

PUBLICACIÓN SEMESTRAL, AÑO 15/2024  
REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA DE LA FACULTAD DEL HÁBITAT

# H+D

## HÁBITAT MAS DISEÑO

# 31-32



ALEJANDRO NAVARRO GONZÁLEZ  
LUCERO SARAHÍ VÉLEZ MEDELLÍN  
ALMA MARÍA CATAÑO BARRERA  
RICARDO CARRILLO MACIEL  
FRANCISCO HERNÁNDEZ MORENO  
MITZY PAMELA HERNÁNDEZ PACHUCA  
MIRIAM NASHIELLY RAMOS CANSECO  
ALEJANDRO A. ROA CHÁVEZ  
LILIA NARVÁEZ HERNÁNDEZ  
JUANA MARÍA MIRANDA VIDALES  
ELSA VERÓNICA FLORES ESTRADA  
NORMA ALEJANDRA GONZÁLEZ VEGA  
VERÓNICA DEL CARMEN SORIA AMARO  
MARÍA DEL CARMEN CASAS PÉREZ  
DAMARA MGDALÍ HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

## COMITÉ EDITORIAL Y ARBITRAJE

### NOMBRE COMITÉ

**DRA. LUZ DEL CARMEN VILCHIS ESQUIVEL**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO

**DRA. EUGENIA MARÍA AZEVEDO SALOMAO**

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

**MTRA. GUADALUPE GAYTÁN AGUIRRE**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

**DR. LUIS ALBERTO TORRES GARIBAY**

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

## COLABORADORES EN ESTE NÚMERO

ALEJANDRO NAVARRO GONZÁLEZ

LUCERO SARAHÍ VÉLEZ MEDELLÍN

ALMA MARÍA CATAÑO BARRERA

RICARDO CARRILLO MACIEL

FRANCISCO HERNÁNDEZ MORENO

MITZY PAMELA HERNÁNDEZ PACHUCA

MIRIAM NASHIELLY RAMOS CANSECO

ALEJANDRO A. ROA CHÁVEZ

LILIA NARVÁEZ HERNÁNDEZ

JUANA MARÍA MIRANDA VIDALES

ELSA VERÓNICA FLORES ESTRADA

NORMA ALEJANDRA GONZÁLEZ VEGA

VERÓNICA DEL CARMEN SORIA AMARO

MARÍA DEL CARMEN CASAS PÉREZ

DAMARA MGDALÍ HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

## DIRECTORIO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS  
POTOSÍ

**ALEJANDRO JAVIER ZERMEÑO GUERRA**  
RECTOR

**FEDERICO ARTURO GARZA HERRERA**  
SECRETARIO GENERAL

**JORGE ALBERTO PÉREZ GONZÁLEZ**  
SECRETARIO ACADÉMICO

**AMAURY DE JESÚS POZOS GUILLÉN**  
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DEL HÁBITAT

**ROSA MA. REYES MORENO**  
DIRECTORA

**ANA MARGARITA ÁVILA OCHOA**  
SECRETARÍA ACADÉMICA

**JOSÉ ANTONIO MOTILLA CHÁVEZ**  
COORDINADORA DEL POSGRADO, F.H

**JUAN MANUEL LOZANO DE POO**  
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN, F.H

**RUTH VERÓNICA MARTÍNEZ LOERA**  
EDITORA

**ROSÉ ANTONIO MOTILLA CHÁVEZ**  
CONSEJO EDITORIAL

**ISMAEL POSADAS MIRANDA GARCÍA**  
DISEÑO EDITORIAL

CEDEM, CENTRO DE DISEÑO EDITORIAL  
MULTIMEDIA, FACULTAD DEL HÁBITAT

**H+D**  
**HÁBITAT MAS**  
**DISEÑO**

H+D HÁBITAT MAS DISEÑO, año 15, número 31-32, enero-diciembre 2024, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Álvaro Obregón #64, Centro Histórico, C.P. 78000, San Luis Potosí, S.L.P. A través de la Facultad del Hábitat por medio del Instituto de Investigación y Posgrado del Hábitat. Con dirección en: Niño Artillero # 150, Zona Universitaria C.P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P. Tel. 448-262481. <http://habitat.uaslp.mx>.

Editora responsable: Ruth Verónica Martínez Loera. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2010-120716055100-102, ISSN: 2007-2112. Licitud de Título y Licitud de Contenido: 15577. Registrada en el Catálogo y Directorio LATINDEX ISSN-L 2007-2112 e indexada en: EBSCO México, Inc. S.A. de C.V. Impresa en los Talleres Gráficos Universitarios, Av. Topacio esq. Blv. Río Española s/n, Fracc. Valle Dorado, C.P. 78399, San Luis Potosí, S.L.P. Distribuida por la Facultad del Hábitat con dirección en Niño Artillero # 150, Zona Universitaria C.P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a través de la Facultad del Hábitat.

