

ANÁLISIS DE UN MAMPUESTO EN ADOBE REFORZADO CON FIBRAS DE CAÑA BRAVA PARA USO EN CONSTRUCCIONES RURALES

ANALYSIS OF A MAMPUEST IN ADOBE REINFORCED WITH CANE BRAVA FIBERS FOR USE IN RURAL CONSTRUCTIONS.)

Estefanía Sánchez G.¹
Oscar David Bello T.¹

RESUMEN

En este artículo se presentarán los avances que se han realizado respecto al uso de mampuestos de adobe reforzados con caña brava, en donde se tienen 7 tipos de mezcla con proporciones distintas en cada una. Se contempló el 0.2% y 0.1% de fibra y, de igual manera, se tomó la opción de usar estabilizantes tales como cal y cemento a unas proporciones de 7% y 9%.

Esto, con el fin de analizar su comportamiento mecánico a tracción, compresión y flexión para ser comparados posteriormente con una muestra patrón y, así mismo, observar su mejora.

Palabras Clave: Adobe, fibras, caña brava, refuerzo, estabilizante.

ABSTRACT

This article will present the advances in the mampuests of adobe reinforced with cane brava which have 7 kinds of mixes with different proportions. Contemplating the 0,2% and 0,1% of fiber; in the same way, it was used stabilizers like lime and cement in the following proportions 7% and 9%.

This with the purpose of analyzing their mechanical behavior to traction, compression, and flexion to be compared later with a sample pattern and evidence of their improvement.

Keywords: Adobe, fibers, cane brava, reinforcement, stabilizer.

¹Ingeniería civil, Facultad de ingeniería, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia

INTRODUCCIÓN

Gracias a diferentes estudios llevados a cabo a través de los años, la construcción de viviendas ha hecho que la utilización de materiales convencionales, tales como el acero y el concreto, sean considerados los óptimos para dicha labor. Todos los parámetros evaluados se contemplan en las normas, las cuales tienen como función regular su sistema constructivo. Sin embargo, es necesario traer a conciliación la necesidad de implementar materiales no convencionales, como lo es el adobe, para la construcción de vivienda.

Para ello, es importante tener en cuenta la realización de diferentes estudios, los cuales permitirán asumir una serie de características que harán posible su implementación de manera segura. Por otro lado, este sistema será de gran ayuda para la construcción de viviendas en el sector rural, debido a la facilidad de acceso de los materiales.

Por lo anterior, se plantea realizar un diseño de un mampuesto de adobe reforzado con fibras de caña brava, con el fin de promover el uso de materiales no convencionales junto a sus técnicas de construcción, dando solución a la falta de durabilidad y resistencia a tracción, compresión y flexión de los mampuestos.

OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis de un mampuesto en adobe reforzado con fibras de caña brava, para evaluar la resistencia a tensión y su durabilidad en la construcción de viviendas rurales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la caracterización de los materiales utilizados para la elaboración del mampuesto.
- Diseñar la mezcla del mampuesto de adobe.
- Elaborar los mampuestos de adobe basados en los diseños realizados.
- Efectuar a los mampuestos pruebas de resistencia a compresión y flexión.
- Realizar el análisis comparativo de los resultados.

DISEÑO METODOLÓGICO

Nuestro diseño metodológico se basará en una investigación exploratoria, teniendo como referencia las clasificaciones metodológicas expuestas por Dankhe.

Es una investigación de tipo exploratoria, debido a que es un proyecto que busca examinar las características del adobe reforzado con fibras de caña brava. Se ha tenido en cuenta un estudio previo, realizado a las fibras de caña brava, en el que se demostró que estas fibras se comportan bien a tracción. Esto nos permite idear una combinación entre la caña y el adobe, para mejorarlo, reforzando sus propiedades a tracción, y así, poder analizar su comportamiento a la hora de emplearlo en viviendas.

FASES DEL PROYECTO

El adobe es un material no convencional muy accesible que suele ser usado en la construcción de vivienda y demás estructuras en el sector rural. Esta investigación busca analizar diferentes muestras de adobe reforzado con fibras de

caña brava. Para ello se tendrán presentes los siguientes puntos:

- **RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN (ESTADO DEL ARTE)**

Dentro de este ítem se buscarán fuentes de trabajos, ensayos, tesis y otros escritos realizados por especialistas en el tema del adobe. Esto se realizará con el fin de obtener una base sobre la cual podamos partir. Además, se observarán los errores y aciertos que se han cometido para poder comparar los datos obtenidos en los laboratorios y las hipótesis planteadas por nosotros.

