

EFFECTS OF THE ADDITION OF NATURAL FIBER FROM MAGUEY BAGASSE (CUISE OR CUIH) ON THE SIMPLE COMPRESSIVE STRENGTH AND ABSORPTION PROPERTIES OF PORTLAND CEMENT MORTAR PARTITION WALLS

EFFECTS OF ADDING NATURAL FIBRE FROM MAGUEY BAGASSE (CUISE OR CUIH) ON THE SIMPLE COMPRESSIVE STRENGTH AND ABSORPTION PROPERTIES OF PORTLAND CEMENT MORTAR PARTITION WALLS

Ramírez-Ortiz Arturo Emanuel¹, Cortés-Jiménez Edgar Alberto², Hernández-Moreno Francisco³,
Quero-Ramírez Guillermo⁴, De Paz-Montes Uriel Felipe⁵

¹Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Oaxaca, arturo.ramirez@itoaxaca.edu.mx, ORCID ID: 0009-0009-8282-9608.

²Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Oaxaca, edgar.jimenez@itoaxaca.edu.mx, ORCID ID: 0009-0009-0371-2314.

³Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Oaxaca, francisco.hm@itoaxaca.edu.mx, ORCID ID: 0009-0002-6303-1851.

⁴Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Oaxaca, guillermo.quero@itoaxaca.edu.mx, ORCID ID: 0009-0005-8695-7253.

⁵Estudiante, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Oaxaca, 17160097@itoaxaca.edu.mx, ORCID ID: 0009-0007-2653-7833

<https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v8i2.372>

Resumen -- Se determinó la utilización del bagazo de maguey Cuishe o Cuish en este trabajo, como fibra natural añadida en la fabricación de tabicones de mortero de cemento-arena en porcentajes del 0.5, 1.0 y 1.5% respecto al peso de los materiales (arena, agua y cemento) constituyentes de los mismos, por ser uno de los tipos de maguey más empleados en la fabricación artesanal de mezcal, en el Estado de Oaxaca, lo que ofrece una gran cantidad de bagazo de maguey disponible y aprovechable. Se elaboraron 25 especímenes prismáticos con dimensiones de 100mm x 140mm x 280mm, utilizando una bloquera de compactación manual de tres celdas o moldes en la que la compactación fue realizada por el mismo operador para reducir la variación en la fuerza aplicada durante el proceso de fabricación de los tabicones, los cuales fueron ensayados a la compresión axial en una prensa hidráulica marca matest de marcos pretensados de cuatro columnas con N° de certificado de calibración: CIMED-FZA-362/2022, que cumple con los requisitos de las normas ASTM C39 | BS 1610 | NF P18-411 | AASHTO T22 a los 7,14,28 y 56 días seleccionando 5 especímenes por cada edad especificada. Las pruebas de absorción se realizaron a los 56 días en 5 especímenes siguiendo el procedimiento descrito en la norma NMX-C-037-ONNCCE-2013. Se observó que a la edad de 56 días que la resistencia a la compresión incrementa conforme el porcentaje de sustitución de fibra es mayor, así también se pudo observar que a la edad de 28 días la mezcla con un contenido de fibra de 1.5% presenta mayor capacidad de carga, seguida de la mezcla de control fabricada (sin fibra añadida), y después de esta la mezcla de 1.0% de fibra y finalmente la mezcla de 0.5% de fibra.

Palabras Clave: Bagazo de maguey; mezcla; tabicones; resistencia a la compresión.

Abstract -- The use of Cuishe or Cuish maguey bagasse was determined in this work, as added natural fiber in the manufacture of cement-sand mortar partitions in percentages of 0.5, 1.0 and 1.5% with respect to the weight of the materials (sand, water and cement) constituents of the same, for being one of the types of maguey most used in the artisan manufacture of mezcal, in the State of Oaxaca, which offers a large amount of available and usable maguey bagasse.