# ÍNDICE

**04**

CARTA

**06**

PRESENTACIÓN

**118**

SEMBLANZAS

**123**

GUÍA PARA LOS AUTORES

## EDITORIAL

---

**08**

ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS COMPETITIVAS PARA LA INDUSTRIA DE CONSTRUCCIÓN EN SAN LUIS POTOSÍ

ALEJANDRO NAVARRO GONZÁLEZ

**27**

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE EN EL SECTOR DE LA VIVIENDA EN MÉXICO

LUCERO SARAHÍ VÉLEZ MEDELLÍN | ALMA MARÍA CATAÑO BARRERA

**40**

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE CONCRETO ADICIONADO CON FIBRA NATURAL DE ASERRÍN TRATADA CON HIDRÓXIDO DE CALCIO

RICARDO CARRILLO MACIEL | FRANCISCO HERNÁNDEZ MORENO |

MITZY PAMELA HERNÁNDEZ PACHUCA | MIRIAM NASHIELLY RAMOS CANSECO

**48**

TRANSFORMACIÓN DEL TERRITORIO POTOSINO Y SU METROPOLIZACIÓN ANTE EL CLUSTER AUTOMOTRIZ

ALEJANDRO A. ROA CHÁVEZ

**70**

ESTUDIO DE LA GOMA DE MEZQUITE COMO ADITIVO EN SISTEMAS DE TIERRA COMPRIMIDA

LILIA NARVÁEZ HERNÁNDEZ | JUANA MARÍA MIRANDA VIDALEZ | ELSA VERÓNICA FLORES ESTRADA

**80**

CATEGORÍAS Y NIVELES DE LA MODULARIDAD: UN INSTRUMENTO PARA EVALUAR LAS CAPACIDADES MODULARES

NORMA ALEJANDRA GONZÁLEZ VEGA

**99**

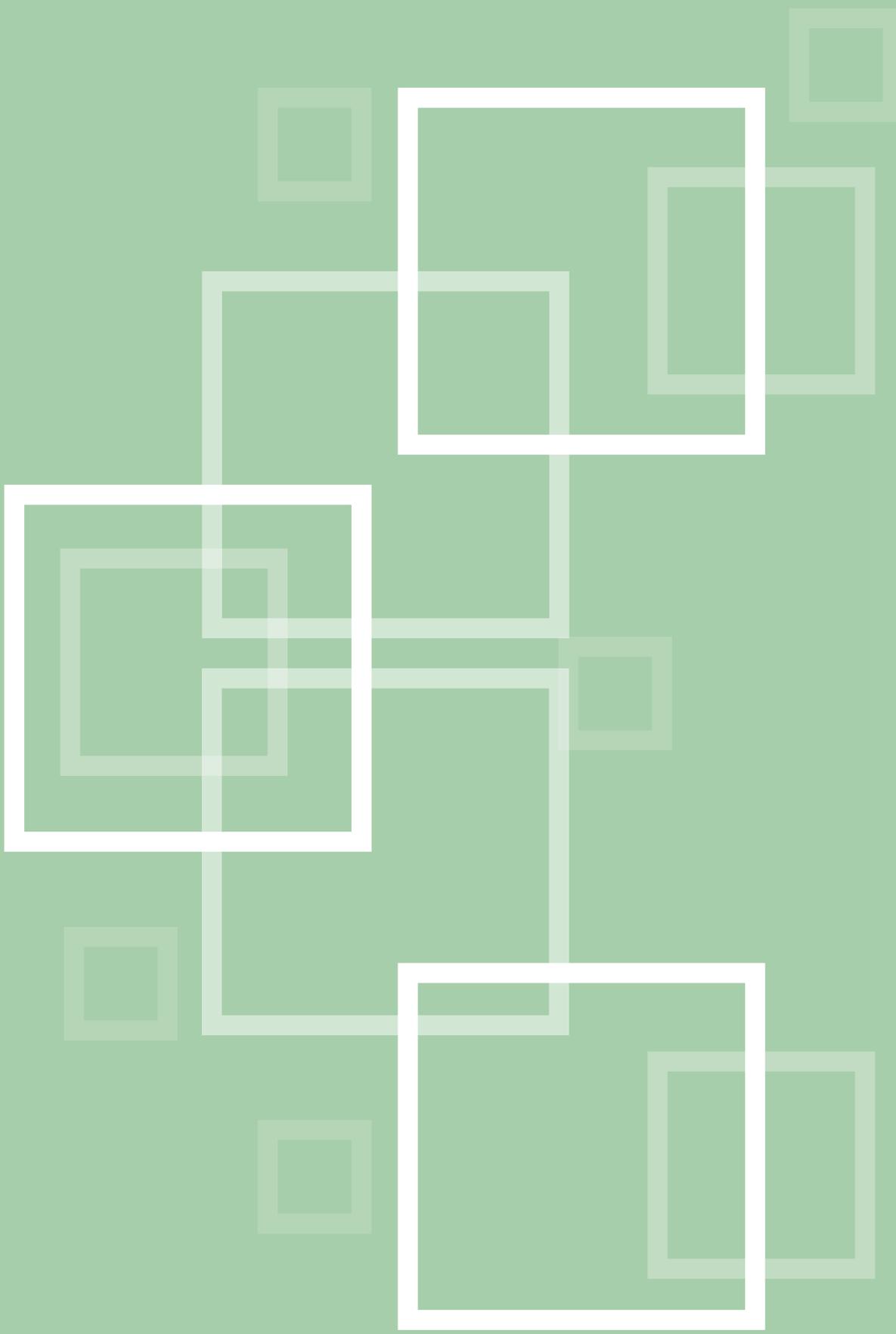
NOMBRE ARTÍCULO

VERÓNICA DEL CARMEN SORIA AMARO

**108**

APRENDIZAJE, TRANSMISIÓN Y APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LA TÉCNICA “MIST LINNING”