- **CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES**

Se realizará la respectiva caracterización física de los materiales, en la cual se definirán su obtención y la forma en que se hará. Adicionalmente, se tendrán en cuenta las observaciones realizadas a simple vista, en las que se contemplará el color, el olor, la textura, etc. Luego de la obtención, se estudiarán las características mecánicas, la resistencia, la plasticidad y se efectuarán algunos ensayos de capacidad.

Para la caña brava se tendrá en cuenta la tesis "CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE LAS FIBRAS DE CAÑA BRAVA (GYNERIUM SAGITTATUM) PARA USO EN CONSTRUCCIONES RURALES" (Vargas, 2021), la cual nos aporta toda la caracterización de la misma. En cuanto al adobe, su caracterización se realizará mediante ensayos de granulometría, pruebas de humedad, límite plástico y límite líquido. Igualmente, nos basaremos en los parámetros recolectados en diferentes textos que se encontrarán anexos en la bibliografía de este documento.

- **REALIZACIÓN DE LAS MEZCLAS**

Las mezclas se irán realizando a medida que se avance, ya que las proporciones se evaluarán según las mejoras y características que se observen.

- **ELABORACIÓN DE LOS MAMPUESTOS.**

En esta actividad se procede a la realización de los mampuestos, para efectuar los ensayos correspondientes. De este modo se podrá comprender el comportamiento mecánico de los mismos.

- **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS MAMPUESTOS**

Se realizará un análisis detallado de los mampuestos en adobe. Tras haber sido probados en los ensayos de tracción, compresión y flexión, se podrá comprender su comportamiento mecánico frente a diversas fuerzas.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

I. EXTRACCIÓN DE CAÑA FIBRAS DE CAÑA BRAVA

En este proceso se seleccionaron especímenes de caña brava aptos para la extracción de fibras. Estas cañas deben cumplir con ciertos parámetros, como lo son su color y su tamaño. Por consiguiente, se procedió a realizar la extracción de las fibras de manera manual, ya que de este modo no se altera su estructura y se garantiza su resistencia.

Inicialmente, se realizó el corte de las cañas en los respectivos nodos, para así obtener una longitud apropiada de las fibras. Luego, se procedió a abrir las cañas usando un

mazo para evitar el aplastamiento de las fibras. Finalmente, éstas se extrajeron mediante el uso de pinzas, para evitar su rotura.



Figura 1. Selección de caña

Fuente: propia



Figura 2. Corte de cañas, por los respectivos nodos

Fuente: propia.



Figura 3. Extracción de fibras

Fuente: propia



Figura 4. Almacenamiento de fibras

Fuente: propia

Las cañas deben estar en óptima condición, ya que éstas se encuentran muchas veces

afectadas por diferentes factores, como los hongos y los insectos.



Figura 5. Cañas picadas por insectos

Fuente: propia

CARACTERIZACIÓN DE LA TIERRA.

ARCILLA

Para la caracterización de la arcilla se realizaron pruebas de límite líquido, límite plástico y contenido de humedad.

LÍMITES

Límite Líquido:

Este límite "es el contenido de humedad que corresponde a una frontera convencional entre los estados semilíquido y plástico, en el cual el suelo fluiría suficientemente como para cerrar una ranura de ancho determinado hecha en la muestra de suelo cuando un recipiente especificado es golpeado con un número determinado de veces". (Torres Delgado, 2012, p. 3)

MATERIALES:

- Cazuela de Casagrande.
- Balanza de precisión.
- Espátula.
- Recipientes.
- Taras.
- Horno.

PROCEDIMIENTO

- Se tomaron, aproximadamente, 100g. del material y se humedecieron mientras se amasaban para conseguir una consistencia apropiada.
- Luego, se colocó la muestra en la cazuela, dejando una superficie lisa para posteriormente usar el acanalador y dividir la muestra en dos.
- Después de esto, se giró la manivela, generando así los respectivos golpes

hasta lograr un cierre del surco de aproximadamente media pulgada. (Si este cierre no se logra, la muestra se debe humedecer más para lograrlo).

