



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

Resistencia a la inundación de un adobe estabilizado con sustitución de paja
por virutas de Eucalipto en un pueblo típico de la sierra del Perú

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para optar el grado de bachiller en Ingeniería Civil

AUTOR(ES)

Del Carpio Barrios, Renzo Eduardo (0000-0002-0607-5623)

ASESOR

Monasterio Flores, Manuel Antonio (0000-0001-7019-8604)

Lima, 28 de Junio de 2020

DEDICATORIA

A Dios,

Por darme la oportunidad de vivir.

AGRADECIMIENTOS

A Manuel Monasterio por haber apostado en mí. Y, a la UPC por haberme dado las herramientas y conocimientos necesarios para culminar con éxito mi carrera profesional.

RESUMEN

La presente investigación estudia el comportamiento de la resistencia a las inundaciones, de periodo corto y periodo largo, de los ladrillos de adobe convencionales y estabilizados, sustituyendo paja por virutas de Eucalipto en proporciones de 25%, 50% y 75%. La fabricación de los ladrillos se realizó con el procedimiento que utilizan los pobladores del distrito de Coracora, el cual representa a un pueblo típico de la sierra del Perú. Los resultados obtenidos para los ensayos de inmersión de una hora fueron en su totalidad moderados, mientras que los resultados obtenidos para los ensayos de inmersión de veinticuatro horas fueron en su totalidad severos. Con ello se concluye que los ladrillos estabilizados con sustitución de paja por virutas de Eucalipto resisten con dificultad a inundaciones con periodo corto. Sin embargo, la resistencia a las inundaciones de periodo largo es nula. Por lo cual, se recomienda que, para obtener una óptima resistencia a las inundaciones, se incorporen al procedimiento de fabricación estabilizantes impermeables.

Palabras clave: Adobe convencional; Adobe estabilizado; Paja; Virutas de Eucalipto; Inmersión; Inundación.

FLOOD RESISTANCE OF A STABILIZED ADOBE WITH SUBSTITUTION OF STRAW BY EUCALYPTUS SHAVINGS IN A TYPICAL TOWN IN THE PERUVIAN HIGHLANDS

ABSTRACT

The present investigation, studies the behavior of the resistance to floods of short and long period, of the conventional and stabilized adobe bricks, substituting straw for Eucalyptus shavings in proportions of 25%, 50% and 75%. The bricks were made applying the procedure used by the residents of the Coracora district, which represents a typical town in the Peruvian highlands. The results obtained for the one-hour immersion tests were entirely moderate, while the results obtained for the twenty-four-hour immersion tests were entirely severe. With this it is concluded that the stabilized bricks with substitution of straw by Eucalyptus shavings resist with difficulty to floods with a short period. However, resistance to long-period flooding is nil. Therefore, it is recommended that, in order to obtain optimum resistance to flooding, waterproof stabilizers are incorporated into the manufacturing process.

Keywords: Conventional adobe; Stabilized adobe; Straw; Eucalyptus shavings; Immersion; Flood