Twenty-five prismatic specimens with dimensions of 100mm x 140mm x 280mm were made, using a manual compaction block with three cells or molds in which the compaction was carried out by the same operator to reduce the variation in the force applied during the manufacturing process.

The partitions were tested for axial compression in a matest brand hydraulic press for four-column prestressed frames with calibration certificate number: CIMED-FZA-362/2022, which complies with the requirements of ASTM C39 | BS 1610 | NF P18-411 | AASHTO T22 at 7,14,28 and 56 days, selecting 5 specimens for each specified age. The absorption tests were carried out at 56 days in 5 specimens following the procedure described in the NMX-C-037-ONNCCE-2013 standard.

It was observed that at the age of 56 days the compressive strength increases as the percentage of fiber substitution is greater, thus it was also observed that at the age of 28 days the mixture with a fiber content of 1.5% presents greater loading capacity, followed by the manufactured control mix (no fiber added), and after this the 1.0% fiber mix and finally the 0.5% fiber mix.

Key words -- Maguey bagasse; mix; partitions; compressive strength.

INTRODUCCIÓN

Las fibras naturales se han utilizado en la elaboración de materiales de construcción desde tiempos antiguos, por ejemplo, los griegos usaron fibras de madera y paja para incrementar la estabilidad de volumen de morteros [1]. El yute y la paja también fueron utilizados en la cultura Indo-musulmana para mejor la unión de piezas de mortero y reducir su agrietamiento [2], [3] y [4].

En general, con la adición de fibras naturales en mezclas de mortero o concreto se pretende mejorar su resistencia a la flexión [5], [6]. No obstante, algunos autores también reportan incremento en la resistencia la compresión y tensión [7], [8]. Los porcentajes de adición de fibra utilizados en la elaboración de mezclas de concreto usualmente son menores al 5 % y sus longitudes varían entre 10 a 50 mm [9], [10]. El uso de fibras naturales, y de manera particular de bagazo de maguey, empleadas en la elaboración de piezas de mampostería favorece su desempeño post-agrietamiento, presentando un comportamiento más dúctil respecto a piezas que no contienen fibra [11],[12] y [13]. Además, la relación de aspecto de la fibra juega un rol importante en la resistencia a la compresión de las piezas de mampostería; bajas relaciones de aspecto conllevan a un incremento en la resistencia a la compresión [14] y [15]. El objetivo de la presente investigación consiste en evaluar el efecto de la adición de fibra de bagazo de maguey (Cuishe o Cuish) en tabicones de mortero en su resistencia a la compresión y absorción de agua.

DESARROLLO

Materiales y método

Para la elaboración de especímenes se consideró el uso de cemento portland compuesto CPC resistente a sulfatos con una densidad de 3.10 g/cm³. El agregado fino utilizado se caracterizó para determinar su peso volumétrico seco suelto, peso volumétrico seco compacto, densidad, absorción, granulometría y módulo de finura siguiendo el procedimiento descrito en las normas ASTM C-128-1, ASTM C-136-1. La figura 1 muestra la curva granulométrica de dicho agregado y la tabla 1 las principales características físicas.

Tabla 1. Propiedades físicas del agregado fino
Fuente: Elaboración propia.

Propiedades (kg/m ³)					
Tipo de agregado	Peso volumétrico seco suelto	Peso volumétrico seco compacto	Gravedad específica	Absorción (%)	Módulo de finura
Arena	1483	1588	2532	1.53	3.35

La dosificación de materiales para una bachada (3 especímenes) se mantuvo constate y solo se adiciono la cantidad de fibra en su condición en porcentajes de 0.5%,

1.0% y 1.50% respecto al peso de los materiales de la mezcla de acuerdo a la tabla 2 (cemento, arena y agua).

