

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**"Estabilización mecánica y química del adobe con resina de plátano para mejorar sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hidrológicos, Huánuco-2022"**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Arroyo Tacuchi, Job Mely

ASESORA: Garcia Echevarria, Ericka Selene

HUÁNUCO – PERÚ

2023

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructuras

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería civil

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47211364

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 23164212

Grado/Título: Maestro en diseño y construcción de obras viales

Código ORCID: 0000-0002-6375-6855

**DATOS DE LOS JURADOS:**

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Aguilar Alcantara, Leonel Marlo	Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción	43415813	0000-0002-0877-5922
2	Abal García, Bladimir Jhon	Maestro en ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	71509522	0000-0002-9301-2099
3	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

##### (A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día **viernes 24 de noviembre de 2023**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

❖ MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA	PRESIDENTE
❖ MG. BLADIMIR JHON ABAL GARCÍA	SECRETARIO
❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 2724 -2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO-2022", presentado por el (la) Bachiller. **Job Mely ARROYO TACUCHI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobada* por *Unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *11* y cualitativo de *Suficiente* (Art. 47).

Siendo las *17:00* horas del día 24 del mes de noviembre del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
\_\_\_\_\_  
MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA  
ORCID: 0000-0002-0877-5922  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
MG. BLADIMIR JHON ABAL GARCÍA  
ORCID: 0000-0002-9301-2099  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA  
ORCID: 0000-0002-5650-3745  
Vocal



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**

## **CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD**

Yo, Ericka Selene GARCÍA ECHEVARRÍA,  
asesor(a) del PA Ingeniería Civil y designado(a)  
mediante documento RESOLUCIÓN N° 405-2023-D-FI-UDH del (los)  
estudiante(s) ARROYO TACUCHI JOB MELY

....., de  
la investigación titulada:

.....  
“ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE  
PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A  
FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO-2022”  
.....

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del .....17 %  
verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software  
Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no  
constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de  
Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime  
conveniente.

Huánuco, 05 de DICIEMBRE de 2023.

---

**Mg. ERICKA S. GARCÍA ECHEVARRÍA**  
Código Orcid:0000-0002-6375-6855  
DNI. 23164212  
ASESOR

## ENTREGA 02

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>17</b> %	<b>17</b> %	<b>5</b> %	<b>9</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>4</b> %
<b>2</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3</b> %
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2</b> %
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad de Sevilla</b> Trabajo del estudiante	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad de Huanuco</b> Trabajo del estudiante	<b>1</b> %
<b>6</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>7</b>	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>9</b>	<b>tesis.ucsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %



Mg. Ericka S. Garcia Echevarria  
Código de Orcid: 0000-0002-6375-6855  
D.N.I. 23164212  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

A mis amados seres queridos, y a quienes me brindaron su apoyo.

En especial, a ti, querida madre, te dedico mi gratitud eterna.

## **AGRADECIMIENTOS**

A aquellos que nunca dejaron de estar, a los que brindaron su apoyo sin cesar.

A mi madre, pilar de mi existencia, por su amor y entrega sin resistencia.

Gracias, seres queridos, por su presencia.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPÍTULO I.....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	18
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	18
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.4.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA.....	19
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	19
1.4.3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	19
1.4.4. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	19
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.5.1. LIMITACIÓN TEÓRICA.....	20
1.5.2. LIMITACIÓN ESPACIAL.....	20
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	21
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	22
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	24

2.2.	BASES TEÓRICAS .....	24
2.2.1.	ADOBE CONVENCIONAL.....	24
2.2.2.	ADOBE ESTABILIZADO .....	25
2.2.3.	ESFUERZOS DE ROTURA MÍNIMOS EN ENSAYO DE LABORATORIO (NORMA E.080).....	25
2.2.4.	FORMAS Y DIMENSIONES DEL ADOBE (NORMA E.080).....	26
2.2.5.	REQUISITOS DE LOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE TIERRA REFORZADA (NORMA E.080).....	26
2.2.6.	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....	26
2.2.7.	ENSAYO DE ABSORCIÓN.....	26
2.2.8.	ENSAYO DE HUMECTACIÓN/SECADO .....	27
2.2.9.	ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA SWINBURNE (SAET) ..	27
2.2.10.	PRUEBA DE INMERSIÓN .....	28
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	29
2.3.1.	ADOBE .....	29
2.3.2.	ESTABILIZAR .....	29
2.3.3.	RESINA.....	29
2.3.4.	COMPACTACIÓN.....	29
2.3.5.	HIDROLOGÍA .....	30
2.3.6.	FENÓMENOS HIDROLÓGICOS .....	30
2.3.7.	HIDROFOBIA.....	30
2.3.8.	CICLO HIDROLÓGICO.....	30
2.3.9.	PRECIPITACIÓN .....	30
2.3.10.	INMERSIÓN .....	30
2.4.	HIPÓTESIS .....	30
2.5.	VARIABLES.....	31
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	31
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE .....	31
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	32
	CAPÍTULO III.....	33
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	33
3.1.1.	ENFOQUE .....	33

3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....	33
3.1.3. DISEÑO .....	33
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	34
3.2.1. POBLACIÓN .....	34
3.2.2. MUESTRA .....	34
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .	35
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	35
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS .....	38
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ...	46
CAPÍTULO IV.....	59
RESULTADOS.....	59
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	59
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	71
CAPÍTULO V.....	81
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	81
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	81
CONCLUSIONES .....	83
RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
ANEXOS.....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Criterios de aceptación .....	28
Tabla 2 Clasificación de resultados al Ensayo de Inmersión .....	29
Tabla 3 Distribución de muestras.....	35
Tabla 4 Esfuerzo absoluto promedio de resistencia a la compresión .....	61
Tabla 5 Resultados de las muestras sometidas al Ensayo de Absorción.....	63
Tabla 6 Resultados de las muestras sometidas al Ensayo de Humectación / Secado.....	65
Tabla 7 Resultados de las muestras sometidas al Ensayo de Erosión acelerada.....	67
Tabla 8 Resultados de las muestras sometidas al Ensayo de Inmersión.....	69
Tabla 9 Representación de los valores de prueba de normalidad para cada ensayo.....	71
Tabla 10 HG. Prueba t, igualdad de medias evaluadas en las muestras (SPSS).....	72
Tabla 11 HG. Prueba U de Mann-Whitney en las muestras .....	73
Tabla 12 Prueba de normalidad de Hipótesis Especifica 1 (SPSS) .....	74
Tabla 13 Prueba t para Hipótesis 1(SPSS).....	74
Tabla 14 Prueba U de Mann-Whitney para Hipótesis 1 (SPSS) .....	75
Tabla 15 Prueba de normalidad de Hipótesis Especifica 2 (SPSS) .....	76
Tabla 16 Prueba t para Hipótesis 2(SPSS).....	77
Tabla 17 Prueba U de Mann-Whitney para Hipótesis 2 (SPSS) .....	77
Tabla 18 Prueba de normalidad de Hipótesis Especifica 3 (SPSS) .....	78
Tabla 19 Prueba t para Hipótesis 3 (SPSS).....	79
Tabla 20 Prueba U de Mann-Whitney para Hipótesis 3 (SPSS) .....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de Ensayo.....	28
Figura 2 Ubicación de cantera .....	36
Figura 3 Extracción del agregado .....	36
Figura 4 Proceso de corte del tronco de plátano para la extracción de la resina de plátano .....	37
Figura 5 Proceso de recolección de la resina de plátano .....	37
Figura 6 Diseño y creación de estructura para estabilización mecánica.....	38
Figura 7 Hoja de cálculo para el ensayo de granulometría.....	40
Figura 8 Hoja de cálculo para el ensayo de resistencia a la compresión.....	41
Figura 9 Hoja de cálculo para el ensayo de absorción .....	42
Figura 10 Hoja de cálculo para el ensayo de humectación / secado .....	43
Figura 11 Hoja de cálculo para ensayo de erosión acelerada .....	44
Figura 12 Hoja de cálculo para ensayo de inmersión .....	45
Figura 13 Dosificación de la resina de plátano Dosificación de la resina de plátano.....	47
Figura 14 Cálculo del volumen de tierra .....	48
Figura 15 Cálculo del contenido óptimo de humedad.....	49
Figura 16 Llenado de mezcla en los moldes.....	50
Figura 17 Compactación de adobe .....	51
Figura 18 Desmolde del adobe .....	51
Figura 19 Producto final.....	52
Figura 20 Procedimiento del ensayo a compresión .....	53
Figura 21 Procedimiento de ensayo de absorción .....	54
Figura 22 Procedimiento de ensayo de humectación / secado.....	56
Figura 23 Procedimiento de ensayo de erosión.....	57
Figura 24 Procedimiento del ensayo de inmersión .....	58
Figura 25 Análisis Granulométrico .....	59
Figura 26 Resultados obtenidos del Ensayo Granulométrico .....	60
Figura 27 Diagrama de barras de los resultados del ensayo de Resistencia a la compresión.....	61
Figura 28 Medias de las muestras del ensayo de Resistencia a la Compresión .....	62

Figura 29 Diagrama de barras de las muestras sometidas al Ensayo de Absorción.....	63
Figura 30 Medias de las muestras del Ensayo de Absorción .....	64
Figura 31 Diagrama de barras de las muestras sometidas al Ensayo de Humectación / Secado.....	65
Figura 32 Medias de las muestras del Ensayo Humectación/Secado .....	66
Figura 33 Diagrama de barras de las muestras sometidas al Ensayo de Erosión acelerada .....	67
Figura 34 Medias de las muestras del Ensayo Erosión Acelerada .....	68
Figura 35 Diagrama de barras de las muestras sometidas al Ensayo de Inmersión.....	69
Figura 36 Medias de las muestras del Ensayo de Inmersión.....	70

## RESUMEN

Esta investigación se denomina “Estabilización Mecánica y Química del Adobe Con Resina de Plátano para Mejorar sus Propiedades Hidrofóbicas Frente a Fenómenos Hidrológicos, Huánuco-2022”, fue desarrollado con el propósito de mejorar las características hidrofóbicas del adobe, un material estructural ampliamente utilizado en zonas costeras y alto andinas con recursos económicos limitados, el enfoque se centró en abordar los desafíos relacionados con fenómenos hidrológicos como lluvias, inundaciones, precipitaciones pluviales y otros relacionados con el comportamiento de masas de agua, estabilizando al adobe mecánica y químicamente, con la finalidad de encontrar soluciones para fortalecer su resistencia y durabilidad en condiciones adversas relacionadas con el agua.

El objetivo general fue medir en cuánto mejora las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hidrológicos, estabilizándolos mecánica y químicamente con resina de plátano, Huánuco – 2022. Para medir en cuánto mejora se realizó 5 tipos de ensayos de laboratorio; esfuerzo absoluto, ensayo de absorción, ensayo de humectación/secado, ensayo de erosión acelerada y ensayo de inmersión en una muestra total de 200 adobes, comparando los resultados de, adobes convencionales basado en la NTP E. 080, versus adobes mejorados mediante la estabilización mecánica y química con resina de plátano en dosificaciones de 1 lt/m<sup>3</sup>, 2 lt/m<sup>3</sup> y 3 lt/m<sup>3</sup> de tierra.

En cuanto a la metodología, la investigación es de enfoque cuantitativo y de nivel explicativa, porque se analizó la influencia entre las variables dependiente e independiente, es decir, si la estabilización mecánica y química con resina de plátano influye en las propiedades hidrofóbicas del adobe, buscando una solución a la problemática encontrada, aplicando el diseño cuasi experimental, planteando la siguiente hipótesis, la estabilización mecánica y química con resina de plátano mejora las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hidrológicos.

Como resultado, para la contrastación y prueba de hipótesis; de la prueba de normalidad se concluyó el uso de la prueba de Shapiro Wilk debido

a que la muestra es menor a 30 con respecto a cada ensayo. Además, Según el nivel de significancia,  $P \geq 0.05$ , los ensayos de esfuerzo absoluto, erosión acelerada y porcentaje de absorción cumplen con el criterio de análisis paramétrico; por lo tanto, estos fueron analizados por el método de T de Student. En cambio, los ensayos de humectación/secado y ensayo de inmersión cumplen con el criterio de análisis no paramétrico por lo que fueron analizados por el método de U de Mann-Whitney, porque su nivel de significancia P es menor que 0.05. Se llegó a los resultados de que los adobes estabilizados mecánica y químicamente con resina de plátano superan ampliamente a los adobes convencionales en todos los ensayos sometidos

Por último, se concluyó que la hipótesis es verdadera, mediante la estabilización mecánica y química del adobe con resina de plátano se logró mejorar las propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hidrológicos, evidenciando la influencia de la variable independiente sobre la dependiente.