MARÍA DEL CARMEN CASAS PÉREZ | DAMARA MAGDALÍ HERNÁNDEZ MARTÍNEZ



# Estudio de la goma de mezquite como aditivo en sistemas de tierra comprimida

**Lilia Narváez Hernández**  
**Juana María Miranda Vidales**  
**Elsa Verónica Flores Estrada**

La presente investigación propone un estudio sobre la posible aplicación de la goma de mezquite como aditivo para favorecer la durabilidad de materiales de tierra comprimida en los sistemas constructivos. La investigación se llevó a cabo en especímenes cúbicos de tierra comprimida a nivel laboratorio. La goma de mezquite fue previamente deshidratada, pulverizada y caracterizada por Espectroscopía Infrarroja con Transformada de Fourier (EITF). La elaboración de las mezclas se realizó adicionando distintas concentraciones de goma de mezquite. Las muestras de tierra comprimida se evaluaron mediante análisis de retención de humedad, índice de capilaridad, resistencia a la erosión y resistencia a la compresión. Los resultados encontrados muestran que la adición de goma de mezquite a concentraciones de un 3% y un 5% incrementan la resistencia a la compresión en los especímenes de tierra. La resistencia a la erosión también aumenta mientras que el índice de capilaridad disminuye conforme se incrementa el porcentaje de goma de mezquite (3-7%). Estos resultados muestran la viabilidad del uso de la goma de mezquite como aditivo para ser utilizado en las edificaciones de adobe.

Palabras clave: goma de mezquite, aditivo, tierra, resistencia a la compresión

Recibido: 17 de julio de 2024

Dictaminado: 30 de agosto de 2024

Aceptado: 25 de septiembre de 2024

## Study of mezquite gum as an additive in compressed earth systems

This research propose a mezquite gum study as additive to enhance the durability of earth building constructions. The research carry out in cubic specimens of soil a laboratory scale. The mezquite gum was dehydrated, powdered and characterized by Fourier Transform Infrared (FTIR). The mixtures of soil were elaborated with additions of different concentrations of mesquite gum. The specimens were analyzed by humidity loss, capillarity index, erosion resistance and compressive strength techniques. The results show that the additions between 3% and 5% of mesquite gum enhance the compressive strength in the soil specimens. The erosion resistance increase and the capillarity index decreases as the percentage of mezquite gum increases (3-7%). These results show the viability of mezquite gum as additive to be use in adobe constructions.

Key words: mesquite gum, additive, soil, compressive strength,

## Estudo da goma de algaroba como aditivo em sistemas de terra comprimida

Esta pesquisa propõe um estudo sobre a possível aplicação da goma de algaroba como aditivo para favorecer a durabilidade de materiais de terra comprimida em sistemas construtivos. A pesquisa foi realizada em espécimes cúbicos de terra comprimida em nível de laboratório. A goma de algaroba foi previamente desidratada, pulverizada e caracterizada por Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIS). A preparação das misturas foi realizada pela adição de diferentes concentrações de goma de algaroba. Amostras de solo compactado foram avaliadas pela retenção de umidade, índice de capilaridade, resistência à erosão e análise de resistência à compressão. Os resultados encontrados mostram que a adição de goma de algaroba nas concentrações de 3% e 5% aumenta a resistência à compressão em corpos de prova de solo. A resistência à erosão também aumenta enquanto o índice de capilaridade diminui à medida que a porcentagem de goma de algaroba aumenta (3-7%). Esses resultados mostram a viabilidade do uso da goma de algaroba como aditivo a ser utilizado em construções de adobe.

Palavras-chave: goma de algaroba, aditivo, terra, resistência à compressão

## Introducción

Durante más de 10,000 años se ha utilizado la tierra para erigir construcciones para resguardo y seguridad del ser humano. La tierra es el elemento más abundante en la corteza terrestre, por eso, las antiguas civilizaciones y aún las más modernas, han tratado de aprovechar los recursos a su alrededor para sus construcciones, se dieron cuenta que el lodo al secarse se endurecía y además se podía moldear en bloques, que ahora se conocen como adobe. Esto permitió idear las formas arquitectónicas más variadas, desde viviendas hasta mezquitas o palacios, sin tomar en cuenta las restricciones de su baja capacidad de carga y su vulnerabilidad ante ambientes húmedos (De Oteiza, I. 2002). Uno de los problemas más importantes en edificaciones a base de adobe es la falta de solidez de los materiales, ya sea debida a causas intrínsecas o extrínsecas. En la actualidad la preocupación por utilizar materiales sustentables, amigables con el medio ambiente y que sean accesibles al ser humano traen como consecuencia una serie de propuestas o alternativas como la búsqueda de materiales consolidantes que busquen la cohesión mecánica superficial a través de la reintegración de sus partículas; materiales aglutinantes que permitan mantener una unión homogénea de las partículas de adobe o inclusive una sustitución parcial de las piezas de adobe con características muy similares a la original.