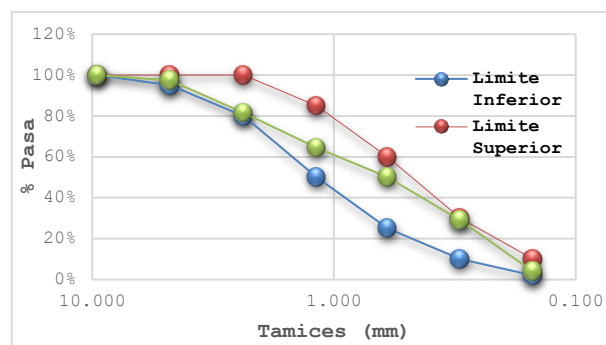


Figura 1. Curva granulométrica del agregado fino.
Fuente: Elaboración propia.

La fibra natural de bagazo de maguey (Cuishe o Cuish) inicio con su procesamiento, primeramente, con una etapa de lavado que fue mediante la colocación de la fibra por 24 horas en agua, para propiciar el ablandamiento del bagazo de maguey y sus impurezas, para luego ser secada la fibra al sol por un periodo de tiempo de 12 horas. Finalmente en la segunda etapa de lavado se empleó una hidrolavadora para proporcionarle una limpieza más profunda a la fibra por utilizar, a lo cual de manera posterior se llevó a ser secada al sol en la misma cantidad de tiempo antes mencionado en la primer etapa de lavado, una vez concluido el proceso de lavado, la fibra natural se reservó en un recipiente plástico y en costales de yute totalmente limpios en ambos casos, para comenzar con su cortado, con el objetivo de obtener longitudes con un cierto tamaño máximo de hasta 10 mm, para luego ser colocada la fibra sometida a cortado en costales de yute, para al momento de su mezclado con los materiales (arena, grava, agua y cemento) ser utilizada, habiendo sido humedecida unos minutos antes, para que la fibra no absorbiera el agua calculada para la fabricación de los tabicones.

Tabla 2. Proporcionamientos de mezclas
Fuente: Elaboración propia.

Peso de los materiales en kg			
Mezcla	Cemento	Arena	Agua
Definitiva	4.8	16	1.933

El mezclado de los materiales se realizó en tres etapas; la primera fue el mezclado en seco de la arena y el cemento hasta que se incorporaron de manera homogénea, posteriormente se agregó la mitad del agua y se procedió a mezclar por 5 minutos; por último (previo secado manual de la fibra retirando el exceso de agua), se incorporó la totalidad del agua y el porcentaje de fibra

considerado mezclando todo por 7 minutos aproximadamente. La mezcla se colocó en un bloquera de compactación manual de tres celdas o moldes para la elaboración de las piezas, la compactación la realizó el mismo operador para reducir la variación en fuerza aplicada durante el proceso de fabricación de los tabiques, así también por cada mezcla planteada se elaboraron 25 especímenes prismáticos con dimensiones de 100mm x 140mm x 280mm. Los tabiques se ensayaron a la compresión axial a los 7, 14, 28 y 56 días utilizando 5 especímenes por cada edad especificada. Las pruebas de absorción se realizaron a los 56 días utilizando 5 especímenes siguiendo el procedimiento descrito en la norma NMX-C-037-ONNCE-2013.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados de resistencia a la compresión axial se muestra en la figura 2, dichos resultados corresponden a cuatro edades de prueba. No se logra identificar un efecto evidente de incremento de resistencia a la compresión o tendencia respecto a la edad de prueba, sin embargo, a la edad de 56 días se puede observar que la resistencia a la compresión incrementa conforme el porcentaje de sustitución de fibra es mayor.

Las variaciones en resultados respecto a la edad pueden deberse a la falta de control en la compactación de los especímenes o a las variaciones de humedad durante el proceso de curado. Debido a que los tabiques presentan un alto contenido de agregado fino, podemos suponer que la principal variable en su resistencia es el grado de compactación de los especímenes, ya que la influencia de la hidratación es mínima debido al bajo volumen de pasta de cemento en la mezcla. Además, como no todas las fibras tienen la misma longitud, estas pueden afectar los valores de resistencia a la compresión, como lo muestra Arunraj et al. [9] en su trabajo al descubrir que al aumentar la longitud de la fibra, disminuye la resistencia a la compresión de los especímenes (ladrillos).