**Palabras clave:** Adobe, estabilización mecánica, estabilización química, propiedades hidrofóbicas, fenómenos hidrológicos.

## ABSTRACT

This research is titled "Mechanical and Chemical Stabilization of Adobe with Banana Resin to Enhance its Hydrophobic Properties Against Hydrological Phenomena, Huánuco-2022." It was developed with the purpose of improving the hydrophobic characteristics of adobe, a widely used structural material in coastal and high Andean areas with limited economic resources. The focus was on addressing challenges related to hydrological phenomena such as rainfall, floods, rainfall, and other water-related behaviors by mechanically and chemically stabilizing adobe to find solutions to strengthen its resistance and durability in adverse water-related conditions.

The overall objective was to measure how much the hydrophobic properties of adobe improve against hydrological phenomena by mechanically and chemically stabilizing it with banana resin, Huánuco - 2022. To measure the improvement, five types of laboratory tests were conducted: absolute stress test, absorption test, wetting/drying test, accelerated erosion test, and immersion test on a total sample of 200 adobe blocks. The results of conventional adobe based on NTP E. 080 were compared with adobe improved through mechanical and chemical stabilization with banana resin at dosages of 1 lt/m<sup>3</sup>, 2 lt/m<sup>3</sup>, and 3 lt/m<sup>3</sup> of soil.

Regarding the methodology, the research is quantitative and explanatory in nature because it analyzed the influence between the dependent and independent variables, i.e., whether mechanical and chemical stabilization with banana resin influences the hydrophobic properties of adobe, seeking a solution to the identified problem. The quasi-experimental design was applied, and the following hypothesis was formulated: mechanical and chemical stabilization with banana resin improves the hydrophobic properties of adobe against hydrological phenomena.

As a result, for hypothesis testing, the Shapiro-Wilk test was chosen due to the sample size being less than 30 for each test. Furthermore, at the significance level  $P \geq 0.05$ , the absolute stress, accelerated erosion, and absorption percentage tests met the criteria for parametric analysis and were

analyzed using the Student's t-test. In contrast, the wetting/drying and immersion tests met the criteria for non-parametric analysis, and the Mann-Whitney U test was used because their significance level P is less than 0.05. The results showed that adobes mechanically and chemically stabilized with banana resin outperformed conventional adobes in all tests conducted.

In conclusion, it was found that the hypothesis is true; mechanical and chemical stabilization of adobe with banana resin successfully improved its hydrophobic properties against hydrological phenomena, demonstrating the influence of the independent variable on the dependent variable.

**Keywords:** Adobe, mechanical stabilization, chemical stabilization, hydrophobic properties, hydrological phenomena.

## INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, el adobe o tapial ocupa el segundo lugar como material más utilizado en las fachadas de las viviendas en Perú, con un impresionante total de 2,148,494 hogares construidos con este método, que representa aproximadamente el 27.9% del total de viviendas en el país. Este hecho destaca la relevancia y arraigo de esta técnica constructiva en la cultura y tradición peruana (INEI, 2018).

Específicamente en la región de Huánuco, se observa un notable número de viviendas construidas con adobe o tapial. Según el censo realizado en el 2018, se registraron 55,300 hogares en esta región, que emplean esta técnica constructiva característica. Estas viviendas representan alrededor del 2.57% del total de viviendas de adobe en todo el país (INEI, 2018).

Estos datos demuestran claramente la prevalencia y preferencia por el adobe o tapial como material de construcción en Perú, tanto a nivel nacional como en la región de Huánuco. Su popularidad se debe a diversos factores, como su disponibilidad, bajo costo, adaptabilidad al clima y su capacidad para brindar confort y protección en diferentes condiciones ambientales. Además, el uso del adobe también refleja la preservación de las técnicas tradicionales y el valor cultural que se le otorga a la construcción con materiales autóctonos.

En vista de las condiciones climáticas adversas que enfrentan las viviendas de adobe, es importante abordar los desafíos relacionados con los fenómenos hidrológicos que pueden provocar su deterioro estructural. Es común que las precipitaciones pluviales generen un impacto significativo en estas construcciones, ya que el adobe es susceptible a la penetración del agua y su exceso puede comprometer su estabilidad.

Para garantizar la durabilidad y resistencia de las viviendas de adobe frente a las condiciones climáticas, se hace necesaria la mejora de la impermeabilidad de este material. Esto implica tomar medidas para reducir la absorción de agua y mejorar el drenaje en las estructuras de adobe. Al aplicar técnicas y soluciones adecuadas, es posible minimizar los efectos negativos

de las precipitaciones pluviales y otros fenómenos hidrológicos en estas viviendas.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial, los inéditos niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera y el consiguiente incremento de la temperatura han llevado a nuestro planeta a un territorio desconocido, generando consecuencias de gran magnitud para las generaciones actuales y venideras. Durante los primeros seis meses del año 2022, se registraron fenómenos meteorológicos en algunas zonas del norte de América del Sur que provocaron precipitaciones graves y prolongadas. Estos sucesos se relacionaron con los datos observados en los primeros nueve meses del año 2021 y fueron causados por el efecto temporal de enfriamiento del episodio del fenómeno de La Niña (OMM, 2022).

En todo el mundo, la construcción en adobe se considera una solución ecológica y vanguardista frente a los desafíos que plantean los cambios climáticos actuales (Filho, 2007).

De manera global en el mundo el adobe es un sistema constructivo sostenible, sano y económico; como su principal desventaja notable es su fragilidad frente a desastres naturales como sismos, precipitaciones pluviales, inundaciones y humedad.

Existen diferentes tipos de clima en nuestro país, que se extienden por distintas regiones geográficas. En la costa, encontramos un clima árido y templado, mientras que en la sierra el clima es lluvioso y frío. Por otro lado, en la selva el clima es muy lluvioso y cálido. En cuanto a las precipitaciones, en el norte de nuestro país se registran acrecentamientos anuales pluviales de 230 mm. En la sierra norte, las precipitaciones pluviales alcanzan los 1000 mm, mientras que en la sierra central varía de 500 mm en el sector occidental a 700 mm en el sector oriental. En la sierra sur, encontramos precipitaciones de 250 mm en el flanco occidental y 850 mm en el flanco oriental. En la

Amazonia, las lluvias ocurren durante todo el año, pero los mayores acumulados se registran durante los meses de verano (SENAMHI, 2020).

Estas condiciones climáticas hacen que las viviendas de adobe se vean afectadas por fenómenos hidrológicos, ocasionando su deterioro estructural producto de las precipitaciones pluviales, por lo cual es necesario mejorar la permeabilidad de este elemento constructivo.

En todo el territorio peruano, el adobe o tapial se posiciona como el segundo material más empleado en las paredes exteriores de las viviendas, con un total de 2 millones 148 mil 494 hogares, lo que simboliza aproximadamente el 27.9% del conjunto de hogares en el país (INEI, 2018).

El clima de Huánuco se caracteriza por ser cálido y templado, con precipitaciones pluviales distribuidas a lo largo de todo el año. La temperatura media anual se sitúa en torno a los 14.5 °C, y la cantidad de precipitación anual alcanza los 1150 mm (CLIMATE, 2022).

Las lluvias intensas ocurridas recientemente en Huánuco han generado daños en inmuebles y redes de transporte en distintas zonas de nuestro país, según los informes enviados al centro de monitoreo del Centro de Operaciones de Emergencia Regional (ANDINA, 2022).

Según el censo llevado a cabo por el INEI en 2018, en Huánuco se contabilizan 55,300 viviendas construidas con adobe o tapial, representando el 2.57% del total de inmuebles del Perú (INEI, 2018).

En conclusión, la construcción con tierra es común en zonas andinas y costeras debido a su bajo costo y capacidad de regular la temperatura. Sin embargo, su baja resistencia al agua plantea la necesidad de mejorar sus propiedades hidrofóbicas. Se han realizado investigaciones para encontrar soluciones, como el uso de aditivos, estabilizantes y revestimientos protectores. Estas mejoras buscan prolongar la vida útil de las estructuras de tierra y garantizar su resistencia al agua. Optimizar estas propiedades es fundamental para conservar y fortalecer las edificaciones en estas áreas.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿En qué medida mejorará las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hidrológicos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano, Huánuco - 2022?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿En cuánto mejorará el adobe sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hidrológicos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 1lt/m<sup>3</sup> de tierra?
- ¿En cuánto mejorará el adobe sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hidrológicos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 2lt/m<sup>3</sup> de tierra?
- ¿En cuánto mejorará el adobe sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hidrológicos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 3lt/m<sup>3</sup> de tierra?

## **1.3. OBJETIVO GENERAL**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Medir en cuánto mejora las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hidrológicos mediante la estabilización mecánica y químicamente con resina de plátano, Huánuco - 2022.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Medir las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 1lt/m<sup>3</sup> de tierra.
- Comprobar las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 2lt/m<sup>3</sup> de tierra.

- Valorar las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 3lt/m<sup>3</sup> de tierra.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA**

En términos sociales y económicos, el adobe es ampliamente utilizado como material de construcción en zonas andinas y costeras recursos económicos limitados. Es una opción económica y ecológica. Sin embargo, debido a las constantes precipitaciones pluviales durante el invierno, que causan deterioro en las viviendas de adobe debido al intemperismo, se busca mejorar la calidad de este material en términos de sus propiedades hidrofóbicas.

### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

En esta investigación, se utilizan materiales de bajo costo económico y de fácil extracción, con el objetivo de hacer su uso práctico en la elaboración de adobes con una mayor resistencia al agua en comparación con los adobes convencionales.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

A nivel teórico, con la adición del material propuesto en esta investigación, mediante los ensayos de laboratorio realizados para determinar las propiedades hidrofóbicas de los adobes mejorados, se busca superar los estándares de calidad establecidos en la Norma E 0.70 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada.

### **1.4.4. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

A nivel metodológico la serie de técnicas o procesos para la demostración de las hipótesis planteadas en esta investigación, contemplan una serie de ensayos y pruebas que se abrazan a

normativas peruana y española, que podrían servir como guía de procedimientos para investigaciones futuras.

## **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. LIMITACIÓN TEÓRICA**

A nivel teórico se encontró muy poca bibliografía sobre el comportamiento de las propiedades hidrofóbicas del adobe por lo que se buscó superar las propiedades del adobe mejorado respecto a la Norma E0.80 y el uso de adobes convencionales.

### **1.5.2. LIMITACIÓN ESPACIAL**

Para esta investigación se evalúa una cantidad considerable de muestras de adobe sometidas a pruebas hidrofóbicas lo que conlleva a un gran plazo en el tiempo.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La viabilidad de esta investigación radica en el objetivo de mejorar las propiedades hidrofóbicas del adobe, un material ampliamente utilizado en zonas andinas y costeras con limitaciones económicas y altas precipitaciones pluviales durante el invierno. Al abordar esta mejora, se busca fortalecer la durabilidad y resistencia del adobe ante los desafíos del clima, lo que podría tener un impacto significativo en la calidad de vida de las comunidades locales. Además, al tratarse de un material local y económico, estas mejoras podrían implementarse de manera accesible y sostenible en dichas regiones.

Otra razón por la que esta investigación es viable, es porque en la actualidad, se reconoce al adobe como un material ecológico y renovable, y se está considerando la construcción en adobe como una opción sustentable.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Fabri et al. (2019), “Construcción con tierra: Adobe con adición de aceites vegetales” Revista Nacional de Gerencia de Ciudades, Brasil. En este simposio se sustenta que las construcciones con tierra son sustentables, de bajo consumo de energía y de residuos sólidos. Su objetivo fue buscar la necesidad de impermeabilizar este material mediante la aplicación de biopolímeros como lo son los vegetales, como resultado mejorando considerablemente la resistencia a la absorción del agua adicionando entre 2% y 4% del volumen de la masa del adobe en aceites vegetales. Para la determinación de los resultados respecto a la absorción del agua en el adobe se usó el ensayo establecido en la Norma Brasileira NBR 13555 (ABNT, 2012).