Varios investigadores se han enfocado en estudiar materiales de origen natural tales como gomas, resinas, mucilagos etc., como una alternativa para mejorar las propiedades mecánicas de los adobes y por ende un incremento en la durabilidad de estos materiales. Las gomas son un producto exudado por el tronco de algunos árboles, se presentan en forma de lágrimas, nódulos estirados o amorfos que al secar vitrifican y endurecen (López e Higuera, 2009). Químicamente, son polisacáridos complejos con alto peso molecular, compuestos por unidades de azúcar ramificados o lineales. Se

conocen también como hidrocoloides ya que solubilizan en agua fría o caliente y forman soluciones viscosas a baja concentración, son inflamables, no tóxicos y poseen buenas propiedades de humectabilidad, lo cual mejora su penetración en sustratos porosos (Wandrey et al., 2010; Nussinovitch, 2009). Además, son biodegradables (se descomponen biológicamente en elementos naturales, sin dañar el medio ambiente), no son tóxicos, bajo costo, son recursos renovables, presentan disponibilidad local, etc. (Jani et al. 2009).

Chang et al. (2015) utilizó goma de xantato como aditivo en tierra comprimida observando un mejor comportamiento en la resistencia mecánica de los adobes, y que éste efecto se ven influenciado por los siguientes factores: tipo de tierra, contenido de agua, contenido de goma y la manera de cómo se preparan las muestras. Muguda et al. (2022), estudiaron la aplicación de gomas de xantato y goma guar en muestras de tierra comprimida observando una mejoría en el comportamiento mecánico, durabilidad e índice de plasticidad, además establecieron una concentración óptima de goma en las mezclas de preparación de los adobes.

El objetivo de este trabajo consiste en evaluar el efecto de la adición de goma de mezquite como aditivo en muestras de tierra comprimida, mediante ensayos físicos y mecánicos.

## Metodología

En esta sección se abordan los materiales utilizados y el procedimiento para la elaboración de los especímenes de tierra comprimida, así como las técnicas de análisis y los ensayos realizados para conocer el desempeño de la goma de mezquite como aditivo.

### *Materiales.*

- Tierra. Se utilizó una tierra proveniente de la región de San Luis Potosí, México.
- Goma de mezquite (*Prosopis Laevigata*). La goma de mezquite fue recolectada en

el municipio de Río Verde, San Luis Potosí. La goma fue tratada térmicamente a 70°C durante 16 horas hasta peso constante, posteriormente fue triturada y pulverizada. La goma en polvo fue almacenada en un desecador libre de humedad.

- Agua. El agua utilizada para la realización de las muestras fue agua destilada con un pH de 5.7.

#### Caracterización de los materiales.

Para la caracterización de la tierra se llevaron a cabo los siguientes ensayos:

- La distribución y porcentajes del tamaño de partículas se realizó de acuerdo a la Norma ASTM D6913-04 (2009) lo cual permitió determinar el tipo de suelo. La distribución quedó de la manera siguiente: 6.9% de grava, 72.8% de arena, 7.4% de limo y 12.8% de arcilla, lo que lo ubica como un tipo de suelo franco arenoso, debido a su alto porcentaje de arena en su composición.
- El análisis de consistencia de suelos de acuerdo a la Norma M-MMP-07-07 (SCT, 2007) determinando el límite líquido (LL=29), límite plástico (LP=14) para obtener un índice de plasticidad de 15, lo que lo clasifica en un suelo con baja plasticidad.
- La humedad óptima del suelo se determinó mediante la prueba Proctor de acuerdo a la Norma ASTM D-698 (2021) encontrando una relación del peso seco de la muestra con el contenido de humedad del 16.6%.

La goma de mezquite fue caracterizada mediante EITF en el equipo Nicolet iS10 para determinar los grupos funcionales presentes. La figura 1 muestra el espectro infrarrojo con las bandas de absorción correspondientes a los grupos funcionales de las especies químicas presentes en la goma de mezquite.

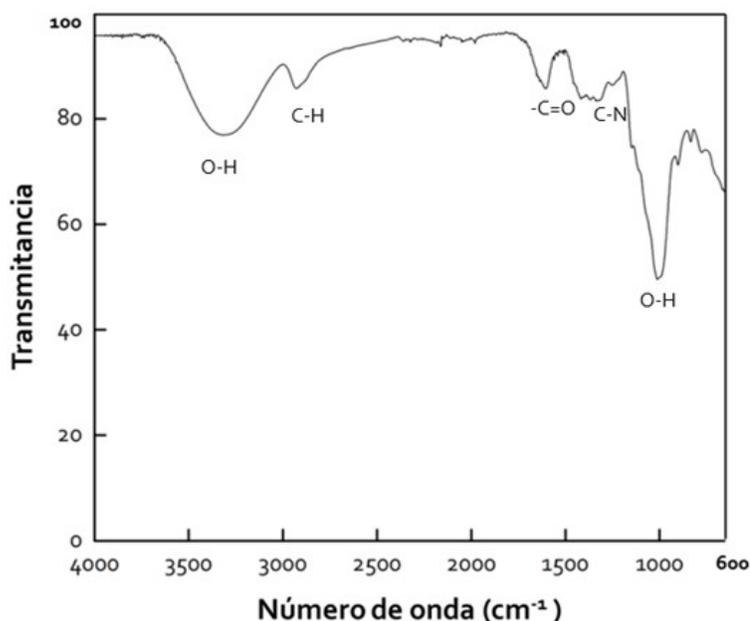


Fig. 1 Espectro infrarrojo de la goma de mezquite.