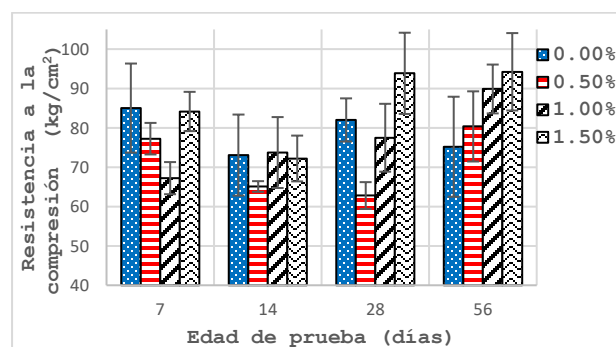


Figura 2. Resistencia a la compresión respecto al día de prueba para todas las mezclas.
Fuente: Elaboración propia.

Antes de realizar los ensayos a la compresión axial, se tomaron medidas de las tres dimensiones de todos los especímenes de cada mezcla, también se determinó su peso, con esos datos se estimó el peso volumétrico de cada mezcla (Figura 3). La heterogeneidad de los especímenes se puede manifestar en las variaciones en los pesos volumétricos respecto a la edad de prueba. Cabe señalar que la elección de los especímenes a ensayar a la compresión fue de manera aleatoria. Los especímenes con contenido de fibra se mantuvieron casi sin variación en sus pesos volumétricos respecto al tiempo, siendo la mezcla sin fibra la que más variaciones tuvo.

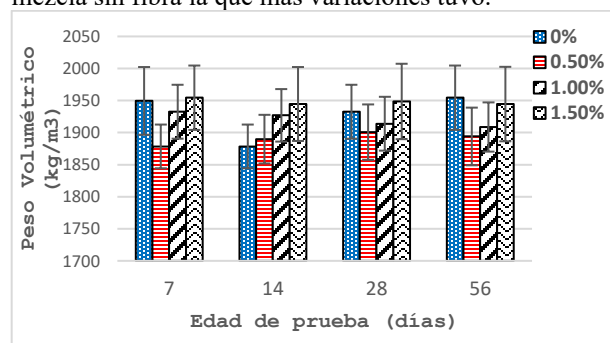


Figura 3. Variaciones del peso volumétrico de cada mezcla respecto al tiempo.
Fuente: Elaboración propia.

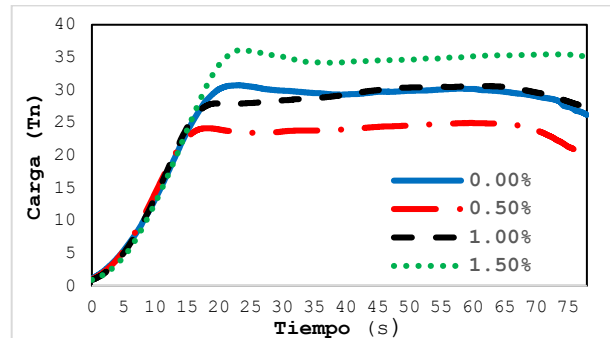
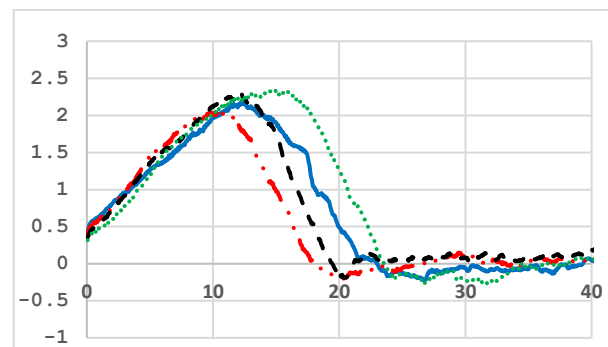
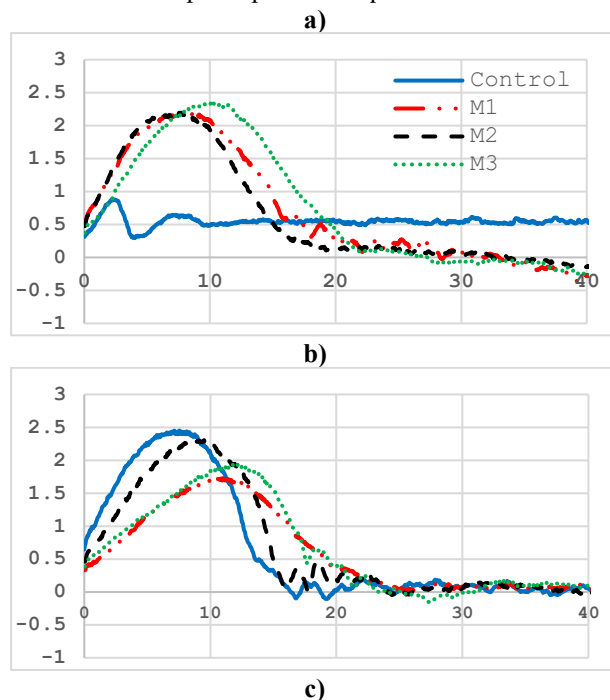