Ordoñez (2019), “Resiliencia constructiva de los muros en edificaciones de adobe” Universidad Católica de Cuenca, Ecuador. El objetivo de esta investigación fue identificar las patologías y mecanismos de falla más relevantes en las construcciones elaboradas con adobe, encontrando entre estas patologías, fallas por humedad en los tabiques de adobe y agrietamiento en los revoques producto de las condiciones climáticas de la zona. En su investigación aborda aspectos históricos y normativas aplicables establecidos en el país de estudio obteniendo como una de sus soluciones la utilización de mallas electrosoldadas como solución a las distintas fallas patológicas encontradas en su investigación.

Sanchez y Chaparro (2019), “Impermeabilizante natural a partir de la ceniza cascarilla de arroz para muros en adobe” Universidad La Gran Colombia, Colombia. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un

impermeabilizante natural utilizando la cascarilla del arroz y aplicarlo en prototipos de adobe, dicho estudio con la finalidad de que no genere un gran impacto ambiental. La metodología empleada fue experimental tras una serie de análisis de aspectos identificados. En su investigación se demostró que los adobes mejorados con la ceniza cascarilla de arroz tienen mayor resistencia a la humedad respecto a los adobes convencionales.

Orjuela y Urrego (2018), “Desarrollo del recubrimiento natural (Nopal) para fachadas en viviendas en adobe de la Candelaria” Universidad La Gran Colombia, Colombia. En este trabajo de investigación se propone la viabilidad de implementar un recubrimiento ecológico con la finalidad de controlar la saturación de agua en las fachadas de las viviendas edificadas en adobe. La calidad de este tipo de adobe mejorado en esta investigación se midió en base a los estándares de la normativa peruana E.080 del año 2017. Las conclusiones de esta investigación no son muy precisas, sin embargo, sí cabe resaltar en esta investigación que a medida que el Nopal madura durante más tiempo, pierde sus propiedades impermeabilizantes, lo que lo hace más adecuado como recubrimiento en el pañete. El ensayo que se realizó para esta investigación fue el de absorción de humedad.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Barrera et al. (2018), “Construcciones de adobe resistentes a exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones” Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería. En esta investigación, se propuso evaluar la respuesta de una edificación de adobe ante la exposición al agua y las inundaciones. Para desarrollar este estudio, se tomaron como muestra cuatro opciones diferentes: muro de adobe con sobrecimiento de concreto sin refuerzo de acero, muro de adobe con sobrecimiento de albañilería (ladrillos), muro de adobe con sobrecimiento acabado en tarrajeo y muro de adobe sin protección, que se utilizó como grupo de control; sometiendo a ensayos de absorción y succión a las unidades, además de inundaciones simuladas, como

resultado de la investigación, se encontró que los muros de adobe con sobrecimiento de concreto simple exhibieron un mejor desempeño en comparación con las demás muestras evaluadas.

Baldoceda (2019), “Aplicación de la savia de nopal como impermeabilizador en construcciones de adobe en el barrio Cecilio Limaymanta de Tarma – Junín” Universidad Católica Sedes Sapientiae. El objetivo de esta investigación fue la de impermeabilizar las construcciones de adobe con la savia del nopal. En el desarrollo de este estudio, se emplearon bloques de adobe de dimensiones 30x15x10cm, las cuales fueron tratadas con la adición de savia de nopal en concentraciones del 3%, 5%, 7% y 9%. Los resultados indicaron que las unidades con adiciones del 7% y 9% de savia de nopal mostraron un mejor desempeño en comparación con las demás. Las muestras se sometieron a pruebas de granulometría, resistencia, plasticidad, límite líquido, límite plástico, absorción y erosión.

Vasquez (2018), “Propiedades mecánicas e hidrofóbicas de adobes compactados al incorporar estearato de zinc” UPN-Cajamarca. En esta investigación se estudió a las muestras de adobe con adiciones de 1%, 2% y 3% de su peso en tierra para evaluar la fluctuación de las características mecánicas e hidrofóbicas de los adobes compactados, se realizaron ensayos de compresión, tracción y absorción; se observó que la absorción disminuye en 6.31%, 12.64% y 20.56% respectivamente, que la resistencia a la compresión aumenta en 26%, 3% y -14% respectivamente y que la resistencia a la tracción disminuye en 17%, 24% y 29% respectivamente.

Barrios (2020), “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” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. En el marco de esta investigación, se analizó la respuesta ante inundaciones de la resistencia en periodos cortos y prolongados de ladrillos de adobe típicos, así como de aquellos estabilizados en un 25%, 50% y 75% con viruta de eucalipto. Los hallazgos en los ensayos de

inmersión durante 24 horas revelaron un deterioro severo en todas las muestras, mientras que los ensayos de inmersión de una hora mostraron un deterioro moderado en todas las muestras. Como conclusión, se determinó que las muestras expuestas a inundaciones prolongadas presentaron daños significativos.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Morales (2018), “Comparación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe elaborado con aditivos impermeabilizantes y la norma E.080” Universidad Nacional Hermilio Valdizán. El objetivo principal de esta investigación es estudiar la incorporación de aditivos impermeabilizantes en los adobes, con el propósito de cumplir con los estándares establecidos por la norma E.080. Los resultados obtenidos en este estudio revelaron que se superaron significativamente los requisitos mínimos establecidos por la norma en las pruebas de resistencia a la compresión, compresión de pilas, tracción indirecta de muretes, absorción, densidad y succión.

Díaz (2019), “Análisis de la resistencia de unidades de adobe compactado con aditivos impermeabilizantes Perma-Zyme, Huánuco-2019” Universidad de Huánuco. En esta investigación, se sometieron las unidades de adobe tratadas con el aditivo impermeabilizante Perma-Zyma a ensayos de resistencia a la compresión. Se demostró cómo este aditivo mejora y aumenta la resistencia a la compresión de las unidades de adobe, superando los requisitos establecidos en la norma E.080.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. ADOBE CONVENCIONAL**

Es un tipo de bloque de barro fabricado a mano utilizando moldes, generalmente de madera, y con formas diversas según su aplicación. Estos bloques de barro se secan al aire libre y se utilizan en la construcción de muros de adobe, los cuales se ensamblan con mortero de tierra (Arquitectos Sen Fronteiras, 2010).

### **2.2.2. ADOBE ESTABILIZADO**

Es aquel en el que se incorporan diversos elementos como asfalto, cemento, cal, entre otros, con el objetivo de fortalecer su resistencia a la compresión y su firmeza ante la humedad (MVCS, 2010).

- a) Estabilización Mecánica: Al emplear técnicas de compactación estática, dinámica o mixta, se logra aumentar la capacidad resistente del material. La compactación contribuye a incrementar la densidad del adobe, lo cual a su vez mejora su resistencia mecánica al reducir los espacios vacíos presentes en la unidad de adobe debido a la compactación realizada (Benites, 2017).
- b) Estabilización Química: Es cuando se modifica la estructura granular de la unidad de adobe mediante la adición de agentes químicos ya sean aceites, cal, productos puzolánicos, resinas, polímeros, etc.; con la finalidad de mejorar la cohesión y disminuir la plasticidad en las unidades de adobe (Benites, 2017).
- c) Estabilización Física: El objetivo de esta técnica es incrementar las propiedades físicas de la tierra utilizada en la construcción de las unidades de adobe. Esto se logra a través de la adición de fibras o mediante la estabilización granulométrica durante el procedimiento de preparación de la tierra para la construcción de las unidades de adobe (Benites, 2017).

### **2.2.3. ESFUERZOS DE ROTURA MÍNIMOS EN ENSAYO DE LABORATORIO (NORMA E.080)**

Según lo establecido en la Norma E.080, los requisitos mínimos de esfuerzos de rotura o resistencias mínimas son los siguientes: en el ensayo de compresión del material, se mide en cubos de 10 cm de arista, y la resistencia última se calcula utilizando la expresión  $f_0=1.0\text{MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$ . Para medir la resistencia a la tracción del material (adobe), se espera que la resistencia última sea de  $0.08 \text{ MPa} = 0.81 \text{ kgf/cm}^2$  (Norma E.080, 2017).

#### **2.2.4. FORMAS Y DIMENSIONES DEL ADOBE (NORMA E.080)**

A menos que se trate de una excepción, el adobe debe tener una forma cuadrada o rectangular, evitando en lo posible ángulos diferentes a 90°; además, su longitud no debe exceder los 40 cm. El bloque rectangular debe cumplir con la condición de tener una longitud que sea el doble de su ancho, y su altura debe estar comprendida entre 8 y 12 cm (Norma E.080, 2017).

#### **2.2.5. REQUISITOS DE LOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE TIERRA REFORZADA (NORMA E.080)**

Para la tierra: es necesario asegurarse de que la tierra contenga la cantidad adecuada de arcilla y que no tenga un exceso de materia orgánica. Estos aspectos se evaluarán mediante las pruebas indicadas en los anexos 1 y 2 de la Norma E.080 (Norma E.080, 2017).

Para el agua: el agua utilizada debe ser potable y estar exenta de impurezas o partículas en suspensión (Norma E.080, 2017).

#### **2.2.6. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Esta prueba tiene como objetivo demostrar la capacidad de resistir una carga axial de la unidad de albañilería de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas en la NTP 399.605: Unidades de albañilería. Según los lineamientos de la Norma, se puede utilizar cualquier máquina de laboratorio destinada a este ensayo, siempre y cuando la máquina de ensayo cumpla con una precisión de  $\pm 1\%$  en el rango de carga previsto (NTP 399.605, 2013).

#### **2.2.7. ENSAYO DE ABSORCIÓN**

Ensayo basado en las normas NTP 399.604 y 399.613 (Unidades de albañilería) para calcular la capacidad de absorción de las unidades de adobe ensayadas. Esta capacidad se expresa en porcentaje y se

determina después de sumergirlas completamente durante 24 horas (NTP 399.613, 2005).

### **2.2.8. ENSAYO DE HUMECTACIÓN/SECADO**

Durante este ensayo, las piezas son sometidas a ciclos de humectación y secado para simular condiciones de exposición severa. Esto permite evaluar su resistencia y desempeño en situaciones de humedad y fluctuaciones de temperatura, donde se realiza la verificación de que, después de someter las piezas a seis ciclos de humectación y secado, no presenten las siguientes condiciones (UNE 41410, 2008):

- 01 modelo de grietas aleatorio.
- 02 modelo de grietas en estrella.
- 03 hinchamiento local.
- 04 picado local en al menos 5 zonas.
- 05 pérdida general o local de capas de suelo.
- 06 penetración de agua en más del 70% en la anchura del adobe.
- 07 pérdida de fragmentos mayores a 50 mm excepto de los que provengan de la parte comprendida entre los bordes y 50mm hacia adentro.
- 08 eflorescencia en la superficie.

### **2.2.9. ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA SWINBURNE (SAET)**

Este ensayo somete a las unidades de adobe a una exposición severa y califica su condición en función del daño causado, evaluando la profundidad de la erosión ocasionada en cada unidad. Las unidades de adobe se clasifican como aptas o no aptas según los resultados obtenidos (UNE 41410, 2008).

**Tabla 1**

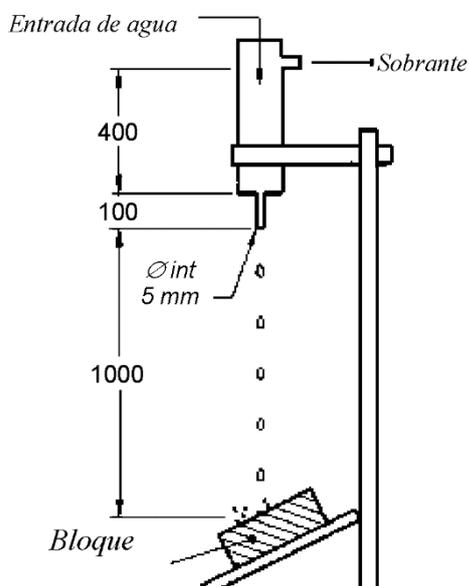
*Criterios de aceptación*

PROFUNDIDAD	CRITERIO	RESULTADOS
D, (Profundidad de la oquedad en mm)	$0 \leq D \leq 10$	Bloque apto
	$D > 10$	Bloque no apto

*Nota.* En la tabla se muestra los criterios de aceptación de las muestras, Fuente. Norma Española UNE 41410.