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCION	9
1. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	12
1.1 TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS	12
1.1.1 Selección del material y fabricación de ladrillos de adobe.	12
1.1.1.1. Suelo	12
1.1.1.2. Paja o Ichu	13
1.1.1.3. Virutas de Eucalipto	13
1.1.1.4. Fabricación del ladrillo de adobe.....	14
1.1.2 Ensayo por unidad de adobe.....	18
1.1.2.1. Ensayo de inmersión.....	18
1.1.2.2. Ensayo de inmersión de una hora	19
1.1.2.3. Ensayo de inmersión de veinticuatro horas	20
2. RESULTADOS	22
2.1. Ensayo de inmersión de una hora	22
2.2. Ensayo de inmersión de veinticuatro horas	22
3. DISCUSION DE RESULTADOS	23
4. CONCLUSIONES	23
5. RECOMENDACIONES	23
6. BIBLIOGRAFÍA	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Perú: Viviendas particulares con ocupantes presentes según material predominante en las paredes exteriores, 1993, 2007 y 2017. Fuente: (INEI, 2017).	9
Tabla 2. Perú: Viviendas particulares con adobe o tapia predominante en las paredes exteriores, según departamento, 2007 y 2017. Fuente: (INEI, 2017).....	10
Tabla 3. Perú: Viviendas particulares censadas con ocupantes presentes, por tipo de material predominante en las paredes, según distrito 2017. Fuente: (INEI, 2017).	11
Tabla 4. Prueba de color. Fuente: (Tejada Schmidt, 2001).	12
Tabla 5. Prueba de olfato. Fuente: (Tejada Schmidt, 2001).	12
Tabla 6. Prueba de brillo. Fuente: (Tejada Schmidt, 2001).....	12
Tabla 7. Proporciones de Ichu y virutas de Eucalipto para cada tipo de mezcla de adobe estabilizado. Fuente: Propia.....	14
Tabla 8. Cantidad de ladrillos de adobe estabilizado por cada tipo de ensayo. Fuente: Propia.	15
Tabla 9. Criterios para evaluación de daños. Fuente: (Micek, 2006).....	19
Tabla 10. Resultados del ensayo de inmersión de una hora de la mezcla tipo 1. Fuente: Propia.....	22
Tabla 11. Resultados del ensayo de inmersión de una hora de la mezcla tipo 2. Fuente: Propia.....	22
Tabla 12. Resultados del ensayo de inmersión de una hora de la mezcla tipo 3. Fuente: Propia	22
Tabla 13. Resultados del ensayo de inmersión de una hora de la mezcla tipo 4. Fuente: Propia	22
Tabla 14. Resultados del ensayo de inmersión de veinticuatro horas de la mezcla tipo 1. Fuente: Propia.....	22
Tabla 15. Resultados del ensayo de inmersión de veinticuatro horas de la mezcla tipo 2. Fuente: Propia.....	23
Tabla 16. Resultados del ensayo de inmersión de veinticuatro horas de la mezcla tipo 3. Fuente: Propia.....	23
Tabla 17. Resultados del ensayo de inmersión de veinticuatro horas de la mezcla tipo 4. Fuente: Propia.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ichu recolectado de la zona de Ojoruro. Fuente: Propia.	13
Figura 2. Virutas de Eucalipto obtenidas del proceso de cepillado en una carpintería del distrito de Coracora. Fuente: Propia.	13
Figura 3. Recolección y verificación de impurezas. Fuente: Propia.	13
Figura 4. Zona destinada para la elaboración de adobes, Chocñopampa. Fuente: Propia.	15
Figura 5. Proceso de búsqueda de suelos. Fuente: Propia.	16
Figura 6. Proceso de zarandeo de suelos. Fuente: Propia.	16
Figura 7. Tres tipos de suelos acopiados antes del iniciar el proceso de mezcla. Fuente: Propia.	16
Figura 8. Mezcla humedecida en reposo. Fuente: Propia.	16
Figura 9. Ejemplo uno de ruma de mezcla humedecida para incorporación de Ichu y virutas de Eucalipto. Fuente: Propia.	17
Figura 10. Ejemplo dos de ruma de mezcla humedecida para incorporación de Ichu y virutas de Eucalipto. Fuente: Propia.	17
Figura 11. Incorporación de paja en la mezcla humedecida. Fuente: Propia.	17
Figura 12. Incorporación de virutas en la mezcla humedecida. Fuente: Propia.	17
Figura 13. Proceso de moldeado del adobe. Fuente: Propia.	18
Figura 14. Fotografía panorámica de los adobes fabricados. Fuente: Propia.	18
Figura 15. Volteo de adobes luego de 15 días de secado. Fuente: Propia.	18
Figura 16. Cilindros llenos de agua para ensayo de inmersión de una hora. Fuente: Propia.	19
Figura 17. Inserción de dos adobes dentro de los cilindros para ensayo de inmersión de una hora. Fuente: Propia.	19
Figura 18. Estado de la mezcla tipo 1 luego del ensayo de inmersión de una hora. Fuente: Propia.	20
Figura 19. Estado de la mezcla tipo 2 luego del ensayo de inmersión de una hora. Fuente: Propia.	20
Figura 20. Estado de la mezcla tipo 3 luego del ensayo de inmersión de una hora. Fuente: Propia.	20
Figura 21. Estado de la mezcla tipo 4 luego del ensayo de inmersión de una hora. Fuente: Propia.	20