Figura 4. Variaciones de carga axial respecto al tiempo de prueba a la edad de 28 días.
Fuente: Elaboración propia.

De los datos obtenidos del equipo de ensaye a la compresión (prensa hidráulica marca matest de marcos pretensados de cuatro columnas con N° de certificado de calibración: CIMED-FZA-362/2022, que cumple con los requisitos de las normas ASTM C39 | BS 1610 | NF P18-411 | AASHTO T22) se obtuvo los registros de carga aplicada respecto al tiempo de prueba, obteniéndose curvas como las que se muestran en la figura 4. Se pudo observar que a la edad de 28 días la mezcla con un contenido de fibra de 1.5% presenta mayor capacidad de carga, seguida de la mezcla de control fabricada (sin

fibra añadida), y después de esta la mezcla de 1.0% de fibra y finalmente la mezcla de 0.5% de fibra. Si bien esta tendencia no se mantiene en todas las edades ni se observa una tendencia general respecto al tiempo, las gráficas de carga versus tiempo se intentaron correlacionar de manera indirecta con la ductilidad de las mezclas (Figura 5), Donkor et al. [5], encontraron que probetas sujetas a flexión reforzadas con fibra sugieren una mejora en su ductilidad como resultado del refuerzo al igual que Zac et al. [16] que encontraron que las fibras de lino no producen un cambio significativo en la resistencia a la compresión, pero reducen el comportamiento frágil de rotura del material. El proceso de análisis consistió en calcular las diferenciales de las curvas de carga versus tiempo de prueba para cada edad de ensaye (7,14,28 y 56 días), el tiempo de prueba en que tardaron en alcanzar su máximo valor de pendiente se utilizó como un indicador del efecto que tuvo la fibra sobre la ductilidad de los tabiques, mayores tiempos pueden sugerir mayor ductilidad de la mezcla. La tabla 3 presenta los valores máximos de pendientes de las curvas, así como el tiempo de prueba en que fueron alcanzados.



d)

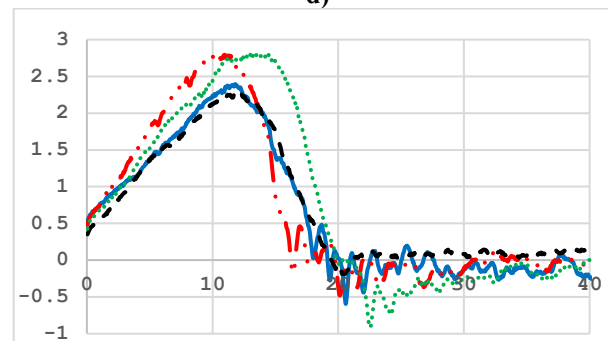


Figura 5. Diferenciales de la gráfica carga vs tiempo de prueba a) 7 días, b) 14 días, c) 28 días y d) 56 días.