**Figura 1**

*Esquema de Ensayo*



*Nota.* Adaptado de Norma Española UNE 41410, ensayo SWINBURNE.

## 2.2.10. PRUEBA DE INMERSIÓN

Se trata de una prueba empírica no estandarizada propuesta por Micek et al. en 2006, citado por Benites en 2017. Este ensayo tiene como objetivo evaluar la durabilidad de los adobes mediante su exposición a condiciones de inundación. El autor estableció clasificaciones no convencionales para calificar el adobe en función de la severidad de los daños observados.

**Tabla 2**

*Clasificación de resultados al Ensayo de Inmersión*

CLASIFICACIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Despreciable	N	La unidad no muestra daño visible
Ligero	L	La unidad no muestra daño visible, pero podría ocurrir con una ligera presión
Moderado	M	La unidad muestra daños estructurales visibles y hendiduras con una ligera presión
Severo	S	La unidad pierde la mayor parte de sus superficies o bordes, el agua que se queda en el tanque es de color marrón

*Nota.* Micek et al, 2006

### **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

#### **2.3.1. ADOBE**

“Mezcla de barro y paja en forma de ladrillo, el cual se deja secar al aire libre de manera natural” (RAE, 2021).

#### **2.3.2. ESTABILIZAR**

“Dar a algo estabilidad” (RAE, 2021).

#### **2.3.3. RESINA**

Material sólido o pastoso, que no se disuelve en agua, pero es soluble en alcohol y aceites esenciales, y puede arder al entrar en contacto con el fuego; se obtiene de forma natural como un producto que fluye de varias plantas (RAE, 2021).

#### **2.3.4. COMPACTACIÓN**

Proceso en el cual se aplica energía al suelo suelto con el fin de reducir los espacios vacíos y aumentar su densidad. Este procedimiento mejora las propiedades mecánicas del suelo, como su capacidad de soporte y estabilidad, entre otras. El objetivo principal es mejorar la calidad y las características del suelo mediante la eliminación de vacíos y el aumento de su densidad (UNAM, 2020).

### **2.3.5. HIDROLOGÍA**

“La ciencia que se ocupa del estudio del ciclo hidrológico” (Moran, 2016, P01).

### **2.3.6. FENÓMENOS HIDROLÓGICOS**

Son aquellos fenómenos naturales que ocurren con el agua (Significados, 2022).

### **2.3.7. HIDROFOBIA**

Término que se utiliza para describir la repelencia o resistencia al agua (RAE, 2021).

### **2.3.8. CICLO HIDROLÓGICO**

Es el proceso mediante el cual el agua se transforma y se desplaza en la naturaleza, abarcando diferentes estados como sólido, líquido y gaseoso, así como diferentes formas como agua superficial, agua subterránea, entre otras (Moran, 2016, p. 01).

### **2.3.9. PRECIPITACIÓN**

La precipitación se refiere a cualquier forma de humedad que se origina en las nubes y llega a la superficie terrestre. Bajo esta definición, la lluvia, el granizo, la llovizna y la nieve son diferentes formas del mismo fenómeno de la precipitación (Moran, 2016, p. 15).

### **2.3.10. INMERSIÓN**

Acción de introducir o introducirse algo en un fluido (RAE, 2021)

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **HG: HIPÓTESIS GENERAL**

La estabilización mecánica y química con resina de plátano mejora las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hidrológicos.

## **HO: HIPÓTESIS NULA**

La estabilización mecánica y química del adobe con resina de plátano no mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hidrológicos.

## **HE1: HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1**

El adobe mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 1lt/m<sup>3</sup> de tierra.

## **HE2: HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2**

El adobe mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 2lt/m<sup>3</sup> de tierra.

## **HE3: HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3**

El adobe mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 3lt/m<sup>3</sup> de tierra.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

**Y:** Propiedades hidrofóbicas del adobe.

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

**X:** Estabilización mecánica y química con resina de plátano.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
X ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA CON RESINA DE PLÁTANO	Estabilización; implica mejorar la estructura del material, incrementando su fuerza y capacidad de carga (Yepes, 2014).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ESTABILIZACIÓN MECÁNICA + 1 LT/m<sup>3</sup> DE TIERRA</li> <li>• ESTABILIZACIÓN MECÁNICA + 2 LT/m<sup>3</sup> DE TIERRA</li> <li>• ESTABILIZACIÓN MECÁNICA + 3 LT/m<sup>3</sup> DE TIERRA</li> </ul>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NORMA E0.80	FICHA DE LABORATORIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	<b>ESCALA:</b> DIMENSIONAL <b>METODOLOGÍA:</b> ENFOQUE CUANTITATIVO
Y PROPIEDADES HIDROFÓBICAS DEL ADOBE	Término que se utiliza para describir la repelencia o resistencia al agua (RAE, 2021)	RESISTENCIA A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS	ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 399.613 HUMECTACIÓN/SECADO UNE 41410 EROSIÓN ACELERADA UNE 41410 ENSAYO DE INMERSIÓN UNE 41410	FICHA DE LABORATORIO DE: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ENSAYO DE ABSORCIÓN</li> <li>• HUMECTACIÓN/SECADO</li> <li>• EROSIÓN ACELERADA</li> <li>• INMERSIÓN</li> </ul>	<b>ESCALA:</b> DIMENSIONAL <b>METODOLOGÍA:</b> ENFOQUE CUANTITATIVO

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. ENFOQUE**

La investigación se fundamenta en un enfoque cuantitativo, ya que se recopilarán y analizarán datos de las muestras sometidas a ensayos de laboratorio, y dichos resultados serán cuantificados mediante valores numéricos. La siguiente sección proporciona el respaldo a esta afirmación.

El enfoque cuantitativo se basa en recopilar y analizar datos mediante mediciones numéricas, conteos y el uso frecuente de técnicas estadísticas para verificar la hipótesis (Hernández, Fernández y Baptista, 2003).

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

Según la clasificación de Dankhe, el alcance de esta investigación es de tipo explicativa, ya que se manipulará intencionalmente la variable independiente para probar la hipótesis teniendo como objetivo medir en cuanto mejora las propiedades hidrofóbicas del adobe a través de la estabilización mecánica y química con resina de plátano.

Arias (2012), la investigación explicativa busca probar la relación de causa y efecto.

##### **3.1.3. DISEÑO**

El diseño de esta investigación es cuasi experimental porque el propósito de este estudio es probar la relación entre las variables, propiedades hidrofóbicas del adobe y su estabilización mecánica y química con resina de plátano y a su vez porque la asignación de las unidades de estudio no fue aleatoria.

La metodología de diseño de investigación cuasi experimental, es aquella donde el criterio de asignación de las unidades de estudio no se rige por las leyes del azar, es decir, la elección de las unidades es intencionada, este diseño tiene el mismo propósito que los estudios experimentales, evaluar la relación causal entre las variables (Arnau, 1995).

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

Según Arias (2006), la población se define como un grupo de elementos, ya sea finito o infinito, que comparten características comunes y sobre los cuales se generalizarán las conclusiones de la investigación. Esta población se delimita en función del problema y los objetivos del estudio.

Para esta investigación se optó por una población finita de 250 unidades de adobe, ya que es un conjunto conocido y limitado de elementos sobre el cual se centra el análisis de estudio.

### **3.2.2. MUESTRA**

De acuerdo a lo establecido en la Norma E0.80, es esencial que las muestras cumplan con el requisito del promedio de las 4 mejores muestras de cada 6 para cada ensayo, mientras que la norma ASTM C-67 establece un mínimo de 5 unidades. Por lo tanto, con el fin de realizar un estudio exhaustivo, se ha decidido obtener una muestra de 40 unidades de adobe para cada tipo indicador, haciendo un total de 200 muestras. Esta elección se basa en un muestreo no probabilístico, es decir, es intencionado y por conveniencia.

El muestreo no probabilístico es un método de selección de la muestra en el cual no se asignan probabilidades conocidas de inclusión a los elementos de la población. En este tipo de muestreo, la selección de los individuos se basa en criterios subjetivos, por conveniencia o disponibilidad (Sabino, 1992).

**Tabla 3**

*Distribución de muestras*

MUESTRAS ENSAYADAS	COMPRESIÓN	ABSORCIÓN	HUMECTACIÓN /SECADO	EROSIÓN CELERADA	INMERSIÓN	TOTAL
ADOBE PATRÓN SEGÚN NTP	10	10	10	10	10	50
ADOBE ESTABILIZADO ESTABILIZACIÓN MECÁNICA + 1 LT/m3 DE TIERRA	10	10	10	10	10	50
	10	10	10	10	10	50
	10	10	10	10	10	50
<b>TOTAL, DE MUESTRAS</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>200</b>

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

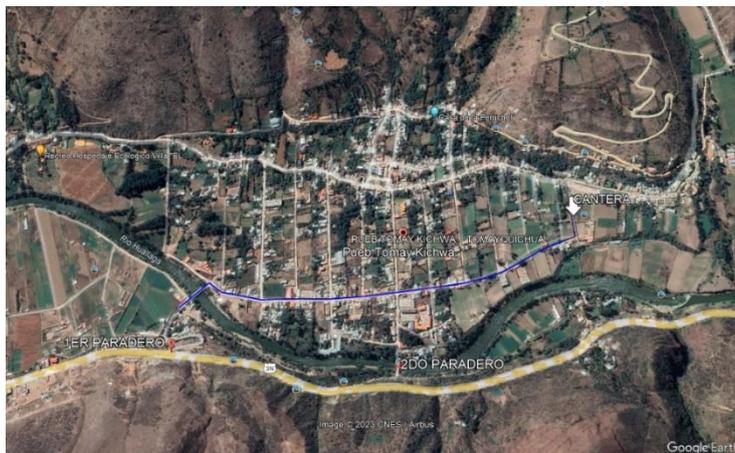
Con el fin de recopilar información, se llevó a cabo la adquisición de la materia prima y los instrumentos necesarios para fabricar los adobes que serán objeto de estudio.

#### **Localización de cantera**

La cantera utilizada para obtener el agregado se localiza en el departamento de Huánuco, específicamente en la provincia de Ambo, distrito de Tomayquichua. La extracción se realizó de manera manual con una espátula y una bolsa plástica como se muestra en la siguiente figura.

## Figura 2

*Ubicación de cantera*



*Nota.* Imagen reproducida de la Fuente Google Earth.

## Extracción del agregado

Se llevó a cabo la extracción manual del agregado, utilizando dos bolsas plásticas de 5 kilos cada una: posteriormente, se realizó el ensayo de Análisis Granulométrico en el laboratorio de suelos para verificar que el agregado presenta características de tipo arcilloso con presencia de arena.

## Figura 3

*Extracción del agregado*



*Nota.* En las imágenes se observa el proceso de extracción del agregado. El investigador.

➤ **Extracción de resina de plátano**

En este trabajo de investigación se decidió evaluar a la resina de plátano como aditivo para la estabilización química del adobe debido a su fácil extracción, ya que la resina es insoluble al agua y de apariencia pastosa. El proceso de extracción fue a través del corte transversal del tronco del árbol de plátano, para posteriormente ser recolectado mediante el uso de un cucharón y embudo, almacenándolo en un recipiente de vidrio.

**Figura 4**

*Proceso de corte del tronco de plátano para la extracción de la resina de plátano*



**Figura 5**

*Proceso de recolección de la resina de plátano*



➤ **Diseño y creación de la estructura para la estabilización mecánica**

Para la estabilización mecánica, se diseñó una prensa mecánica de estructura metálica con base de madera, que compacte el adobe con 2 toneladas de fuerza, para lo cual se usó una gata hidráulica convencional de forma vertical, el objetivo de realizar la estabilización mecánica es eliminar los vacíos que se generan entre las partículas de tierra del adobe y así aumentar su densidad, resistencia mecánica, disminuir su porosidad y permeabilidad.