Figura 22. Cilindros llenos de agua para ensayo de inmersión de veinticuatro horas. Fuente: Propia.....	21
Figura 23. Inserción de dos adobes dentro de los cilindros para ensayo de inmersión de veinticuatro horas. Fuente: Propia.	21
Figura 24. Estado de la mezcla tipo 1 luego del ensayo de inmersión de veinticuatro horas. Fuente: Propia.....	21
Figura 25. Estado de la mezcla tipo 2 luego del ensayo de inmersión de veinticuatro horas. Fuente: Propia.....	21
Figura 26. Estado de la mezcla tipo 3 luego del ensayo de inmersión de veinticuatro horas. Fuente: Propia.....	21
Figura 27. Estado de la mezcla tipo 4 luego del ensayo de inmersión de veinticuatro horas. Fuente: Propia.....	21

INTRODUCCION

La existencia del adobe como técnica y material de construcción es una de la más arcaicas y conocidas del mundo, como ejemplo de ello, se puede mencionar a Çatalhöyük una ciudad de Turquía que corresponde al VII milenio antes de cristo y que en su descubrimiento se demostró que los pobladores de dicha ciudad ya construían con este material.

El uso del adobe como material de construcción ha sido registrado en los más variados climas y zonas del planeta. En el Perú, Chan-Chan, la ciudad precolombina construida totalmente de adobe, es la representación más clara de la existencia, en épocas tempranas, de construcciones con este material en nuestro territorio nacional.

La selección del adobe como material de construcción se debe primordialmente a tres factores; el primero, es su desenvolvimiento como aislante acústico, el segundo, es su desenvolvimiento como aislante térmico y el tercero, es su abundancia en la naturaleza, ya que, su composición está dada generalmente por cuatro elementos primordiales tierra, paja, arcilla y agua.

Según el pasado censo llevado cabo por el (INEI, 2017), el segundo material más utilizado para la construcción de viviendas en el Perú, es el adobe. Con un total de 2 millones 148 mil 494 viviendas, representa el 27.9% de las viviendas particulares con ocupantes presentes censadas a nivel nacional. De este total, el 81.9%, 1 millón 759 mil 308 viviendas corresponden a construcciones censadas en la sierra peruana. Con ello se concluye que el mayor porcentaje de construcciones de adobe se encuentra en los andes peruanos. Ello se debe al básico proceso constructivo que este material demanda y sobre todo a su economía; es decir, la autoconstrucción de viviendas se emplea comúnmente.

Tabla 1. Perú: Viviendas particulares con ocupantes presentes según material predominante en las paredes exteriores, 1993, 2007 y 2017. Fuente: (INEI, 2017).

Material predominante en las paredes exteriores	Censo 1993	Censo 2007	Censo 2017
Total	4 427 517	6 400 131	7 698 900
Ladrillo o bloque de cemento	1 581 355	2 991 627	4 298 274
Piedra o sillar con cal o cemento	54 247	33 939	43 170

Adobe o Tapia	1 917 885	2 229 715	2 148 494
Madera (pona, tornillo etc.)	310 379	617 742	727 778
Quincha (caña con barro)	207 543	183 862	164 538
Piedra con barro	136 964	106 823	77 593
Triplay, calamina, estera y otro	219 144	236 423	239 053

Tabla 2. Perú: Viviendas particulares con adobe o tapia predominante en las paredes exteriores, según departamento, 2007 y 2017. Fuente: (INEI, 2017).

