realizó un aplanado de arena-cal (proporciones: arcilla 1:2 arena y cal en un 10%), al que se le agregó fibra de ixtle y mucílago de nopal, para sustituir el acabado de cemento. Tanto la mezcla utilizada para consolidar, como el aplanado fueron colocados en febrero del 2022 y a la fecha enero 2023, no han presentado problemas de humedades ni fisuras.

Gracias a la documentación de los casos y la observación de las patologías más frecuentes se pueden realizar hipótesis de las causas y así una propuesta generalizada de consideraciones para su intervención o reparación, siempre considerando que para la realización de un plan de intervención es de suma importancia estudiar cada caso de manera individual.

De esta investigación se obtiene la conclusión adicional que las viviendas en mejor estado de conservación son las habitadas, ya que mientras existan usuarios preocupados por la protección de su patrimonio, el inmueble siempre se mantendrá en mejor estado que aquel que ha sido abandonado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Guerrero, L. (2007). Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva. Apuntes (Bogotá), 20(2), 182-201.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, (2020). XIV Censo General de Población y Vivienda. México: INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Rotondaro, R. (2004). Arquitectura y construcción con tierra en la Argentina. Tradiciones, alternativas y direcciones futuras. Construcción con Tierra, 20-29.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación utilizó infraestructura desarrollada a partir del proyecto 282278 financiado por el CONAHCYT, fortalecida a partir del proyecto UAT/SIP/INV/2023/041 en 2023 por la UAT.

Los autores agradecen al Laboratorio de materiales de la FADU/UAT, así como al Centro de Investigaciones FADU, por las facilidades prestadas.

AUTORES

María Emilia Robles Aranda. Maestría en Arquitectura con Énfasis en Diseño Arquitectónico, UAT. Máster en Restauración de Monumentos de Arquitectura, UPC.

Edgardo Jonathan Suárez Domínguez. Doctor en Ingeniería, UNAM. Profesor de Tiempo Completo de la UAT, Investigador Nacional Nivel 1, perfil PRODEP. Miembro de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. Red Iberoamericana PROTERRA. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1342-5732>

Yolanda Guadalupe Aranda Jiménez, Doctorado en Arquitectura con énfasis en vivienda, perteneciente a la Red Iberoamericana PROTERRA desde el 2005, Representante de la Cátedra UNESCO para Arquitectura con tierra y culturas constructivas, Catedrático investigador de la FADU/UAT. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 2. Perfil Promep Líder del CA Calidad del Habitat. <https://www.researchgate.net/profile/Yolanda-Aranda-Jimenez>