**Figura 6**

*Diseño y creación de estructura para estabilización mecánica*



### **3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

Para la presentación de datos el instrumento usado fue la ficha de laboratorio donde se anotó los resultados de cada una de las muestras ensayadas, al igual que la observación directa, donde se apreció de manera visual el estado físico de cada una de las muestras al finalizar cada ensayo.

Las fichas de laboratorio utilizados para la comprobación de hipótesis fueron de los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado, ASTM D422.

- Ensayo de resistencia a la compresión, E. 080.
- Ensayo de absorción, NTP 399.604 y 399.613.
- Ensayo de humectación/secado, UNE 41410.
- Ensayo de erosión acelerada, UNE 41410.
- Ensayo de inmersión, Micek et al. 2016.

Figura 7

Hoja de cálculo para el ensayo de granulometría

LABORATORIO DE SUELOS "INGPROY CyC" SAC CONSULTORA Y CONSTRUCTORA		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS																													
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422																															
BLOQUES DE TIERRA																															
RESPONSABLE						FECHA																									
SOLICITA																															
TESIS																															
UBICACIÓN		DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO																										
GENERALIDADES		MUESTRA	CANTERA		USO																										
DESCRIPCIÓN	Tamiz (Pulg)	Tamiz (mm)	Retenido gr,	Retenido gr, REAL	B % Pasante	% Mas Grueso	% Mas Fino																								
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA O CANTOS	4"	101,60																												
		3"	76,20																												
	GRUESA	2"	50,80																												
		1 1/2"	38,10																												
		1/"	25,40																												
		3/4"	19,05																												
	FINA	1/2"	12,70																												
		3/8"	9,53																												
		1/4"	6,35																												
		Nº 4	4,75																												
TAMIZADO CON FRACCIÓN MENOR Q' P.T.M.	GRUESA	Nº 10	2,00																												
		Nº 30	0,60																												
	MEDIA	Nº 40	0,43																												
		Nº 60	0,25																												
	FINA	Nº 100	0,15																												
		Nº 200	0,08																												
OTROS		P Nº 200	Menor a 0,08																												
		TOTAL																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">PESOS DE LA MUESTRA</th> </tr> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>Wh (g)</th> <th>Ws (g)</th> <th>WI (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wt</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>t</td> <td>470,00</td> <td>470,00</td> <td>470,00</td> </tr> <tr> <td>w</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ERROR</td> <td>NORMA</td> <td>≤ 1%</td> <td>Cumple</td> </tr> </tbody> </table>								PESOS DE LA MUESTRA				DESCRIPCIÓN	Wh (g)	Ws (g)	WI (g)	Wt				t	470,00	470,00	470,00	w				ERROR	NORMA	≤ 1%	Cumple
PESOS DE LA MUESTRA																															
DESCRIPCIÓN	Wh (g)	Ws (g)	WI (g)																												
Wt																															
t	470,00	470,00	470,00																												
w																															
ERROR	NORMA	≤ 1%	Cumple																												
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA																															
COLOR																															
ESTRUCTURA																															
TEXTURA																															
CONSISTENCIA																															
TERRENO DE FUNDACIÓN																															
CLASIFICACIÓN SUCS																															
CLASIFICACIÓN AASHTO																															
Coeficiente de Uniformidad																															
Coeficiente de Curvatura																															
CARACTERÍSTICAS QUE PASA LA MALLA Nº 40																															
Limite Líquido																															
Limite Plástico																															
Índice de Plasticidad																															
SIMBOLO	CL		CONCLUSIONES																												

LABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA



**Figura 9**

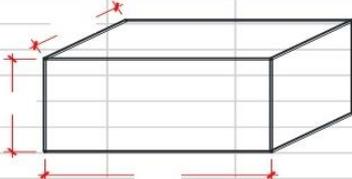
*Hoja de cálculo para el ensayo de absorción*

 <b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b>							
<b>ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 399.604 Y 399.1613</b>							
<b>BLOQUES DE TIERRA</b>							
RESPONSABLE					FECHA		
SOLICITA							
TESIS							
UBICACIÓN		DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO		
ASPECTOS GENERALES		TIPO DE ENSAYO	COLOR	FORMA	USO	SUMERGIDO EN EL AGUA 30 min max	
MUESTRAS	ENSAYOS	PESO SATURADO		PESO SECO	PESO HÚMEDO	ABSORCIÓN (%)	COEFICIENTE DE SATURACIÓN
		30,00 s	60,00 s				
ADOBE PATRON (CONVENCIONAL) SEGÚN NTP E.080	P01						
	P02						
	P03						
	P04						
	P05						
	P06						
ESTABILIZACION MECANICA + 1 LT/m3 DE TIERRA	P07						
	P08						
	P09						
	P10						
	P11						
	P12						
ESTABILIZACION MECANICA + 2 LT/m3 DE TIERRA	P13						
	P14						
	P15						
	P16						
	P17						
	P18						
ESTABILIZACION MECANICA + 3 LT/m3 DE TIERRA	P19						
	P20						
	P21						
	P22						
	P23						
	P24						

ELABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

Figura 10

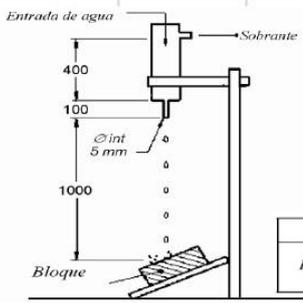
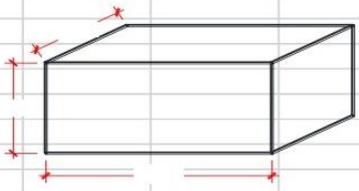
Hoja de cálculo para el ensayo de humectación / secado

		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS					
ENSAYO DE HUMECTACION/SECADO							
NORMA ESPAÑOLA UNE 41410:2008							
BLOQUES DE TIERRA							
RESPONSABLE					FECHA		
SOLICITA							
TESIS							
UBICACIÓN		DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO		
GENERALIDADES		MUESTRA	CANTERA		USO		
				<b>TIPOS DE FALLA</b> 00. SIN FALLA 01. Modelo de grietas aleatorio. 02. Modelo de grietas en estrella. 03. Hichamiento local. 04. Pica do local en a menos 5 zonas. 05. Perdida general o local de capas de suelo. 06. Penetracion de agua en mas del 70% en la anchura del adobe. 07. Perdida de fragmentos mayores a 50mm excepto de los que provengan de la parte comprendida entre los bordes y 50mm hacia adentro. 08. Efl orescencia en la superficie.			
				P01	P02	P03	P04
		ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06
ADOBE PATRON (CONVENCIONAL) SEGÚN NTP E.080	CICLO 01						
	CICLO 02						
	CICLO 03						
	CICLO 04						
	CICLO 05						
	CICLO 06						
		P07	P08	P09	P10	P11	P12
		ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06
ESTABILIZACION MECANICA + 1 LT/m <sup>3</sup> DE TIERRA	CICLO 01						
	CICLO 02						
	CICLO 03						
	CICLO 04						
	CICLO 05						
	CICLO 06						
		P13	P14	P15	P16	P17	P18
		ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06
ESTABILIZACION MECANICA + 2 LT/m <sup>3</sup> DE TIERRA	CICLO 01						
	CICLO 02						
	CICLO 03						
	CICLO 04						
	CICLO 05						
	CICLO 06						
		P19	P20	P21	P22	P23	P24
		ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06
ESTABILIZACION MECANICA + 3 LT/m <sup>3</sup> DE TIERRA	CICLO 01						
	CICLO 02						
	CICLO 03						
	CICLO 04						
	CICLO 05						
	CICLO 06						

ELABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

Figura 11

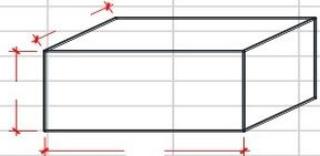
Hoja de cálculo para ensayo de erosión acelerada

		<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b>													
<b>EROSIÓN ACELERADA SWINBURNE (SAET)</b> NORMA ESPAÑOLA UNE 41410:2008															
<b>BLOQUES DE TIERRA</b>															
RESPONSABLE					FECHA										
SOLICITA															
TESIS															
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO		CENTRO POBLADO										
GENERALIDADES	MUESTRA	CANTERA			USO										
															
															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Propiedad</th> <th>Criterio</th> <th>Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>D</math>, (profundidad de la oquedad, en mm)</td> <td><math>0 \leq D \leq 10</math></td> <td>Bloque apto</td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>D &gt; 10</math></td> <td>Bloque no apto</td> </tr> </tbody> </table>							Propiedad	Criterio	Resultados	$D$ , (profundidad de la oquedad, en mm)	$0 \leq D \leq 10$	Bloque apto		$D > 10$	Bloque no apto
Propiedad	Criterio	Resultados													
$D$ , (profundidad de la oquedad, en mm)	$0 \leq D \leq 10$	Bloque apto													
	$D > 10$	Bloque no apto													
<b>ADOBE PATRON (CONVENCIONAL) SEGÚN NTP E.080</b>															
	P01	P02	P03	P04	P05	P06									
	ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06									
PROFUNDIDAD EN mm															
RESULTADO	NOAPTO														
<b>ESTABILIZACION MECANICA + 1 LT/m3 DE TIERRA</b>															
	P01	P02	P03	P04	P05	P06									
	ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06									
PROFUNDIDAD EN mm															
RESULTADO															
<b>ESTABILIZACION MECANICA + 2 LT/m3 DE TIERRA</b>															
	P01	P02	P03	P04	P05	P06									
	ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06									
PROFUNDIDAD EN mm															
RESULTADO															
<b>ESTABILIZACION MECANICA + 3 LT/m3 DE TIERRA</b>															
	P01	P02	P03	P04	P05	P06									
	ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06									
PROFUNDIDAD EN mm															
RESULTADO															

ELABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

Figura 12

Hoja de cálculo para ensayo de inmersión

		<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b>					
<b>INMERSIÓN</b> NORMA ESPAÑOLA UNE 41410:2008 <b>BLOQUES DE TIERRA</b>							
RESPONSABLE						FECHA	
SOLICITA							
TESIS							
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO			
GENERALIDADES	MUESTRA	CANTERA			USO		
							
CLASIFICACIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN					
Despreciable	N	La unidad no muestra ningún daño visible. No hay hendiduras producidas por la presión de la inserción con un dedo.					
Ligero	L	La unidad no muestra ningún daño visible, pero podría ocurrir con una ligera presión.					
Moderado	M	La unidad muestra daños estructurales visibles y hendiduras con una ligera presión. El agua que queda en el tanque es de color marrón debido a la descomposición de la unidad.					
Severo	S	La unidad pierde la mayor parte de sus superficies o bordes. El agua que queda en el tanque es de color marrón y fangoso por la erosión, y la unidad no puede soportar ningún tipo de presión.					
ADOBE PATRON (CONVENCIONAL) SEGÚN NTP E.080							
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	
	ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06	
PROFUNDIDAD EN mm							
RESULTADO							
ESTABILIZACION MECANICA + 1 LT/m3 DE TIERRA							
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	
	ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06	
PROFUNDIDAD EN mm							
RESULTADO							
ESTABILIZACION MECANICA + 2 LT/m3 DE TIERRA							
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	
	ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06	
PROFUNDIDAD EN mm							
RESULTADO							
ESTABILIZACION MECANICA + 3 LT/m3 DE TIERRA							
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	
	ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06	
PROFUNDIDAD EN mm							
RESULTADO							

ELABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

### **3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

Con el propósito de analizar e interpretar los datos, se llevó a cabo la fabricación de los adobes propuestos en las hipótesis específicas de este trabajo de investigación. Es importante mencionar que tanto el agregado como la resina, que constituyen la materia prima, fueron extraídos del mismo lugar para la elaboración de los cuatro tipos de adobe.

Como se explicó previamente en este estudio de investigación, se optó por utilizar la compactación como método de estabilización mecánica y la resina de plátano como estabilizador químico, con el objetivo de mejorar las propiedades del adobe en respuesta a fenómenos hidrológicos.