Departamento	Censo 2007		Censo 2017	
	Absoluto	%	Absoluto	%
Total	2 229 715	34,8	2 148 494	27,9
Amazonas	49 909	56,1	53 232	52,0
Ancash	142 584	57,4	141 794	47,9
Apurímac	91 707	87,5	91 752	76,1
Arequipa	22 497	7,9	30 835	8,1
Ayacucho	108 648	68,7	107 647	62,1
Cajamarca	249 578	76,7	264 310	70,3
Callao	6 765	3,4	4 505	1,8
Cusco	223 575	76,2	217 794	67,3
Huancavelica	96 258	86,5	84 835	82,4
Huánuco	107 753	61,4	104 930	55,3
Ica	50 044	29,8	29 064	13,1
Junín	125 529	43,7	107 473	33,2
La Libertad	224 802	61,7	228 792	51,8
Lambayeque	121 605	50,4	121 671	42,0
Lima	171 766	8,9	130 745	5,4
Loreto	1 242	0,7	1 334	0,7
Madre de Dios	155	0,6	723	1,8
Moquegua	13 796	29,0	11 161	19,8
Pasco	28 923	44,6	21 626	33,8
Piura	121 128	32,5	130 735	27,9
Puno	229 548	64,9	226 775	58,6
San Martín	27 720	16,5	23 261	11,0

Tacna	8 865	11,0	7 650	7,8
Tumbes	4 621	9,5	4 766	7,8
Ucayali	697	0,7	1 084	0,9
Provincia de Lima ¹	80 271	4,7	52 272	2,4
Región Lima ²	91 495	44,9	78 473	32,3

Sin embargo, con el pasar de los años se ha podido comprobar que el adobe tiene una limitada durabilidad al ponerse en contacto directo con el agua. Por lo que, los pobladores buscan distintas maneras de estabilizarlo, con la finalidad de convertirlo en un material más resistente a las inundaciones prolongadas y lluvias intensas.

Por tal motivo, la presente investigación tiene como finalidad estabilizar el adobe sustituyendo paja por virutas de Eucalipto (árbol que se encuentra en su mayoría en la sierra peruana), para con ello, estudiar su comportamiento y durabilidad ante un sometimiento de inundaciones.

La investigación se realizará con el procedimiento la elaboración de ladrillos de adobe que utilizan normalmente los pobladores de un pueblo típico de la sierra del Perú. Por ello, se recurrió al distrito de Coracora perteneciente a la provincia de Parinacochas del departamento de Ayacucho. Un pueblo con amplia experiencia en construcciones con adobe, donde, según el último censo del (INEI, 2017), la presencia de este material para la elaboración de viviendas es supremamente notoria, ya que, el 87.0%, tres mil cinco hogares, han sido construidos con este material.

Tabla 3. Perú: Viviendas particulares censadas con ocupantes presentes, por tipo de material predominante en las paredes, según distrito 2017. Fuente: (INEI, 2017).

Departamento	Provincia	Distrito	Total de viviendas	Tipo de material predominante					
				Material noble		Adobe o tapia		Material precario	
				Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
Ayacucho	Parinacochas	Coracora	3 456	217	6,3	3 005	87,0	Cifras absolutas	6,7

¹ Comprende los 43 distritos que conforman la Provincia de Lima.

² Comprende las provincias: Barranca, Cajatambo, Canta, Cañete, Huaral, Huarochirí, Huaura, Oyón y Yauyos

1. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

1.1.1 Selección del material y fabricación de ladrillos de adobe.

1.1.1.1. Suelo

La fabricación de ladrillos de adobe se realizó con el procedimiento que los mismos pobladores del distrito de Coracora utilizan. Para ello, se buscó, zarandeó, acopió y mezcló tres tipos de suelo, y, finalmente, se ejecutó únicamente las pruebas que ellos realizan para definir si la mezcla final, antes de ser humedecida, es aceptable o no.