En el espectro se aprecia la banda que va del 3473-3131  $\text{cm}^{-1}$ , que corresponde a la vibración de estiramiento de grupos hidroxilo (O-H), presentes en las moléculas de agua o los grupos libres presentes en los monosacáridos, por la amplitud de la onda opaca las vibraciones de los grupos aminados que conforman los restos proteicos de la goma (Vasile et al., 2016). El pico de 2929  $\text{cm}^{-1}$  se atribuye al estiramiento de los enlaces -CH, con presencia frecuente en los azúcares simples de la goma. Ambos grupos funcionales (-CH y -OH) constituyen las estructuras que conforman los monosacáridos de la goma de mezquite. A 1605  $\text{cm}^{-1}$  se aprecia la banda del grupo carbonilo, -C=O, presente en el ácido glucurónico, asimismo, representativo de aldehídos, presentes en arabinosa y galactosa. En 1254  $\text{cm}^{-1}$  se observa la banda correspondiente al estiramiento del grupo C-N, grupos aminados característicos de los aminoácidos, esencialmente aminas secundarias, que componen la goma de mezquite. Este estudio indica que la goma de mezquite está constituida principalmente de monosacáridos, los cuales forman cadenas

de polisacáridos al igual que otro tipo de gomas reportadas previamente por otros investigadores (Lopez et al., 2004).

Elaboración de las muestras.

Tierra comprimida con medidas de 5x5x5 cm, la mezcla se preparó adicionando un 16.6% de agua y con proporciones de 3%, 5% y 7% de goma de mezquite todo con respecto al peso de la tierra seca. Una vez realizadas las probetas se desmoldaron después de 24 horas, posteriormente se dejaron curar a temperatura ambiente y en condiciones de laboratorio durante 60 días.

*Análisis físicos y mecánicos de las muestras de tierra comprimida.*

Se determinó el porcentaje de pérdida de humedad de las muestras de tierra comprimida durante 60 días después del desmolde hasta obtener un peso constante.

La absorción capilar de las muestras de tierra comprimida fue realizada de acuerdo a CRAterre (2000) de la manera siguiente: las muestras fueron secadas en un horno a 110°C hasta peso constante, posteriormente se sumergió una cara del cubo en agua hasta cubrir una altura de 5 mm durante un tiempo de 10 minutos. Al finalizar este tiempo, se eliminó el agua en exceso y se determinó el peso.

La resistencia a la erosión en las muestras de tierra comprimida se estableció de acuerdo a lo desarrollado por Stazi (2016); se colocó la muestra a una distancia de 40 cm y a un ángulo de 50°, a esta distancia se dejaron caer 100 ml de agua mediante goteo continuo durante 40 min. Transcurrido este tiempo las muestras se dejaron reposar a temperatura ambiente, posteriormente se midió la profundidad de la erosión provocada por la gota en la superficie de la muestra.

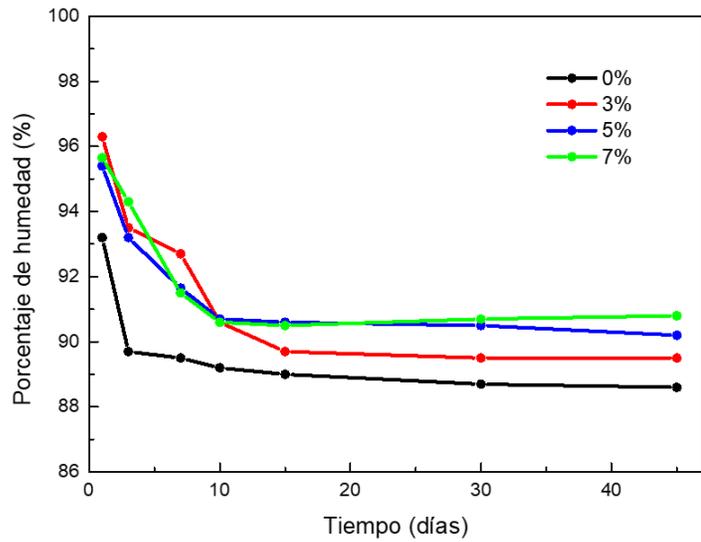
La resistencia a la compresión de los especímenes de tierra comprimida fue evaluada de acuerdo a la norma ASTM D2166-00 (2000), en una máquina universal SHIMADZU UH-600 kNI a los 60 días de curado.