La fabricación de los adobes se realizó utilizando un molde estándar de dimensiones 13 cm x 13 cm x 26 cm (ancho, alto y largo, respectivamente) para todos los especímenes. Después de cada ensayo, se completaron las fichas de laboratorio con los resultados obtenidos, seguido de una comparación de los mismos. Los tipos de adobe fueron los siguientes:

- Adobe patrón, fabricado con los estándares de la NTP E.080
- Adobe tipo 1, con estabilización mecánica + 1 lt de resina de plátano por m<sup>3</sup> de tierra.
- Adobe tipo 2, con estabilización mecánica + 2 lt de resina de plátano por m<sup>3</sup> de tierra.
- Adobe tipo 3, con estabilización mecánica + 3 lt de resina de plátano por m<sup>3</sup> de tierra.

#### **DOSIFICACIÓN DE LOS MATERIALES.**

Para la resina de plátano se procedió al cálculo de su dosificación mediante un recipiente de vidrio con una capacidad de 750 ml, teniendo en cuenta que 1lt es equivalente a 1kg. Las dosificaciones fueron; 1litro de resina por 1m<sup>3</sup> de tierra, 2 litros de resina por 1m<sup>3</sup> de tierra y 3 litros

por m<sup>3</sup> de tierra, esta dosificación fue establecida en base a lo planteado por Benites (2017), en su tesis “Adobe estabilizado con extracto de cabuya (furcraea andina)”.

**Figura 13**

*Dosificación de la resina de plátano*



Para el cálculo del volumen del agregado (tierra), se realizó mediante el método empírico que normalmente se usa en obra, teniendo en cuenta que:

1 buggie = 4 baldes

9 buggies = 1 m<sup>3</sup>

5 lampadas = 1 balde

185 lampadas = 1 m<sup>3</sup>

## Figura 14

### *Cálculo del volumen de tierra*



*Nota.* En las imágenes se observa el proceso de dosificación de la tierra y la mezcla de tierra con la resina de plátano.

Para determinar el contenido de humedad óptimo, se llevó a cabo la prueba de Contenido de Humedad descrita en el Anexo N°3 de la norma NTP E.080. Esta prueba consiste en soltar una bola de tierra fuertemente compactada con el puño desde una altura de 1.10 m. Se considera que el contenido de humedad es adecuado si la bola de tierra se rompe en 5 pedazos o más.

## Figura 15

*Cálculo del contenido óptimo de humedad*



*Nota.* En las imágenes se aprecia el procedimiento realizado para el cálculo del contenido óptimo de humedad en base a la Norma Técnica Peruana E.080.

### **ELABORACIÓN DE LOS ADOBES.**

Una vez calculada la cantidad adecuada de resina de plátano por volumen de tierra y alcanzado el contenido óptimo de humedad, se procedió a compactar los adobes dentro del molde y la estructura diseñada.

## Figura 16

*Llenado de mezcla en los moldes*



*Nota.* En la imagen se aprecia el proceso de llenado de mezcla al molde de adobe.

Una vez lleno el molde de adobe se procede a compactar la tierra hasta que el adobe comprimido alcance una altura de 13 centímetros, asegurándose de que la compactación sea uniforme en todos sus lados.

**Figura 17**

*Compactación de adobe*



*Nota.* En las imágenes se aprecia el proceso de compactación del adobe, verificando que la compactación sea uniforme en todos sus lados.

Posterior a la compactación del adobe, se procede a retirar el adobe comprimido del molde.

**Figura 18**

*Desmolde del adobe*



Obtención del producto final; una vez culminado con el proceso de fabricación de los adobes, estos se dejaron reposar cubiertos del sol y viento durante 28 días, como lo establece la NTP E.080, en el inciso “c” del artículo 8.2, para posteriormente evaluar estos especímenes con los

ensayos mencionados en el artículo 3.3.2. de este trabajo de investigación.

**Figura 19**

*Producto final*



### **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.**

En este ensayo, se siguió el protocolo de las normas ASTM C-39 y NTP 339.034 para realizar la prueba de compresión en las muestras. Según el inciso "b" del artículo 8.1 de la NTP E.080, se establece que se debe superar un esfuerzo de rotura mínimo de 10.2 kgf/cm<sup>2</sup>. Estas referencias fueron utilizadas como base para llevar a cabo el procedimiento técnico adecuado.

#### **Procedimiento:**

- La muestra ya curada durante 28 días, se coloca dentro de la máquina de compresión con la cara de apoyo hacia abajo en el centro del plato de la máquina, para que la compresión se ejecute de manera vertical y homogénea en la cara de colocación.
- Luego de colocar la muestra se procede a accionar la máquina.
- La máquina de compresión realizará la carga verticalmente hasta alcanzar la resistencia máxima a la compresión de la muestra, es

decir, hasta que comience a agrietarse. Una vez logrado esto, la máquina se detendrá y se registrarán los resultados obtenidos.

- Los resultados serán insertados en la ficha de resistencia a la compresión.

**Figura 20**

*Procedimiento del ensayo a compresión*



*Nota.* En las imágenes se muestra el procedimiento de ensayo a la compresión.

## **ENSAYO DE ABSORCIÓN**

Para este ensayo se siguió el protocolo de la NTP 399.604 y 399.613.

Según las recomendaciones de las normas NTP 399.604 y 399.613, se establece que las unidades de albañilería deben ser sumergidas en agua durante un período de 24 horas; sin embargo, debido a las condiciones particulares de los materiales de los adobes, se ha decidido reducir el tiempo de absorción a 30 minutos.

## Procedimiento

- Las muestras ya curadas luego 28 días, fueron introducidas en un horno a 110 °C, por un periodo de 24 horas.
- Se pesaron las unidades de adobe después de haberse dejado enfriar por aproximadamente 3 horas.
- Se midieron las unidades de adobe en largo, ancho y alto.
- Una vez tomadas las medidas, se procedió a sumergirlas en agua por un periodo de 30 minutos.
- Luego de este tiempo se retiran las unidades sumergidas, secando las superficies con un paño.
- Se toman las medidas en peso de las muestras.

**Figura 21**

*Procedimiento de ensayo de absorción*



*Nota.* Se observa el proceso de inicio a fin del ensayo de absorción.

## **ENSAYO DE HUMECTACIÓN / SECADO**

Se ensayó de acuerdo a la Norma UNE 41410. Durante el ensayo, las unidades de adobe son sometidas a una exposición severa al agua, después de someterse a seis ciclos de humectación y secado, se verifica que no se observen ninguna de las condiciones siguientes utilizando unidades de referencia sin ensayar.

00. Sin falla.
01. Modelo de grietas aleatorio.
02. Modelo de grietas en estrella.
03. Hinchamiento local.
04. Picado local en al menos 5 zonas.
05. Pérdida general o local de capas de suelo.
06. Penetración de agua en más del 70% en la anchura del adobe.
07. Pérdida de fragmentos mayores a 50 mm excepto de los que provengan de la parte comprendida entre los bordes y 50mm hacia adentro.
08. Eflorescencia en la superficie.

### **Procedimiento**

- Se coloca el adobe en un recipiente, sobre dos apoyos para que el adobe no tenga contacto con la superficie del recipiente.
- Se vierte agua hasta llenar 10 mm por encima de la unidad de adobe.
- Se deja inmerso durante 30 segundos.
- Se retira la unidad de adobe y se deja secar a la intemperie hasta que este iguale el color de la unidad de referencia.
- Se recopila la información en las fichas correspondiente.

**Figura 22**

*Procedimiento de ensayo de humectación / secado*



*Nota.* Se muestran los resultados tras completar los 6 ciclos de humectación/secado.

### **ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA**

Se ensayó según los protocolos de la Norma UNE 41410. En este ensayo se simula la exposición de un flujo continuo de agua en la unidad de adobe, este debe realizarse posterior al ensayo de humectación / secado, y al igual que los anteriores ensayos se realiza a 28 días de ser curados.

#### **Procedimiento**

- Se aplica un flujo continuo de agua sobre el bloque durante 10 minutos, utilizando un tubo de cristal con un diámetro interior de 5

mm, ubicado a una distancia de 1.5 metros de la cara de la unidad de adobe.

- La unidad de adobe se tiene que mantener a 27° respecto a la horizontal.
- Se mide la profundidad de las oquedades en mm, clasificándolas en apto o no apto según su profundidad.

**Figura 23**

*Procedimiento de ensayo de erosión*



## **ENSAYO DE INMERSIÓN**

Se ensayó según el procedimiento propuesto por Micek et al. (2006).

Este ensayo sirve como indicador de la durabilidad del adobe al exponerlo a condiciones de inundación. Las clasificaciones de los resultados no siguen un estándar específico y se realizan en base a las condiciones físicas del adobe una vez finalizado el ensayo, de la siguiente manera:

- N; presenta daños despreciables.
- L; presenta daños ligeros.
- M; presenta daños moderados.
- S; presenta daños severos.

## Procedimiento

- Las muestras ya curadas durante 28 días, son sumergidas en tinas de agua durante un periodo de 6 horas, debido a las condiciones de los materiales.
- Luego de este tiempo las muestras se extraen de las tinas y son clasificadas según su apariencia física.

Figura 24

*Procedimiento del ensayo de inmersión*



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Para el análisis de los datos, se utilizó el software estadístico SPSS y se procedió a interpretar cada uno de los resultados obtenidos. Así mismo para facilitar el entendimiento a los lectores de esta investigación, las muestras se denominaron de la siguiente forma:

- Adobe patrón, fabricado con los estándares de la NTP E.080
- Adobe tipo 1, con estabilización mecánica + 1 lt de resina de plátano por m<sup>3</sup> de tierra.
- Adobe tipo 2, con estabilización mecánica + 2 lt de resina de plátano por m<sup>3</sup> de tierra.
- Adobe tipo 3, con estabilización mecánica + 3 lt de resina de plátano por m<sup>3</sup> de tierra.

#### GRANULOMETRÍA

Se tamiza la muestra siguiendo los protocolos de la Norma ASTM D422, el resultado indica que la muestra analizada se clasifica como tipo CL según la Clasificación SUCS, quiere decir que se trata de suelo arcilloso con presencia de arena.