1.1.1.1.1. Pruebas previas

Son ensayos de campo mencionados por (Tejada Schmidt, 2001), en su porte, libro “Buena Tierra-Apuntes para el diseño y construcción con Adobe”.

1.1.1.1.2. Prueba de color

Consiste en evaluar visualmente el color del suelo.

Tabla 4. Prueba de color. Fuente: (Tejada Schmidt, 2001).

Clasificación	Definición	Adecuado
Negro	Suelo orgánico	No
Claros o brillantes	Suelo inorgánico	Si
Gris claro	Suelo limoso con carbonato de calcio o suelos poco cohesivos	No

1.1.1.1.3. Prueba de olfato

Consiste en evaluar olfativamente el suelo.

Tabla 5. Prueba de olfato. Fuente: (Tejada Schmidt, 2001).

Clasificación	Definición	Adecuado
Rancio	Suelo orgánico	No
No rancio	Suelo inorgánico	Si

1.1.1.1.4. Prueba de brillo

Consiste en cortar una muestra del suelo en estado de masilla y evaluarla visualmente.

Tabla 6. Prueba de brillo. Fuente: (Tejada Schmidt, 2001).

Clasificación	Definición	Adecuado
Opacos	Suelo arenoso	No
Mates	Suelo limoso con poca arcilla	Si
Brillantes	Suelo arcilloso	No

1.1.1.2. Paja o Ichu

El Ichu fue recolectado de la puna, precisamente de la zona de Ojoruro, a dos horas con treinta minutos del distrito de Coracora, con dirección de subida. Una vez recolectado se procedió a limpiar, retirando toda presencia de impureza orgánica que podía afectar los resultados finales.



1.1.1.3. Virutas de Eucalipto

Las virutas de Eucalipto se extrajeron luego del proceso de cepillado en una carpintería de madera de la zona. Luego de la extracción, se procedió a recolectar y limpiar eliminando toda presencia de impureza orgánica que podía afectar los resultados finales.



1.1.1.4. Fabricación del ladrillo de adobe

La elaboración del adobe se realizó de acuerdo a lo establecido en el procedimiento que indica el (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010) en su manual: Edificaciones antisísmicas de adobe, el cual se basa en los aspectos de (La Norma E.080, 2017). A continuación, se detallan:

- Se establecieron las dimensiones de los ladrillos de adobe, las cuales fueron las mismas que los pobladores del distrito de Coracora utilizan para su fabricación. Siendo estas, 40cm x 20cm x 15cm.
- Se establecieron las proporciones de Ichu (las cuales los habitantes del distrito utilizan para la fabricación de sus ladrillos) y virutas de Eucalipto para cada tipo de mezcla, las cuales se detallan en la tabla 7.

Tabla 7. Proporciones de Ichu y virutas de Eucalipto para cada tipo de mezcla de adobe estabilizado. Fuente: Propia.

Tipos	Peso del adobe (gr)	Ichu		Virutas de Eucalipto	
		Porcentaje en base al peso del ladrillo	(gr)	Porcentaje en base al peso del ladrillo	(gr)
Tipo 1: Muestra patrón 0.00% de virutas de Eucalipto.	15,000.00	1.00%	150.00	0.00%	0.00
Tipo 2: 0.25% de virutas de Eucalipto.	15,000.00	0.75%	112.50	0.25%	37.50
Tipo 3: 0.50% de virutas de Eucalipto.	15,000.00	0.50%	75.00	0.50%	75.00
Tipo 4: 0.75% de virutas de Eucalipto.	15,000.00	0.25%	37.50	0.75%	112.50

- Se estableció la cantidad de muestras para los ensayos de inmersión propuestos por (Micek, 2006), quien indica que el deterioro de los ladrillos de adobe deben ser evaluados en una y veinticuatro horas.

Tabla 8. Cantidad de ladrillos de adobe estabilizado por cada tipo de ensayo. Fuente: Propia.