- Luego se tomó una porción de la muestra y se depositó en una tara previamente pesada, para tomar luego el dato de la tara más la muestra.
- Se procedió a dejar la tara en el horno por 24 horas a una temperatura de 110°C, para obtener posteriormente el peso de la muestra seca.

Límite plástico:

Este límite "es el más bajo contenido de humedad que corresponde a una frontera convencional entre los estados plástico y semisólido, en el cual el suelo puede enrollarse en bastoncitos de 1/8" de diámetro". (Torres Delgado, 2012, p. 3)

MATERIALES:

- Lámina de Vidrio.
- Espátula.
- Taras.
- Horno.

PROCEDIMIENTO

- Se tomó un poco de la muestra y se amasó hasta obtener una tirilla de aproximadamente 3mm. de espesor. Luego, se partió en pedacitos de aproximadamente 1cm. de largo que fueron depositados en una tara previamente pesada.
- Posteriormente, se tomó el peso de la muestra más la tara y se introdujeron en el horno a una temperatura de 110°C. por 24 horas.

RESULTADO DE LOS LÍMITES

Tabla 1

Resultados de las muestras y cálculos

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	1	2	3	1	2
No de ensayo					
Peso de la tara (gr)					
Peso de la tara + Muestra húmeda (gr)	28,71	24,78	24,74	33,68	27,43
Peso de la tara + Muestra seca (gr)	45,01	35,73	34,04	39,98	33,83
Peso del agua (gr)	6,00	4,33	3,96	4,52	4,55
Peso de la muestra seca (gr)	10,30	6,62	5,34	4,52	4,55
Contenido de humedad (%)	58,25	65,41	74,16	39,38	41,76
No Golpes	33	24	12		
Promedio C de Humedad (%)				40,57	

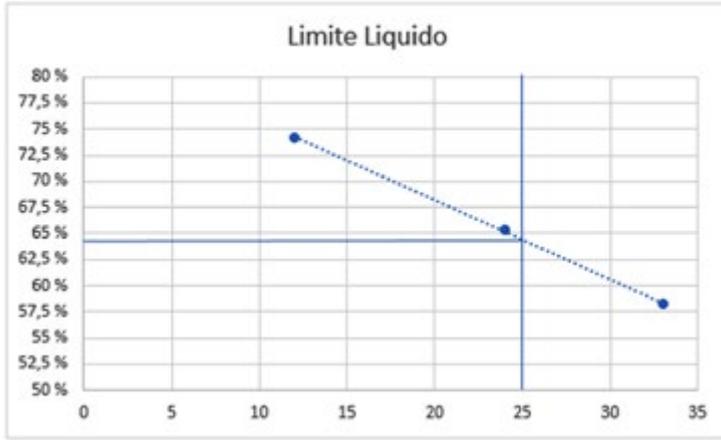
Fuente: propia

Tabla 2

Resultados límites

LL	64,2	%
LP	40,57	%
IP	23,63	%

Fuente: propia



Gráfica 1. Límite líquido
Fuente: propia

CONTENIDO DE HUMEDAD

Lo que se busca encontrar en este ensayo es el porcentaje de humedad con el que viene la muestra del suelo, en este caso la arcilla. Para ello, basta con tomar una porción de muestra superior a los 300

gramos y colocarla en el horno por 24 horas a 110°C.

Una vez seca la muestra, ésta se pesa y se procede a calcular las diferencias de los pesos obteniendo y el porcentaje de humedad.

Tabla 3

Resultados contenidos de humedad

Muestra de contenido de humedad		
Peso de la tara	g	64,3
Peso de la tara + Muestra húmeda	g	336,5
Peso de la tara + Muestra seca	g	299,57
Peso de la muestra seca	g	235,27
Peso del agua	g	36,93
Contenido de humedad	g	15,70

Fuente: propia

ARENA

- Granulometría.

el tamiz número 10, ya que, según la norma INV E -123 – 07, el material que pasa por este tamiz es considerado arena.

MATERIALES

- Tamices No: 10, 20, 40, 60, 100 y 200.
- Palita de jardín.
- Brocha suave.
- Balanza de precisión de 0,01.
- Recipientes.
- Horno.

- Luego se procedió a tomar una muestra de arena, que fue posteriormente secada en el horno a 110 °C durante 24 horas.
- Una vez seca la muestra, se le tomó el peso para realizarle el debido tamizado más adelante.
- Ya realizado el tamizado se tomó el peso del material retenido en cada tamiz y, así mismo, se fue tomando el peso acumulado, donde hubo una leve diferencia por desperdicios a la muestra original.