**Figura 25**

*Análisis Granulométrico*



Figura 26

Resultados obtenidos del Ensayo Granulométrico

LABORATORIO DE SUELOS "INGPROY Cyc" SAC CONSULTORA Y CONSTRUCTORA		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS																																																																																						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422																																																																																								
BLOQUES DE TIERRA																																																																																								
RESPONSABLE		Ing. Geólogo - Geotecnista Irvin Adderly Villanueva Nieto					FECHA																																																																																	
SOLICITA		Bach. JOB MELY ARROTO TACUCHI					01/10/2022																																																																																	
TESIS: Estabilización Mecánica y Química del adobe con Resina de Plátano para Mejorar sus Propiedades Hidrofóbicas frente a Fenómenos Hidrológicos, Huánuco - 2022																																																																																								
UBICACIÓN		DEPARTAMENTO		PROVINCIA		DISTRITO		CENTRO POBLADO																																																																																
		Huánuco		Ambo		Tomayquichua		Tomayquichua																																																																																
GENERALIDADES		MUESTRA			CANTERA			USO																																																																																
		Tierra			Tomayquichua			Bloques de Adobe																																																																																
DESCRIPCIÓN		Tamiz (Pulg)	Tamiz (mm)	Retenido gr.	Retenido gr, REAL	B % Pasante	% Mas Grueso	% Mas Fino																																																																																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">PESOS DE LA MUESTRA</th> </tr> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>Wh (g)</th> <th>Ws (g)</th> <th>WI (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wt</td> <td>1.470,00</td> <td>1.426,30</td> <td>1.174,80</td> </tr> <tr> <td>t</td> <td>470,00</td> <td>470,00</td> <td>470,00</td> </tr> <tr> <td>w</td> <td>1.000,00</td> <td>956,30</td> <td>704,80</td> </tr> <tr> <td>ERROR</td> <td>0,37%</td> <td>NORMA</td> <td>≤ 1%</td> </tr> <tr> <td colspan="4">DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</td> </tr> <tr> <td>COLOR</td> <td colspan="3">Marrón Claro</td> </tr> <tr> <td>ESTRUCTURA</td> <td colspan="3">Mediana</td> </tr> <tr> <td>TEXTURA</td> <td colspan="3">Fina</td> </tr> <tr> <td>CONSISTENCIA</td> <td colspan="3">NA - LP</td> </tr> <tr> <td>TERRENO DE FUNDACIÓN</td> <td colspan="3">Bueno</td> </tr> <tr> <td>CLASIFICACIÓN SUCS</td> <td colspan="3">CL</td> </tr> <tr> <td>CLASIFICACIÓN AASHTO</td> <td colspan="3">A - 2 - 4 (00)</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de Uniformidad</td> <td colspan="3">23,24</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de Curvatura</td> <td colspan="3">0,83</td> </tr> <tr> <td colspan="4">CARACTERÍSTICAS QUE PASA LA MALLA Nº 40</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido</td> <td colspan="3">28,33%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico</td> <td colspan="3">25,30%</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad</td> <td colspan="3">2,97%</td> </tr> </tbody> </table>							PESOS DE LA MUESTRA				DESCRIPCIÓN	Wh (g)	Ws (g)	WI (g)	Wt	1.470,00	1.426,30	1.174,80	t	470,00	470,00	470,00	w	1.000,00	956,30	704,80	ERROR	0,37%	NORMA	≤ 1%	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				COLOR	Marrón Claro			ESTRUCTURA	Mediana			TEXTURA	Fina			CONSISTENCIA	NA - LP			TERRENO DE FUNDACIÓN	Bueno			CLASIFICACIÓN SUCS	CL			CLASIFICACIÓN AASHTO	A - 2 - 4 (00)			Coefficiente de Uniformidad	23,24			Coefficiente de Curvatura	0,83			CARACTERÍSTICAS QUE PASA LA MALLA Nº 40				Límite Líquido	28,33%			Límite Plástico	25,30%			Índice de Plasticidad	2,97%		
PESOS DE LA MUESTRA																																																																																								
DESCRIPCIÓN	Wh (g)	Ws (g)	WI (g)																																																																																					
Wt	1.470,00	1.426,30	1.174,80																																																																																					
t	470,00	470,00	470,00																																																																																					
w	1.000,00	956,30	704,80																																																																																					
ERROR	0,37%	NORMA	≤ 1%																																																																																					
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA																																																																																								
COLOR	Marrón Claro																																																																																							
ESTRUCTURA	Mediana																																																																																							
TEXTURA	Fina																																																																																							
CONSISTENCIA	NA - LP																																																																																							
TERRENO DE FUNDACIÓN	Bueno																																																																																							
CLASIFICACIÓN SUCS	CL																																																																																							
CLASIFICACIÓN AASHTO	A - 2 - 4 (00)																																																																																							
Coefficiente de Uniformidad	23,24																																																																																							
Coefficiente de Curvatura	0,83																																																																																							
CARACTERÍSTICAS QUE PASA LA MALLA Nº 40																																																																																								
Límite Líquido	28,33%																																																																																							
Límite Plástico	25,30%																																																																																							
Índice de Plasticidad	2,97%																																																																																							
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA O CANTOS	4"	101,60																																																																																					
		3"	76,20	0,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%																																																																																
	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%																																																																																
		1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%																																																																																
		1"	25,40	0,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%																																																																																
		3/4"	19,05	12,90	13,02	1,35%	1,35%	98,65%																																																																																
	FINA	1/2"	12,70	17,80	17,96	1,87%	3,22%	96,78%																																																																																
		3/8"	9,53	6,20	6,26	0,65%	3,87%	96,13%																																																																																
1/4"		6,35	8,20	8,27	0,86%	4,73%	95,27%																																																																																	
Nº 4		4,75	6,40	6,46	0,67%	5,41%	94,59%																																																																																	
TAMIZADO CON FRACCIÓN MENOR Q' P.T.M.	GRUESA	Nº 10	2,00	58,70	59,23	6,16%	11,57%	88,43%																																																																																
		Nº 30	0,60	283,10	285,65	29,71%	41,28%	58,72%																																																																																
	MEDIA	Nº 40	0,43	83,50	84,25	8,76%	50,04%	49,96%																																																																																
		Nº 60	0,25	104,20	105,14	10,94%	60,98%	39,02%																																																																																
	FINA	Nº 100	0,15	68,40	69,02	7,18%	68,16%	31,84%																																																																																
		Nº 200	0,08	51,90	52,37	5,45%	73,60%	26,40%																																																																																
OTROS	P Nº 200	Menor a 0.08	251,50	253,76	26,40%	100,00%	0,00%																																																																																	
	TOTAL		952,80	961,38	100,00%	-	-																																																																																	

**CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMÉTRICA**

SIMBOLO	CL	CONCLUSIONES
	Arcilla Arenosa	
	Arcilla Inorgánica de Plasticidad Baja a Mediana	

Donde Wh: Peso Húmedo, Ws: Peso Seco, WI: Peso Lavado y Wg: Peso Granulométrico

ELABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**Tabla 4**

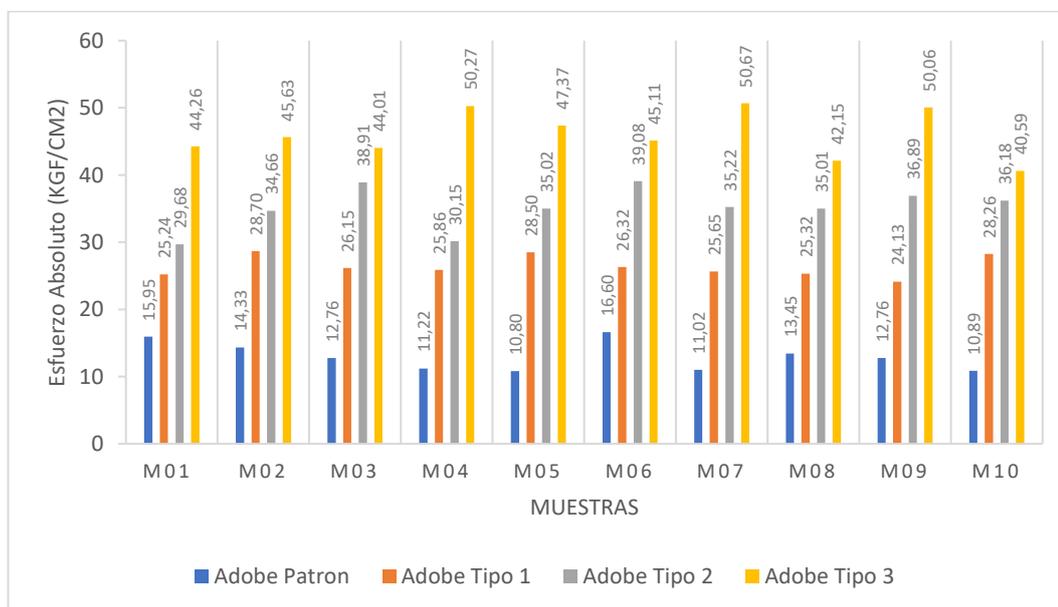
*Resultado de Esfuerzo absoluto de resistencia a la compresión*

	<b>Esfuerzo Absoluto (Kgf/cm<sup>2</sup>)</b>			
	<b>ADOBE PATRÓN</b>	<b>ADOBE TIPO 1</b>	<b>ADOBE TIPO 2</b>	<b>ADOBE TIPO 3</b>
M01	15.95	25.24	29.68	44.26
M02	14.33	28.70	34.66	45.63
M03	12.76	26.15	38.91	44.01
M04	11.22	25.86	30.15	50.27
M05	10.80	28.50	35.02	47.37
M06	16.60	26.32	39.08	45.11
M07	11.02	25.65	35.22	50.67
M08	13.45	25.32	35.01	42.15
M09	12.76	24.13	36.89	50.06
M10	10.89	28.26	36.18	40.59

*Nota.* Datos reproducidos de las fichas de Esfuerzo absoluto. Laboratorio de Suelos INGPROY C y C SAC.

**Figura 27**

*Diagrama de barras de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión*



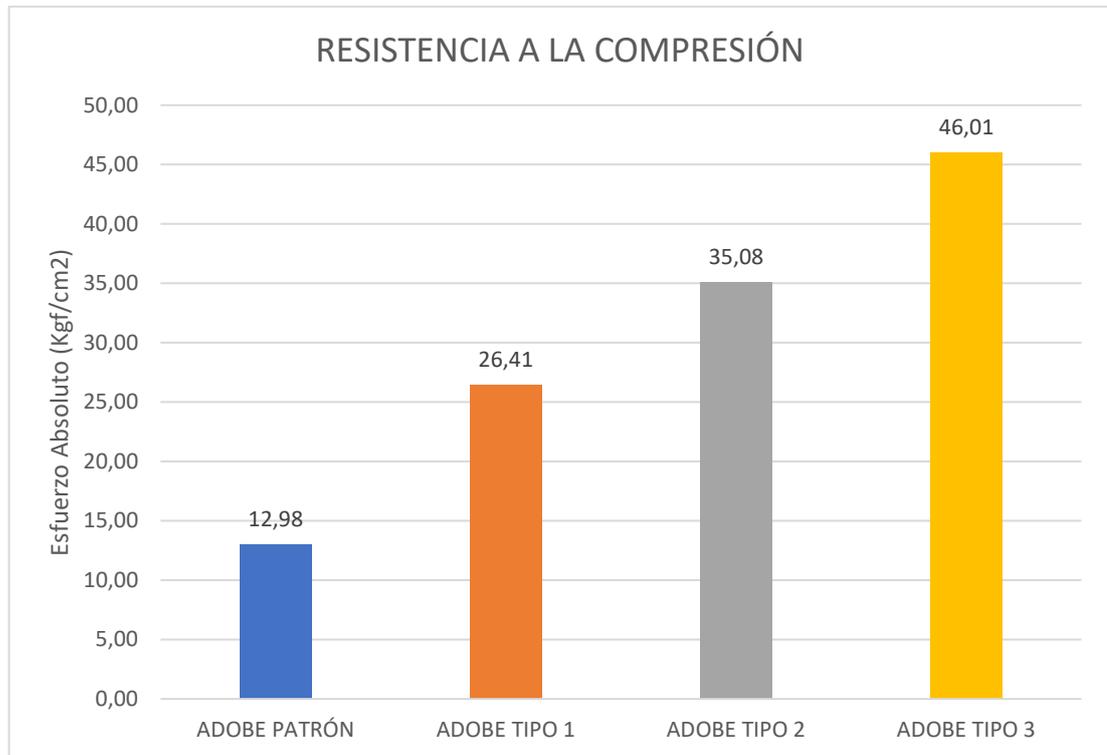
*Nota.* Las muestras fueron sometidas al ensayo de resistencia a la compresión posterior a 28 días de su fabricación.

De la figura 27 se puede apreciar que la resistencia media del adobe patrón supera los estándares de resistencia mínima que se establece en la

norma E. 080, y a su vez se puede apreciar que los adobes tipo 3 superan en su totalidad al resto, alcanzando un máximo de 50.67 kgf/cm<sup>2</sup> y un mínimo de 44.01 kgf/cm<sup>2</sup>.

**Figura 28**

*Medias de las muestras del Ensayo de Resistencia a la Compresión*



De la figura 28 se puede apreciar que la resistencia media del adobe tipo 3 es de 46.01 kgf/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia media del adobe patrón es de 12.98 kgf/cm<sup>2</sup>. Se podría concluir entonces que a medida que se incremente la resina de plátano por volumen de tierra, también incrementa su resistencia a la compresión, teniendo en cuenta también que parte de este proceso es la compactación mecánica de los adobes.