Ensayos	Tipo 1: Muestra patrón 0.00% de virutas de Eucalipto.	Tipo 2: 0.25% de virutas de Eucalipto.	Tipo 3: 0.50% de virutas de Eucalipto.	Tipo 4: 0.75% de virutas de Eucalipto.
Ensayo de inmersión (1 hora)	2.00	2.00	2.00	2.00
Ensayo de inmersión (24 horas)	2.00	2.00	2.00	2.00
Total	4.00	4.00	4.00	4.00

- Se estableció el lugar de fabricación de los ladrillos, el cual fue en la zona de Choccoñopampa, a cinco minutos de la salida de Coracora, ya que se encuentra muy cerca al lugar de extracción de los suelos.



Figura 4. Zona destinada para la elaboración de adobes, Choccoñopampa. Fuente: Propia.

- Se buscaron, zarandearon, acopiaron y mezclaron los tres tipos de suelos como se puede ver en las figuras 5, 6, 7 y 8 respectivamente.



Figura 5. Proceso de búsqueda de suelos.
Fuente: Propia.



Figura 6. Proceso de zarandeo de suelos.
Fuente: Propia.



Figura 7. Tres tipos de suelos acopiados antes del iniciar el proceso de mezcla. Fuente: Propia.



Figura 8. Mezcla humedecida en reposo.
Fuente: Propia.

- Se procedió a separar la mezcla en cuatro rumas para poder incorporar las proporciones de Ichu y virutas de Eucalipto establecidas en la tabla 7.



*Figura 9. Ejemplo uno de ruma de mezcla humedecida para incorporación de Ichu y virutas de Eucalipto.
Fuente: Propia.*



*Figura 10. Ejemplo dos de ruma de mezcla humedecida para incorporación de Ichu y virutas de Eucalipto.
Fuente: Propia.*

- Se procedió a incorporar el Ichu y las virutas de Eucalipto de acuerdo a las proporciones establecidas en la tabla 7.



Figura 11. Incorporación de paja en la mezcla humedecida. Fuente: Propia.



Figura 12. Incorporación de virutas en la mezcla humedecida. Fuente: Propia

- Se procedió a moldear el adobe colocando cada tipo de mezcla en la adobera, de dimensiones 40cm x 20cm x 15cm, que previamente se había fabricado.



Figura 13. Proceso de moldeado del adobe. Fuente: Propia.

- Finalmente, en el día uno se concluyó con la fabricación de los 16 adobes para los dos tipos de ensayo de inmersión (de una y veinticuatro horas) y luego de quince días, se regresó a Chococñopampa para darle vuelta a los ladrillos con la finalidad de obtener un secado uniforme.



Figura 14. Fotografía panorámica de los adobes fabricados. Fuente: Propia.



Figura 15. Volteo de adobes luego de 15 días de secado. Fuente: Propia

1.1.2 Ensayo por unidad de adobe

1.1.2.1. Ensayo de inmersión

Este ensayo nos permite simular y evaluar el deterioro del adobe cuando se expone a inundaciones. Para ello, según lo propuesto por (Micek, 2006), se realizan dos ensayos, en el primero, un primer grupo de adobes se sumerge en su totalidad dentro de un cilindro con

agua por una hora, y en el segundo, un segundo grupo de adobes se sumerge en su totalidad dentro de un cilindro con agua por veinticuatro horas, para luego de pasado el tiempo respectivo, ser evaluados.

A continuación, se presentan los criterios para evaluación de daños:

Tabla 9. Criterios para evaluación de daños. Fuente: (Micek, 2006).