PROCEDIMIENTO

- Primeramente, se realizó un tamizado de toda la muestra en general por

Tabla 4

Tamizaje de la arena

Tamiz (No)	Tamiz (mm)	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje que pasa (%)
10	2	0	0,00%	100,00%
20	0,85	17,6	2,72%	97,28%
40	0,425	56,4	8,71%	88,57%
60	0,25	217,8	33,64%	54,93%
100	0,15	290,7	44,90%	10,04%
200	0,075	44,6	6,89%	3,15%
Fondo	0	20,4	3,15%	
Total		647,5	100,00%	

Fuente: propia

Tabla 5

Humedad de la arena y porcentaje de limos

Peso del recipiente (g)	62,8
Muestra Humeda (g)	649,4
Muestra seca (g)	648
% de humedad	0,23923445
Porcentaje de arena (%)	96,85%
Porcentaje de limos (%)	3,15%

Fuente: propia

DISEÑO DE MEZCLAS.

Para el diseño de las mezclas se calculó el volumen de los moldes de los ladrillos, con el fin de tener una medida de volumen con la cual se pudieran realizar las conversiones

de cantidades respecto a las densidades de los materiales. Este se multiplica por las densidades de los materiales de la muestra patrón, que está compuesta de arena y arcilla, hallando así el peso.

Tabla 6

Volumen del ladrillo y densidades

Dimensión de los ladrillos		
Largo	24	cm
Ancho	12	cm
Alto	6	cm
Volumen	1728	cm ³
Densidades		
Arena	1,94	g/cm ³
Arcilla	1,89	g/cm ³

Pesos		
Arena	3352,32	g
Arcilla	3665,92	g

Fuente: propia

Una vez realizada la muestra patrón, se proceden a sacar -con base en este peso- los diferentes porcentajes de las demás mezclas, para mantener en todo un peso uniforme. Por otro lado, se contempló un porcentaje de desperdicios del 10% del peso de la muestra patrón.

También se tuvo en cuenta mantener la misma proporción de arena y arcilla en todas las mezclas; por ende, optamos por realizar una regla de 3 para hallar los valores correspondientes al 80% y 20%.

Tabla 7

Proporción de arena y arcilla

Mezcla No 1			Mezcla No 2		
Arena	100,00	80,00%	Arena	100,00	80,00%
	99,80	79,84%		99,90	79,92%
Arcilla	100,00	20,00%	Arcilla	100,00	20,00%
	99,80	19,96%		99,90	19,98%
Mezcla No 3			Mezcla No 4		
Arena	100,00	80,00%	Arena	100,00	80,00%
	90,80	72,64%		92,90	74,32%
Arcilla	100,00	20,00%	Arcilla	100,00	20,00%
	90,80	18,16%		92,90	18,58%
Mezcla No 5			Mezcla No 6		
Arena	100,00	80,00%	Arena	100,00	80,00%
	90,80	72,64%		92,90	74,32%
Arcilla	100,00	20,00%	Arcilla	100,00	20,00%
	90,80	18,16%		92,90	18,58%

Fuente: propia

Tabla 8

Dosificación de las mezclas para 1 solo ladrillo

Para 1 ladrillo							
Mezcla Patrón							
Arena	80%	268,9	g				
Arcilla	20%	653,2	g				
Peso Guía		3335,0	g				
Mezcla número 1				Mezcla número 2			
Arena	79,84%	2662,7	g	Arena	79,92%	2665,4	g
Arcilla	19,96%	665,7	g	Arcilla	19,98%	666,3	g
Fibra	0,20%	6,7	g	Fibra	0,10%	3,3	g
Mezcla número 3				Mezcla número 4			
Arena	72,64%	2422,6	g	Arena	74,32%	2478,6	g
Arcilla	18,16%	605,6	g	Arcilla	18,58%	619,7	g
Fibra	0,20%	6,7	g	Fibra	0,10%	3,3	g
Cal	9,00%	300,2	g	Cal	7,00%	233,5	g
Mezcla número 5				Mezcla número 7			
Arena	72,64%	2422,6	g	Arena	74,32%	2478,6	g
Arcilla	18,16%	605,6	g	Arcilla	18,58%	619,7	g
Fibra	0,20%	6,7	g	Fibra	0,10%	3,3	g
Cemento	9,00%	300,2	g	Cemento	7,00%	233,5	g