## Resultados y discusión

*Efecto de la goma de mezquite en la pérdida de humedad de las muestras de tierra comprimida.*

En la figura 2 se muestra el porcentaje de pérdida de humedad de las muestras de tierra sin y con goma de mezquite. Se puede observar que la goma de mezquite favorece una mayor retención de humedad en las muestras, al compararse con la muestra de referencia (sin goma de mezquite). Después de un día, las muestras con goma retienen alrededor de un 96% de humedad; mientras que la muestra sin goma retiene un 93.2%. Se puede observar que, a los 14 días, los porcentajes de retención de humedad en las muestras con goma muestran valores entre 90 y 91%, y la muestra de referencia un 89%. Finalmente, a los 45 días de ensayo, todas las muestras tienen un valor alrededor del 90%, con excepción de la muestra con 5% de goma de mezquite que alcanza a retener un 90.5%. Estas ligeras diferencias entre el porcentaje de humedad retenido de las muestras con goma de mezquite con respecto a la muestra de referencia son atribuidas a la composición química de la goma de mezquite, ya que según mencionan algunos autores, las gomas tienen una estructura basada en polisacáridos que tienen la capacidad de formar redes internas que gelifican y retienen las moléculas de agua (Sánchez, 2017). Esta retención de humedad favorecida por la adición de la goma de mezquite a las mezclas de tierra durante las primeras 24 horas de preparación, contribuye a una buena trabajabilidad de la mezcla, además durante el proceso de secado se evita la formación de grietas.

Fig. 2 Porcentaje de humedad de las muestras de tierra comprimida sin y con goma de mezquite durante 45 días.



*Influencia de la goma de mezquite frente a la absorción capilar de las muestras de tierra comprimida.*

En la figura 3 se presentan los porcentajes de absorción capilar de las muestras sin y con goma de mezquite. Se puede observar que, a mayor contenido de goma, la absorción de humedad decrece. La muestra que menor cantidad de agua absorbió fue la muestra con 7% de goma. Estudios previos han mencionado que el carácter viscoso de las gomas vegetales tiene la capacidad de rellenar espacios generados en las partículas de la tierra, formando una barrera entre los capilares de las muestras, lo que imposibilita la ascensión del agua (Benites, 2017). A mayor contenido de goma en las mezclas de tierra, la viscosidad es mayor, lo que favorece la formación de películas semipermeables que resultan ser más densas, resistentes, y por ende, menos permeables (Gómez, 2008). La disminución del índice de capilaridad en las muestras propiciado por la adición de goma ayuda a mantener más seca la estructura de las muestras durante la exposición a medios húmedos, lo que evita el deterioro de las mismas.

Resistencia a la erosión por goteo de las muestras de tierra comprimida

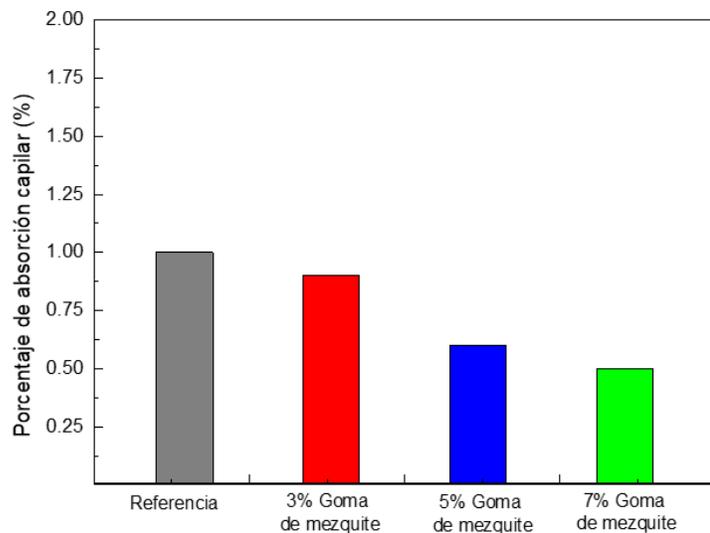


Fig. 3 Porcentaje de absorción capilar de las muestras de tierra comprimida sin y con goma de mezquite.

En la figura 4 se aprecia la profundidad de erosión ocasionada por el ensayo de goteo en las muestras de tierra comprimida sin y con goma de mezquite. Se observa que, a mayor cantidad de goma de mezquite contenida en las muestras, la profundidad ocasionada por la gota fue menor.

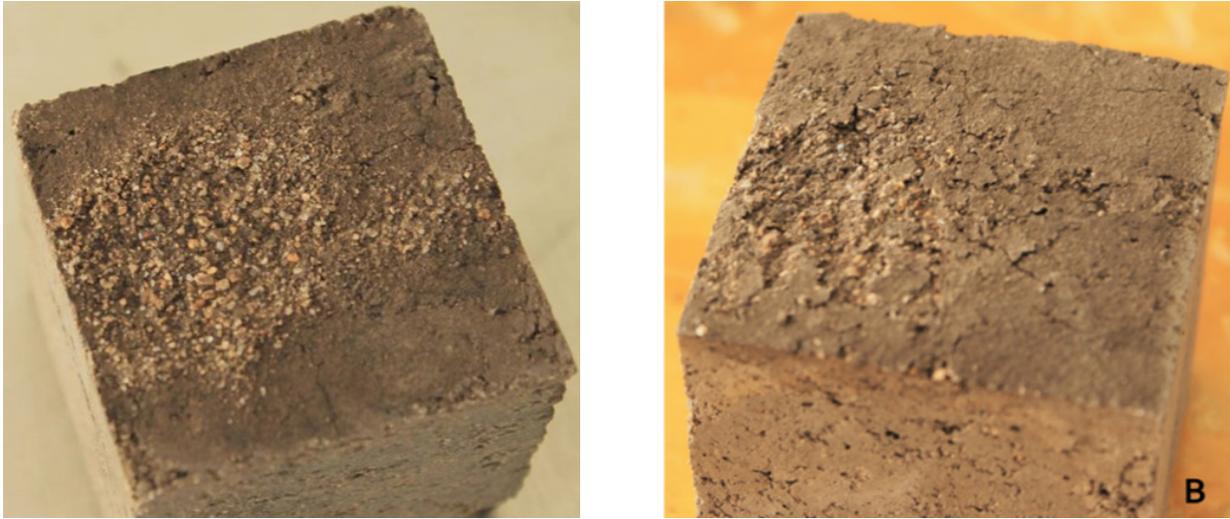


Fig. 4 Aspecto superficial de las muestras de tierra con 7% (A) y 3% (B) de goma de mezquite después del ensayo de erosión a la gota.