Clasificación	Símbolo	Descripción
Insignificante	N	El ladrillo no presenta ningún daño visible. No se presentan hendiduras con la presión de un dedo.
Ligero	L	El ladrillo no presenta ningún daño visible, pero se producen hendiduras con ligera presión.
Moderado	M	El ladrillo muestra deterioro visible y hendiduras con ligera presión. El agua que queda en el recipiente es marrón debido a la descomposición del ladrillo.
Severo	S	El ladrillo pierde la mayoría de sus superficies o bordes. El agua que queda en el recipiente es marrón y fangosa producto de la erosión, el ladrillo no puede soportar ninguna presión.

1.1.2.2. Ensayo de inmersión de una hora

Este ensayo representa una inundación de periodo corto. A continuación, se detalla el procedimiento.

- Se llenaron cuatro cilindros con agua hasta el borde y se colocaron los dos adobes por cada tipo de mezcla.



Figura 16. Cilindros llenos de agua para ensayo de inmersión de una hora. Fuente: Propia.



Figura 17. Inserción de dos adobes dentro de los cilindros para ensayo de inmersión de una hora. Fuente: Propia.

- Después de una hora se procedieron a retirar y verificar uno a uno los adobes para verificar el estado actual de cada uno.



Figura 18. Estado de la mezcla tipo 1 luego del ensayo de inmersión de una hora. Fuente: Propia.



Figura 19. Estado de la mezcla tipo 2 luego del ensayo de inmersión de una hora. Fuente: Propia.



Figura 20. Estado de la mezcla tipo 3 luego del ensayo de inmersión de una hora. Fuente: Propia.



Figura 21. Estado de la mezcla tipo 4 luego del ensayo de inmersión de una hora. Fuente: Propia.

1.1.2.3. Ensayo de inmersión de veinticuatro horas

Este ensayo representa una inundación de periodo largo. A continuación, se detalla el procedimiento.

- Se llenaron cuatro cilindros con agua hasta el borde y se colocaron los dos adobes por cada tipo de mezcla.



Figura 22. Cilindros llenos de agua para ensayo de inmersión de veinticuatro horas. Fuente: Propia.



Figura 23. Inserción de dos adobes dentro de los cilindros para ensayo de inmersión de veinticuatro horas. Fuente: Propia.

- Después de veinticuatro horas se procedieron a retirar y verificar uno a uno los adobes para verificar el estado actual de cada uno.



Figura 24. Estado de la mezcla tipo 1 luego del ensayo de inmersión de veinticuatro horas. Fuente: Propia.



Figura 25. Estado de la mezcla tipo 2 luego del ensayo de inmersión de veinticuatro horas. Fuente: Propia.



Figura 26. Estado de la mezcla tipo 3 luego del ensayo de inmersión de veinticuatro horas. Fuente: Propia.



Figura 27. Estado de la mezcla tipo 4 luego del ensayo de inmersión de veinticuatro horas. Fuente: Propia.

2. RESULTADOS

En el presente capítulo se expondrán los resultados obtenidos de los ensayos realizados:

2.1. Ensayo de inmersión de una hora

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos de inmersión de una hora, en donde el adobe se somete a una simulación de inundación de periodo corto.

Tabla 10. Resultados del ensayo de inmersión de una hora de la mezcla tipo 1. Fuente: Propia.

Muestra	Resultado
1.1.	Moderado
1.2.	Moderado

Tabla 11. Resultados del ensayo de inmersión de una hora de la mezcla tipo 2. Fuente: Propia.

Muestra	Resultado
2.1.	Moderado
2.2.	Moderado

Tabla 12. Resultados del ensayo de inmersión de una hora de la mezcla tipo 3. Fuente: Propia.

Muestra	Resultado
3.1.	Moderado
3.2.	Moderado

Tabla 13. Resultados del ensayo de inmersión de una hora de la mezcla tipo 4. Fuente: Propia.

Muestra	Resultado
4.1.	Moderado
4.2.	Moderado

2.2. Ensayo de inmersión de veinticuatro horas

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos de inmersión de veinticuatro horas, en donde el adobe se somete a una simulación de inundación de periodo largo.

Tabla 14. Resultados del ensayo de inmersión de veinticuatro horas de la mezcla tipo 1. Fuente: Propia.