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de análisis consistió en calcular las diferenciales de las curvas de carga versus tiempo de prueba para cada edad de ensaye (7,14,28 y 56 días), el tiempo de prueba en que tardaron en alcanzar su máximo valor de pendiente se utilizó como un indicador del efecto que tuvo la fibra sobre la ductilidad de los tabiques, mayores tiempos pueden sugerir mayor ductilidad de la mezcla.

La tabla 3 presenta los valores máximos de pendientes de las curvas, así como el tiempo de prueba en que fueron alcanzados.

Tabla 3. Tiempos de prueba en los cuales se obtiene el valor máximo de la diferencial de la curva carga vs tiempo. Fuente: Elaboración propia.

Edad de prueba (días)	Mezcla (% de fibra)			
	0.00%		0.50%	
	Tiempo (s)	Diferencial (tn/s)	Tiempo (s)	Diferencial (tn/s)
7	2.25	0.87886268	7.6	2.21741513
14	7.55	2.45072707	10.15	1.73012493
28	11.45	2.01809386	10.45	2.05262838
56	11.8	2.39607007	10.9	2.79158547
Mezcla (% de fibra)				

Edad de prueba (días)	1.00%		1.50%	
	Tiempo (s)	Diferencial (tn/s)	Tiempo (s)	Diferencial (tn/s)
7	7.5	2.19688477	10.05	2.35460146
14	9.45	2.30687857	11.9	1.94956868
28	12.05	2.30660664	14.7	2.34984277
56	13.4	2.46867414	13.6	2.58120457

Como se puede observar en la figura 6, los especímenes que tienen un contenido de fibra de 1.0 y 1.5 % presentan mayores tiempos en los cuales alcanza su mayor pendiente de la gráfica carga versus tiempo, estos tiempos se incrementan conforme la edad de prueba avanza. El procedimiento propuesto de análisis y los resultados obtenidos tienen consistencia con los encontrados por Juárez et al. [11] donde el contenido de fibra está relacionado con el desempeño post-agrietamiento de la pieza.

La mezcla con un contenido de 0.5% de fibra presenta muy pocas variaciones respecto a la edad de prueba y solo alcanza valores mayores de tiempo del valor máximo de la diferencial a la edad de 7 y 14 días respecto a la mezcla control.

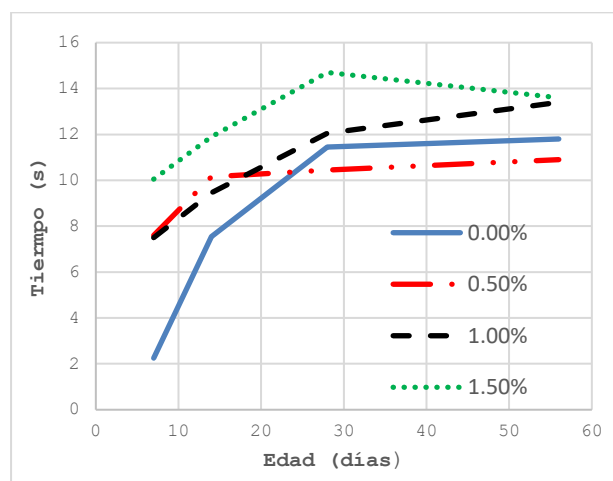


Figura 6. Variaciones de tiempos máximos de la diferencial respecto a la edad de prueba para todas las mezclas.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la prueba de absorción, esta se realizó a la edad de 56 días, siguiendo el procedimiento descrito en la NMX-C-037-ONNCCE 2013, como se puede observar en la figura 7, la absorción de los especímenes es mayor en la mezcla que no tiene fibra y mucho menor para la mezcla con un contenido de 0.5% de fibra, los especímenes con 1.0 y 1.5% de fibra presentan valores similares de absorción.