En la figura 5 se expone la profundidad de erosión ocasionada por la gota, se observa que la muestra con un contenido de 7% de goma de mezquite, presentó valores de profundidad tres veces menores que la muestra de referencia. Este efecto se atribuye a la cohesión entre las partículas de tierra favorecidas por la presencia de la goma (Benites, 2017).

De acuerdo a estos resultados se puede observar el efecto positivo que causa la adición de la goma en las muestras con respecto a la erosión, ya que la adición del biopolímero (goma de mezquite) evita la erosión de las partículas de grano fino debido a las interacciones de las cadenas de polímero con las partículas de arcilla dentro del material de tierra, a diferencia de las muestras que no contienen goma de mezquite, en las que las partículas de grano fino se lavan durante el goteo. Además, como el goteo continuo crea una saturación de humedad localizada

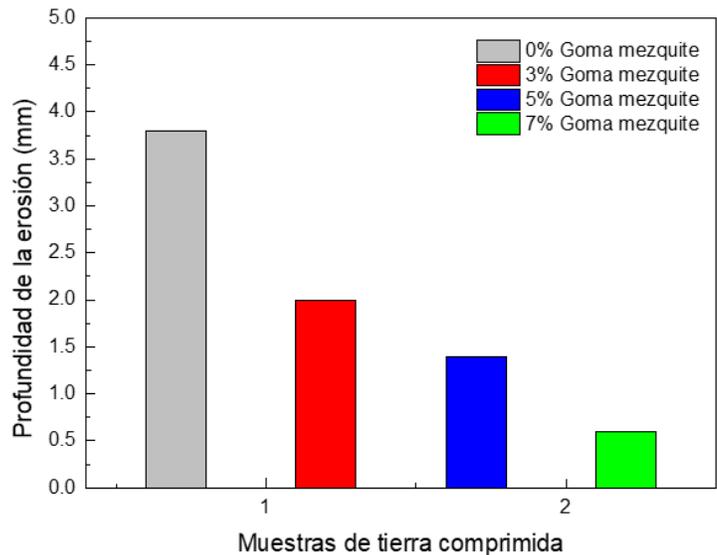


Fig. 5 Profundidad de la erosión provocada por ensayo de goteo en las muestras de tierra comprimida sin y con goma de mezquite.

en la superficie de la muestra, la capacidad del biopolímero para absorber y retener agua evita la formación de picaduras en la muestra, lo que conduce a una menor profundidad de erosión.

*Resistencia a la compresión de las muestras de tierra comprimida sin y con presencia de goma de mezquite.*

En la figura 6 se muestran los valores obtenidos de resistencia a la compresión de las muestras de tierra comprimida sin y con goma de mezquite. Se puede observar que la adición de goma de mezquite a los porcentajes de 3% y 5% incrementaron la resistencia hasta un 300% en comparación con la muestra de referencia.

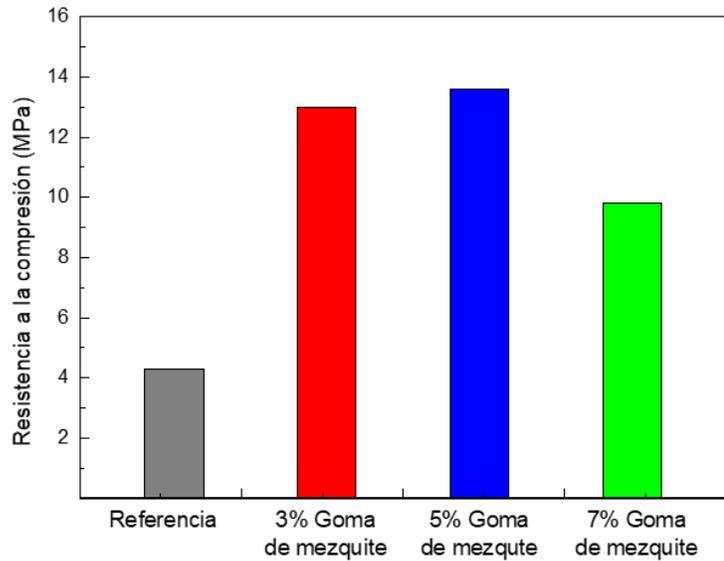


Fig. 6 Resistencia a la compresión de las muestras sin y con goma de mezquite.