Muestra	Resultado
1.1.	Severo
1.2.	Severo

Tabla 15. Resultados del ensayo de inmersión de veinticuatro horas de la mezcla tipo 2. Fuente: Propia

Muestra	Resultado
2.1.	Severo
2.2.	Severo

Tabla 16. Resultados del ensayo de inmersión de veinticuatro horas de la mezcla tipo 3. Fuente: Propia.

Muestra	Resultado
3.1.	Severo
3.2.	Severo

Tabla 17. Resultados del ensayo de inmersión de veinticuatro horas de la mezcla tipo 4. Fuente: Propia.

Muestra	Resultado
4.1.	Severo
4.2.	Severo

3. DISCUSION DE RESULTADOS

Los ensayos de inmersión de una hora presentan resultados moderados para todos los tipos de mezcla, mientras que los ensayos de inmersión de veinticuatro horas presentan resultados severos, también para los cuatro tipos de mezclas.

Los resultados similares para cada tipo de ensayo se deben básicamente a que se ha sustituido gradualmente el estabilizante fibroso por otro del mismo tipo, y no más bien, incorporado más estabilizante a la mezcla.

4. CONCLUSIONES

Los resultados muestran que las sustituciones porcentuales de paja por virutas de Eucalipto reaccionan mejor para inundaciones de periodos cortos que para inundaciones de periodos prolongados.

Luego del análisis del presente estudio, se espera que para investigaciones en donde se incorpore más estabilizante fibroso a la mezcla, en lugar de sustituir la paja, se obtengan resultados ligeros para ensayos de sometimiento prolongado.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar investigaciones en las cuales se sustituya porcentualmente la paja por virutas de Eucalipto y a su vez se incorpore un estabilizante impermeabilizante para estudiar

su comportamiento mixto. Se proponen dos principalmente, el extracto de cabuya y el mucílago de penca.

Se sugiere como próximo trabajo de investigación realizar ensayos de chorro de agua a los adobes estabilizados con sustitución de paja por virutas de Eucalipto.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Benites Zapata, V. (2017). *Adobe estabilizado con extracto de cabuya (furcraea andina)*. Piura: UDEP. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2993>
- Gutierrez Abanto, J. C. (2013). *Manual de laboratorio de Mecánica de suelos*. Lima: UPC. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/241548412/Guia-de-Laboratorios-MS-UPC>
- INEI. (2017). *Censos nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Lima: INEI. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf
- La Norma E.080. (2017). *Diseño y construcción con tierra reforzada*. Lima: El Peruano.
- Mantilla Calderón, J. C. (2018). *Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho*. Cajamarca: UNC. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1996>
- Micek, J. (2006). *Adobe Brick Design*. California.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2010). *Edificaciones antisísmicas de adobe*. Lima. Obtenido de http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MANUAL%20ADOBE.pdf
- Nieto Palomino, L. A., & Tello Perez, E. F. (2019). *Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú*. Lima: UPC. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/628256>
- Sánchez Sánchez, D. N. (2017). *Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín en las zonas rurales de San Ignacio, Cajamarca 2017*. Cajamarca: UCV. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31765>
- Tejada Schmidt, U. (2001). *Buena tierra apuntes para el diseño y construcción con adobe. Consideraciones sismorresistentes*. Lima: CIDAP. Obtenido de <http://biblio.uarm.edu.pe/cgi-bin/koha/opac->

detail.pl?biblionumber=43716&query_desc=au%3A%22Tejada%20Schmidt%2C%20Urbano%22

Vélez, G. (18 de Agosto de 2010). Arquitectura con barro. *Apuntes - Revista digital de arquitectura*. Obtenido de <http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2010/08/arquitectura-con-barro-arq-gonzalo.html>

Yu Chen, G. (2009). *Analysis of stabilized adobe in rural east Africa*. California. Obtenido de <https://digitalcommons.calpoly.edu/theses/176/>