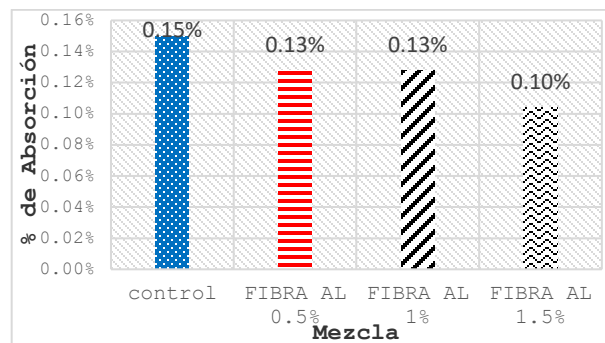


Figura 6. Porcentajes de absorción por tipo de mezcla.
Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- La diferencial de la curva de carga contra tiempo del ensaye a compresión axial, permite estimar de manera indirecta una relación de la ductilidad del tabique respecto al contenido de fibra. Los máximos de estas curvas se presentan en tiempos mayores en aquellos especímenes que contiene 1% y 1.5% de fibra respecto a los especímenes de 0% y 0.5% de fibra.
- Lo anterior puede ser una medida indirecta de la ductilidad del material, mayores tiempos implican una mayor deformación de los tabicones antes de la falla.
- La absorción de los especímenes se reduce con la incorporación de fibra, el contenido de 0.5% es la mezcla que menos absorción presenta, sin embargo, a 28 días presenta menor resistencia a la compresión.
- Con base a los datos obtenidos en este trabajo, podemos comentar que seguir indagando con mayor profundidad en este tipo de relaciones tabicón de cemento y fibras naturales como la empleada en el mismo, como lo fue el bagazo de maguey cuishe o cuish, arroja una gran posibilidad y amplio campo en donde poder desarrollar nuevas investigaciones y con ello la determinación de más datos y de información más abundante respecto al tema, para poder sustentar en mayor medida su utilización a futuro.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento al proyecto determinación de las resistencias a la compresión, a la flexión y a la compresión diagonal de tabicón de concreto adicionado con fibra natural, con clave 14219.22-P.

