



# EVALUACIÓN DEL POLIESTIRENO EN EL REFUERZO ESTRUCTURAL DE ADOBES RECICLADOS: UNA ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS Y SITIOS HISTÓRICOS.



Sánchez Sámano J.A.(1), Talavera Morales A.U.(1), Puy-Alquiza M.J.(1), Ordaz Zubia V.Y.(2)

Departamento de Minas, Metalurgia y Geología, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato (1),  
Departamento de Arquitectura, División de Arquitectura, Arte y Diseño, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato (2).

## Resumen

En este trabajo de investigación se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas del adobe reciclado estabilizado con poliestireno expandido para su uso como material de construcción y restauración. Los resultados muestran que la incorporación de poliestireno en concentraciones de 5% y 6% aumenta las propiedades de resistencia a la compresión en un 56.53% y una reducción del 23.18% en la absorción de agua en comparación con los adobes reciclados no estabilizados. En el microscopio electrónico de barrido se observa una capa delgada y homogénea derivada de la concentración de poliestireno sobre las partículas de adobe reciclado, sin presencia de grietas, lo que lo hace competitivo con otros materiales estabilizantes. Estos hallazgos nos permiten ofrecer un material alternativo para la construcción y restauración de edificios patrimoniales.

## Introducción

La reutilización arquitectónica es actualmente un elemento importante en la construcción, la restauración con adobe se centra en la preservación de edificios históricos y culturales construidos con dicho material. La estabilización de adobes para la construcción es un campo importante de investigación y desarrollo, ya que los adobes son uno de los materiales de construcción más antiguos y sustentables en muchas partes del mundo. Con base en lo anterior, es fundamental implementar estudios que permitan generar datos para la conservación, mejoramiento e integración del adobe. Este estudio proporciona una base y guía para gestionar el reciclaje de poliestireno expandido para ser utilizado en la fabricación de adobes reciclados para la construcción, preservación y restauración de edificaciones de barro como patrimonio cultural, ofreciendo beneficios ambientales y económicos.

## Materiales y metodología

### Materiales:

- Adobes reciclados obtenidos de la demolición y abandono de edificaciones de la época colonial de los siglos XVII y XVIII en la ciudad de Guanajuato.
- Poliestireno expandido o EPS (utilizado en la industria de la construcción, específicamente en la producción de bóvedas).
- Acetona (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CO.
- Mallas #14 y #35

### Fabricación de adobes

Se fabricaron tres muestras cúbicas (M-1, M-2 y M-3). Se eligió el adobe M-3 para estabilizarlo con poliestireno, ya que presenta mejores propiedades físico-mecánicas en comparación con las demás muestras.

### Fabricación de adobes estabilizados con poliestireno

El procedimiento para su uso fue diluir 500 gramos de poliestireno en 2 litros de acetona (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CO. Al diluir el poliestireno con acetona, el disolvente rompe la cadena y libera las bolsas de aire del interior, sin que el poliestireno desaparezca, ya que está presente en la solución de acetona. Una vez diluido se dejó secar a temperatura ambiente para luego molerse en una licuadora y pasar por la malla #14 y luego por la malla #35.

Se añadió poliestireno con tamaño de malla #14 a 115 g del material seleccionado (M-3) en varias proporciones 4% (4,6 g), 5% (5,75 g) y 6% (6,9 g), mezclando cada proporción con agua. por media cuchara. Se repitió el mismo procedimiento, pero ahora con la malla #35 agregando proporciones de 4% (4.6 g), 5% (5.75g) y 6% (6.9 g), agregando agua y mezclando con una cuchara. Con la mezcla obtenida se elaboraron tres ejemplares de forma cúbica utilizando un molde de 5cm x 5cm x 5cm y se dejaron secar al sol durante cinco días. De igual forma se elaboraron tres ejemplares en forma de prisma de 24cm x 12cm x 8cm.

Se evalúa el refuerzo estructural que presenta el adobe reciclado al estabilizarlo con poliestireno. Se fabricó un muro de adobe conformado por cinco pilotes, cada uno de los pilotes está conformado por dos prismas, adobes en forma (24cm x 12cm x 8cm). El muro fabricado está compuesto por diez adobes estabilizados con 6% de poliestireno con malla #14 ya que este tamaño proporciona mejores propiedades mecánicas y físicas al adobe.



## Referencias

- Chanfo- Olmos, C. Fundamentos teóricos de la restauración. 1988.
- Chavez Atalaya, J.Y.; Alva Sarmiento, A.E. Physical and mechanical properties of compacted adobe with incorporation of coconut fibers. 2020.
- Flores Laura, C. Evaluación de la resistencia a la compresión, flexión e inmersión al agua del adobe estabilizado con gel de sábila. 2019.

## Resultados y discusión

Tabla 1. Granulometría de muestras de forma cúbica.