La adición de un 7% de goma de mezquite alcanzó un incremento hasta un 200% por encima de la muestra de referencia, quedando por debajo de los valores alcanzados por las muestras de 3 y 5%; lo que indica que existe una concentración óptima de goma que favorece la resistencia a la compresión. Concentraciones por encima del 5% de goma de mezquite probablemente van endureciendo la matriz, provocando una mayor fragilidad en la muestra lo que ocasiona un detrimento en la resistencia mecánica.

## Conclusiones

La adición de goma de mezquite en muestras de tierra comprimida incrementa ligeramente la retención de humedad durante los primeros días de curado. La presencia de goma de mezquite en las muestras de tierra comprimida evita la absorción por capilaridad de la humedad, encontrando que, a mayor contenido de goma, menor índice de absorción capilar. La resistencia a la erosión por goteo de agua en las muestras de tierra comprimida se incrementó con la adición de goma de mezquite; a mayor concentración de goma se aprecia una mayor cohesión entre las partículas de tierra y una disminución en la profundidad de la cavidad superficial causada por la erosión.

Los resultados de resistencia a la compresión muestran que existe una concentración óptima de goma de mezquite a la cual se alcanza un valor máximo de resistencia, encontrándose ésta entre un 3% y un 5% de goma. Al incrementarse el porcentaje de goma en un 7% se apreció un decremento en la resistencia a la compresión.

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten proponer el uso de la goma de mezquite como aditivo en sistemas de tierra comprimida que promete mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.

## Referencias

- ASTM D2126-00 (2000). Standard test method for unconfined compressive strength of cohesive soil. West Conshohocken, USA: ASTM International.
- ASTM D6913-04 (2009). Standard test methods for particle-size distribution (gradation) of soils using sieve analysis. West Conshohocken, USA: ASTM International.
- ASTM D698 (2021). Standard Test Method for Laboratory compaction characteristics of soil using standard effort. American Society for Testing and Materials. ASTM International.
- Benites, V. (2017). Adobe estabilizado con extracto de Cabuya (*Furcraea andina*) [Tesis de licenciatura, Universidad de Piura, Perú].
- Chang, I., Im, J., Kharis, A. y Cho, G.C. (2015) Effects of Xanthan gum biopolymer on soil strengthening. *Construction and Building Materials* 74, 65-72. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.10.026>
- CRATERRE. (2000). Capillary absorption. CDE. Guides "Technologies series". Compressed earth blocks. Testing procedures.
- De Oteiza, I. (2002) Introducción a la construcción con tierra en Luis Maldonado Ramos L, David Rivera Gámez (Ed.), *Arquitectura y construcción de tierra, tradición e innovación* (pp. 99-116) Mairea Libros.
- Gómez, M. L. (2008). *La restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte* (1ª Ed., p. 436). Madrid: Cátedra.
- Jani, G., Shahb, D., Prajapatia, V. y Jain, V. (2009) Gums and mucilages: versatile excipients for pharmaceutical formulations. *Gums and mucilages/Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 4(5), 308-322. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.472.4557&rep=rep1&type=pdf>
- López, Y. L. e Higuera, I. (2009). Other exudates: tragacanth, karaya, mesquite gum and larchwood arabinogalactan en Glyn O. Phillips, Peter A. Williams (Ed.), *Handbook of Hydrocolloids* (2ª ed., pp. 495-534). Elsevier Inc. López-Franco YL, Valdez MA, Hernández J, Calderón de la Barca AM, Rinaudo M, Goycoolea FM (2004) Macromolecular dimensions and mechanical properties of monolayer films of Sonorean mesquite gum. *Macromol Biosci* 4, 865–874. <https://doi.org/10.1002/mabi.200400055>
- Muguda, S., Hughes, P., Augarde, C.E., Perlot, C., Bruno, A. y Gallipoli, D. (2022) Cross-linking of biopolymers for stabilizing earthen construction materials. *Building Research & Information* 50(5), 502–514. <https://doi.org/10.1080/09613218.2021.2001304>
- Nussinovitch, A. (2009). Hydrocolloids for coatings and adhesives en Glyn O. Phillips, Peter A. Williams (Ed.), *Handbook of Hydrocolloids* (2ª ed., pp. 760-793). Elsevier Inc.
- Sánchez Trejo, M. (2017). Influencia del tipo de suelo en el comportamiento frente al agua de bloques BTCE para su utilización como material de construcción [Trabajo Fin de Grado Inédito, Universidad de Sevilla].
- SCT. (2007). Límites de consistencia. M-MMP-07-07. Métodos de muestreo y prueba de materiales.
- Stazi, F., Nacci, A., Tittarelli, F., Pasqualini, E. y Munafó, P. (2016). An experimental study on earth plasters for earthen building protection: the effect of different admixtures and surface treatments. *Journal of Cultural Heritage*, 17, 27-41. <http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.culher.2015.07.009>
- Vasile, F.E., Martínez, M.J., Pizonas, V.M., Judis, M.A. y Mazzobre, M.F. (2016). Physicochemical, interfacial and emulsifying properties of a non-conventional exudate gum (*Prosopis Alba*) in comparison with gum arabic. *Food Hydrocolloids*, 56, 245-253. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.12.016>
- Wandrey, C., Bartkowiak, A., y Harding, S.E. (2010). *Materials for encapsulation en Encapsulation technologies for active food ingredients and food processing*, (pp. 31-100) Springer, New York, NY.