Así también se agradece la colaboración de todos los involucrados en poder llevar a cabo la realización de este trabajo, como los docentes colaboradores: Arturo Emanuel Ramírez Ortiz, Francisco Hernández Moreno y Edgar Alberto Cortés Jiménez, así como al estudiante residente Uriel Felipe De paz Montes, que con sus esfuerzos se logró el objetivo del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Siouta, L., Apostolopoulou, M., & Bakolas, A. (2024). Natural Fibers in Composite Materials for Sustainable Building: A State-of-the-Art Review on Treated Hemp Fibers and Hurds in Mortars. *Sustainability*, 16(23), 10368.
- [2] Kesikidou, F., & Stefanidou, M. (2019). Natural fiber-reinforced mortars. *Journal of Building Engineering*, 25.
- [3] Sharma, V., Vinayak, H. K., & Marwaha, B. M. (2015). Enhancing compressive strength of soil using natural fibers. *Construction and Building Materials*, 93, 943-949.
- [4] Toha, S. S., Mostofa, M. G., Islam, M. M., & Islam, M. S. (2025). Suitability of jute fiber in the production of eco-friendly building block. *Discover Civil Engineering*, 2(1), 2.
- [5] Donkor, P., Obonyo, E., & Ferraro, C. (2021). Fiber Reinforced Compressed Earth Blocks: Evaluating Flexural Strength Characteristics Using Short Flexural Beams. *Materials*, 14(22), 6906.
- [6] Dawood, A. O., Mussa, F. I., Al Khazraji, H., Abd Ulsada, H. A., & Yasser, M. M. (2021). Investigation of compressive strength of straw reinforced unfired clay bricks for sustainable building construction. *Civil and Environmental Engineering*, 17(1), 150-163.
- [7] Khaloo, A. R., & Kim, N. (1996). Mechanical Properties of Normal to High-Strength Steel Fiber-Reinforced Concrete. *Cement, Concrete and Aggregates*, 18(2).
- [8] Kasie, Y. M., & Mogne, A. Y. (2025). Improvement of mechanical properties of adobe brick reinforced with sisal fiber. *Discover Materials*, 5(1), 1-15.
- [9] Arunraj, E., Jebadurai, S. V. S., Daniel, C., Shelton, J. J., & Hemalatha, G. (2019). Experimental study on compressive strength of brick using natural fibres. *Int J Eng*, 32(6), 799-804.
- [10] Kadir, A. A., Mohd Zulkifly, S. N., Al Bakri, A. M., & Sarani, N. A. (2016). The utilization of coconut fibre into fired clay brick. *Key Engineering Materials*, 673, 213-222.
- [11] Juárez, C., Guevara, B., Valdez, P., & Durán-Herrera, A. (2010). Mechanical properties of natural fibers reinforced sustainable masonry. *Construction and Building Materials*, 24(8), 1536-1541.
- [12] Kamwa, R. A. T., Mousi, J. B., Tome, S., Nemaleu, J. G. D., Gérard, M., Etoh, M. A., & Etame, J. (2025). Effect of treated palm fibers on the mechanical properties of compressed earth bricks stabilized by alkali-activated binder-based natural pozzolan. *International Journal of Ceramic Engineering & Science*, 7(1), e10246.
- [13] Gowda, R. P., & Zapata, C. E. (2016). Effect of Bagasse Fiber on the Properties of Compressed Cement Stabilized Earth Blocks. In *Geotechnical and Structural Engineering Congress 2016* (pp. 1435-1449).

- [14] Daniel, J. I., Gopalaratnam, V. S., Galinat, M. A., Ahmad, S. H., Hoff, G. C., Schupack, M., ... & Balaguru, P. N. (2002). Report on fiber reinforced concrete. Reported by ACI Committee, 544.
- [15] Damanik, N. H. C., Susanto, D., & Suganda, E. (2020). The compressive strength of unfired clay brick with sugarcane bagasse fiber (SBF) and bio-enzyme reinforcements. *International Journal of Technology*, 11(7), 1422-1429.
- [16] Zak, P., Ashour, T., Korjenic, A., Korjenic, S., & Wu, W. (2016). The influence of natural reinforcement fibers, gypsum and cement on compressive strength of earth bricks materials. *Construction and Building Materials*, 106, 179-188.

Tabla de Roles de Contribución

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Arturo Emanuel Ramírez Ortiz «principal» Francisco Hernández Moreno «igual»
Curación de datos	Arturo Emanuel Ramírez Ortiz «principal»
Metodología	Arturo Emanuel Ramírez Ortiz «principal» Francisco Hernández Moreno «igual» Uriel Felipe De Paz Montes «igual»
Recursos	Edgar Alberto Cortés Jiménez «principal» Arturo Emanuel Ramírez Ortiz «igual» Francisco Hernández Moreno «igual» Guillermo Quero Ramírez «que apoya»
Supervisión	Arturo Emanuel Ramírez Ortiz «principal» Francisco Hernández Moreno «igual»
Validación	Arturo Emanuel Ramírez Ortiz «principal» Edgar Alberto Cortés Jiménez «igual»
Visualización	Arturo Emanuel Ramírez Ortiz «principal» Uriel Felipe De Paz Montes «igual»
Redacción- Borrador original	Arturo Emanuel Ramírez Ortiz «principal» Edgar Alberto Cortés Jiménez «igual»
Redacción- Revisión y edición	Arturo Emanuel Ramírez Ortiz «principal» Edgar Alberto Cortés Jiménez «igual» Francisco Hernández Moreno «igual» Guillermo Quero Ramírez «que apoya»



Esta obra está bajo
una licencia internacional
Creative Commons Atribución 4.0.