Forma cúbica muestras de adobe		Grava ( % en peso )	Arena ( % en peso )	Limo-Arcilla ( % en peso )	Granulometría Clasificación (USCS)
No estabilizado adobe	M-1	7.09	53,72	39.19	CL: Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas y arcillas magras.
	M-2	4.70	39.16	56.14	ML: Limos y arenas muy finas inorgánicos, harina de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos de ligera plasticidad.
	M-3	7.54	89,34	3.13	ML: Limos y arenas muy finas inorgánicos, harina de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos de ligera plasticidad.
Adobe estabilizado con malla de poliestireno #14	M-3 (dosis 4%)	6.80	23.61	69,59	CL: Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas y arcillas magras.
	M-3 (dosis 5%)	5.94	15.04	79.02	CL: Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas y arcillas magras.
	M-3 (dosis 6%)	15.05	33,85	64.07	CL: Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas y arcillas magras.
Adobe estabilizado con malla de poliestireno #35	M-3 (dosis 4%)	5.01	14.74	80.25	CL: Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas y arcillas magras.
	M-3 (dosis 5%)	8.79	14.40	76,81	CL: Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas y arcillas magras.
	M-3 (dosis 6%)	10.12	10.12	79,76	CL: Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas y arcillas magras.

(USCS) Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Tabla 1. Granulometría de muestras de adobe de forma cúbica (5cm x 5cm x 5cm), (adobe no estabilizado y adobe estabilizado con poliestireno).

Tabla 2. Propiedades físicas y mecánicas de muestras de adobe de forma cúbica (adobe no estabilizado y adobe estabilizado con poliestireno).

		Mecánico Propiedades	Físico Propiedades							
Muestras de adobe en forma cúbica.		compresivo simple Fortaleza ( <b>Mpa</b> )	Cohesión (kg/ <sup>cm²</sup> )	volumen vacío centímetros ³	Sólido Densidad gramos/ cm³	Porosidad (%)	Humedad contenido (%)	Plasticidad Índice (PI) %	Atterberg límite	Contenido de materia orgánica (%)
No estabilizado adobe	M-1	0.0774	0,39	22,78	1.0	35	1,68	16,94	39,59	33,95
	M-2	0.2490	1.27	70,56	3.2	67	2.50	10.83	40.0	26,76
	M-3	0.6903	3.52	75,32	2.7	69	2.46	10.83	40.0	27,57
Adobe estabilizado con malla de poliestireno #14	M-3 ( dosis 4%)	0.7766	3.96	39,80	2.5	55	3.09	26.25	47,67	6.80
	M-3 ( dosis 5%)	0.9963	5.08	37,60	2.5	54	2.35	19.14	48,82	5.94
	M-3 ( dosis 6%)	1.0806	5.51	36,55	2.5	53	3.84	23.05	47,28	2.08
Adobe estabilizado con malla de poliestireno #35	M-3 ( dosis 4%)	0.4177	2.13	72,42	2.8	65	2.35	30.15	48,52	5.02
	M-3 ( dosis 5%)	0.4256	2.17	79,84	2.7	68	2.15	26.46	48.32	8.78
	M-3 ( dosis 6%)	0.4432	2.26	59.03	2.2	59	1.21	17,65	45.36	10.12

Estos son algunos de los resultados registrados, dentro de la información completa también incluye otras tablas como: el Coeficiente de absorción de agua por capilaridad y prueba de inmersión (durabilidad) de formas cúbicas y prismáticas, La Resistencia a la compresión y flexión de formas cúbicas y prismáticas. Como también sus análisis morfológicos.

## Conclusiones

La fabricación de adobes tradicionales estabilizados con poliestireno arroja resultados positivos, mejorando las propiedades físicas y mecánicas finales de los bloques fabricados. Un adobe estabilizado con poliestireno reduce el problema que presenta el adobe no estabilizado, que es su baja capacidad de carga y resistencia a la humedad. Este trabajo de investigación demuestra que el poliestireno es un buen **estabilizante** aplicado a los adobes ya que aumenta la resistencia a la compresión, reduce la absorción de agua, sella los poros y cubre las partículas de arcilla con una película impermeable, reduciendo el agrietamiento del adobe. lo que amplía sus aplicaciones en la construcción. Su uso como refuerzo para adobe representa una alternativa de sustentabilidad, reduciendo el impacto ambiental. Los resultados obtenidos de dicha investigación indican que los adobes estabilizados con poliestireno en las concentraciones antes mencionadas tienen características físicas y mecánicas adecuadas para la restauración de monumentos y sitios históricos.

## Agradecimientos

- Al laboratorio LICAMM por su apoyo en la realización de los análisis.
- A Jesús René Báez Espinoza por su apoyo técnico.
- A Veranos de la Ciencia UG por su aceptación en la divulgación de dicha investigación.