Fuente: propia

FABRICACIÓN DE MEZCLA PATRÓN Y MOLDEADO DE LADRILLOS



Figura 6. Batea para la realización de las mezclas

Fuente: propia



Figura 7. Mezcla patrón seca

Fuente: propia

Tabla 9

Dosificación de las mezclas para 9 ladrillos más desperdicios

Para 9 ladrillos + desperdicios							
Mezcla Patrón							
Arena	80%	26537,9	g				
Arcilla	20%	6479,0	g				
Peso Guía		33016,9	g				
Mezcla número 1				Mezcla número 2			
Arena	79,84%	26360,7	g	Arena	79,92%	26387,1	g
Arcilla	19,96%	6590,2	g	Arcilla	19,98%	6596,8	g
Fibra	0,20%	66,0	g	Fibra	0,10%	33,0	g
Mezcla número 3				Mezcla número 4			
Arena	72,64%	23983,5	g	Arena	74,32%	24538,2	g
Arcilla	18,16%	5995,9	g	Arcilla	18,58%	6134,5	g
Fibra	0,20%	66,0	g	Fibra	0,10%	33,0	g
Cal	9,00%	2971,5	g	Cal	7,00%	2311,2	g
Mezcla número 5				Mezcla número 7			
Arena	72,64%	23983,5	g	Arena	74,32%	24538,2	g
Arcilla	18,16%	5995,9	g	Arcilla	18,58%	6134,5	g
Fibra	0,20%	66,0	g	Fibra	0,10%	33,0	g
Cemento	9,00%	2971,5	g	Cemento	7,00%	2311,2	g

Fuente: propia



Figura 8. Mezcla patrón húmedo
Fuente: propia



Figura 9. Moldeado de ladrillos, mezcla húmeda
Fuente: propia



Figura 10. Desmoldeado de ladrillo, secado final

Fuente: propia

FABRICACIÓN DE MEZCLA NÚMERO 1 Y MOLDEADO DE LOS LADRILLOS



Figura 11. Fibra de caña brava 33gr

Fuente: propia



Figura 12. Mezcla numero 1 Húmeda

Fuente: propia



Figura 13. Moldeado de ladrillos, mezcla 1 húmeda

Fuente: propia

ANÁLISIS EXPERIMENTAL

Dado a que no se ha concluido el proyecto, este análisis consta de la observación de los datos que hemos obtenidos en el transcurso de la realización del mismo.

Como primera instancia, gracias a los resultados entre los límites de líquido, plástico y el índice plástico, podemos observar que la caracterización de la arcilla entra a la carta de plasticidad; identificando el suelo a usar como un limo de alta plasticidad.



Gráfica 2. Carta de plasticidad

Recuperado de <https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/carta-de-plasticidad-de-casagrande/>

Por otro lado, se le realizó a la arcilla una prueba de contenido de humedad obteniendo como resultado un porcentaje del 15%.

Como segunda instancia, se procedió a calcular el porcentaje de limos que contiene la arena a utilizar y, gracias a la prueba de granulometría, se obtuvo que la arena consta de un 3.15% de limos. Todo esto es necesario para así conocer con qué tipo de material se trabajará.

Ahora bien, en cuanto a la dosificación de las mezclas, después de realizar los cálculos

correspondientes, se vio que fue necesario hacer una muestra patrón de solo arena y arcilla.

Referencias

- Torres Delgado, D. (2012). *Sildeshare*. Recuperado el 10 de 10 de 2019, de <https://es.slideshare.net/DiegoDelgadoTorres/determinacion-del-limite-liquido-y-limite-plastico-ok>
- Vargas, N.J. (2021). Caracterización mecánica y determinación de la

resistencia a la tracción de fibras de caña de azúcar de caña brava para uso en construcciones rurales. *Revista Inventum, volumen 16.*

Vargas Ortiz, N. J., Villate Diaz, J. P., & Habran Esteban, N. M. (2021). Caracterización

mecánica y determinación de la resistencia a la tracción de fibras de caña brava para uso en construcciones rurales. *Revista Inventum, volumen 16, 78–84.* Recuperado de <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.16.31.2021.78-84>