## ENSAYO DE ABSORCIÓN

**Tabla 5**

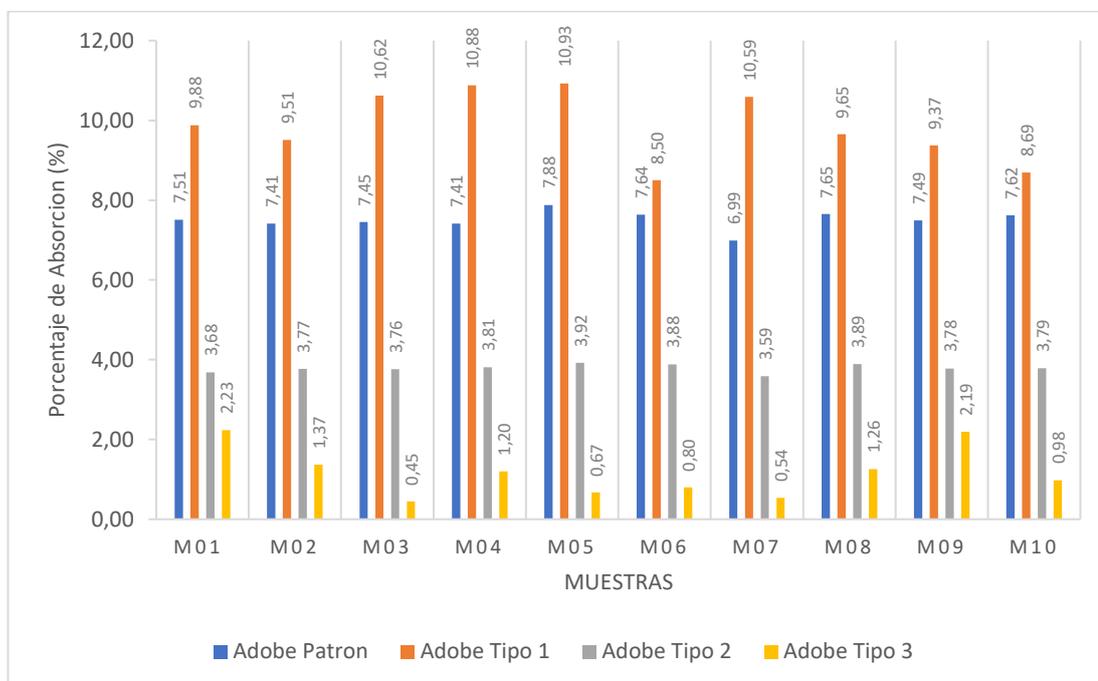
*Resultados de las muestras sometidas al Ensayo de Absorción*

	Porcentaje de Absorción (%)			
	ADOBE PATRÓN	ADOBE TIPO 1	ADOBE TIPO 2	ADOBE TIPO 3
M01	7.51	9.88	3.68	2.23
M02	7.41	9.51	3.77	1.37
M03	7.45	10.62	3.76	0.45
M04	7.41	10.88	3.81	1.20
M05	7.88	10.93	3.92	0.67
M06	7.64	8.50	3.88	0.80
M07	6.99	10.59	3.59	0.54
M08	7.65	9.65	3.89	1.26
M09	7.49	9.37	3.78	2.19
M10	7.62	8.69	3.79	0.98

*Nota.* Datos reproducidos de las fichas de Porcentaje de Absorción. Laboratorio de Suelos INGPROY C y C SAC.

**Figura 29**

*Diagrama de barras de las muestras sometidas al Ensayo de Absorción*

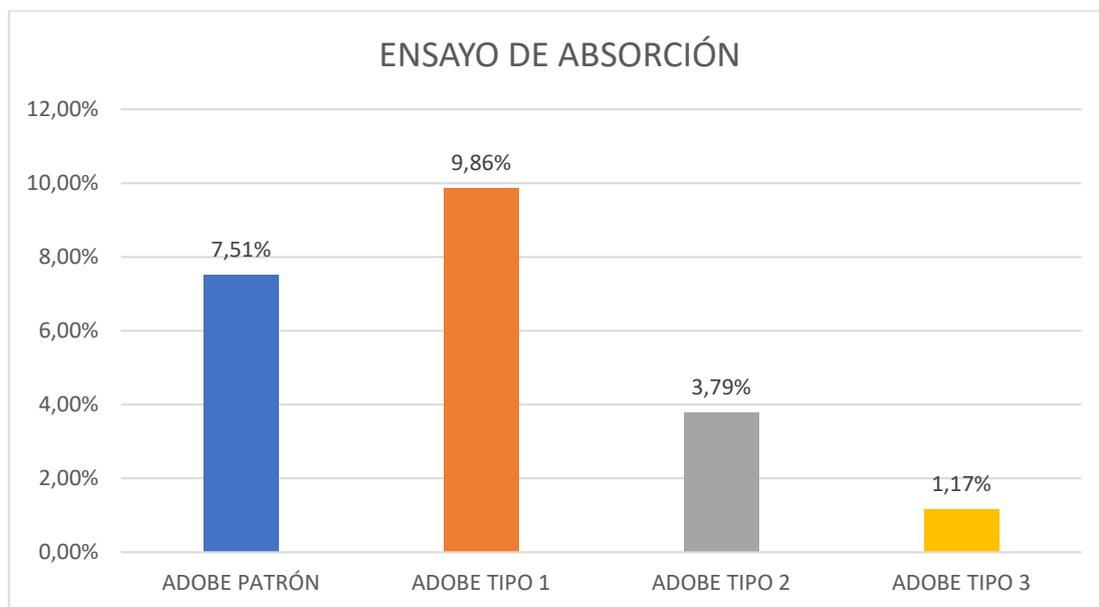


*Nota.* Las muestras fueron sometidas al ensayo de absorción posterior a 28 días de su fabricación.

De la figura 29 se puede apreciar que los adobes de tipo 1 son más propensos a la absorción alcanzando un máximo de 10.93%, en segundo lugar, los adobes patrón también son propensos a la absorción de agua alcanzando un máximo de 7.88% y que los adobes tipo 3 alcanzan valores mínimos de absorción, siendo el inferior de 0.45% y el máximo 2.23%.

**Figura 30**

*Medias de las muestras del Ensayo de Absorción*



El análisis de la figura 30 revela de manera evidente que los adobes de tipo 1 destacan al sobrepasar a las demás muestras en términos de absorción. Se destaca que el adobe de referencia muestra una absorción promedio del 7.51%, mientras que el adobe tipo 1 exhibe el máximo porcentaje de absorción con un notable 9.89%. Por otro lado, el adobe tipo 3 presenta el menor nivel de absorción, registrando tan solo un 1.17%. Estos resultados solidifican la idea de que el adobe tipo 3 exhibe el comportamiento más eficiente en lo que respecta a la retención de agua, lo que lo convierte en una opción favorable en este aspecto.

## ENSAYO DE HUMECTACIÓN / SECADO

Tabla 6

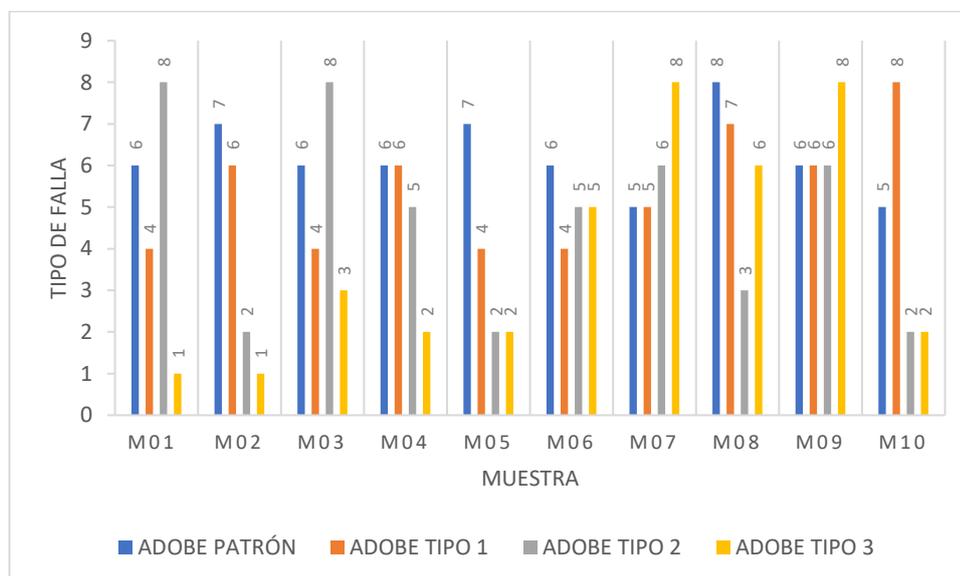
Resultados de las muestras sometidas al Ensayo de Humectación / Secado

	Humectación / Secado			
	ADOBE PATRÓN	ADOBE TIPO 1	ADOBE TIPO 2	ADOBE TIPO 3
M01	6.00	4.00	8.00	1.00
M02	7.00	6.00	2.00	1.00
M03	6.00	4.00	8.00	3.00
M04	6.00	6.00	5.00	2.00
M05	7.00	4.00	2.00	2.00
M06	6.00	4.00	5.00	5.00
M07	5.00	5.00	6.00	8.00
M08	8.00	7.00	3.00	6.00
M09	6.00	6.00	6.00	8.00
M10	5.00	8.00	2.00	2.00

Nota. Datos reproducidos de las fichas de Humectación/secado. Laboratorio de Suelos INGPROY C y C SAC.

Figura 31

Diagrama de barras de las muestras sometidas al Ensayo de Humectación / Secado



Nota. Los resultados se muestran tras 6 ciclos de humectación / secado.

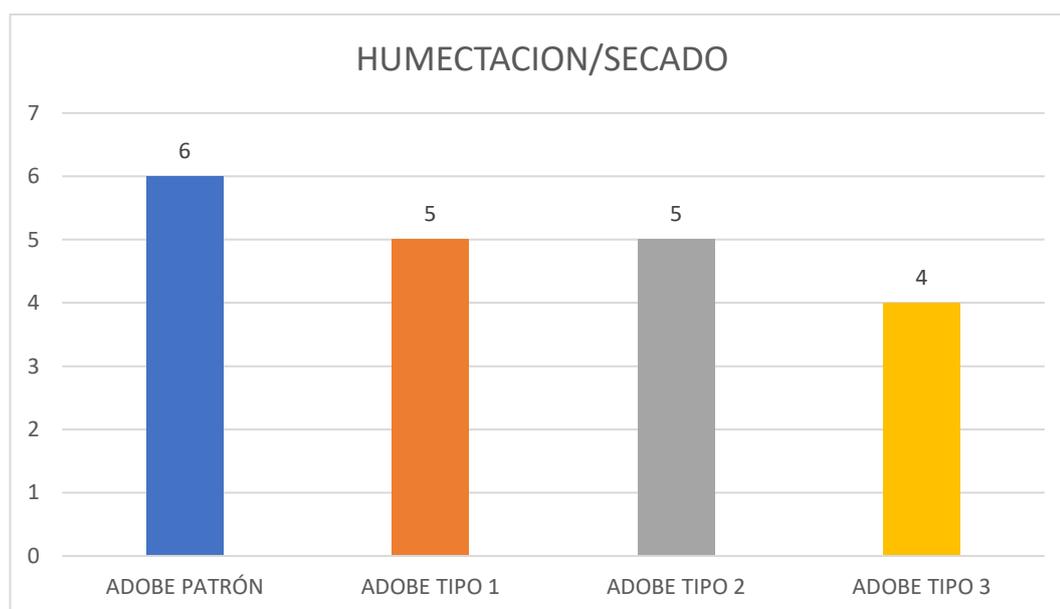
01. Modelo de grietas aleatorio.
02. Modelo de grietas en estrella.
03. Hinchamiento local.
04. Picado local en al menos 5 zonas.

- 05. Pérdida general o local de capas de suelo.
- 06. Penetración de agua en más del 70% en la anchura del adobe.
- 07. Pérdida de fragmentos mayores a 50 mm excepto de los que provengan de la parte comprendida entre los bordes y 50mm hacia adentro.
- 08. Eflorescencia en la superficie.

De la figura se observa que el adobe patrón; tiene como falla común tipo 06, es decir, penetración de agua en más del 70% en la anchura del adobe. Adobe tipo 1; falla común tipo 04, es decir, picado local en al menos 5 zonas. Adobe tipo 2; falla común tipo 06, es decir, modelo de grietas aleatorio. Adobe tipo 3; falla común tipo 02 es decir, modelo de grietas aleatorio.

**Figura 32**

*Medias de las muestras del Ensayo Humectación/Secado*



De la figura 32 se puede apreciar que el adobe tipo 3 sufrió menos daños que los otros tipos de adobe, y que por el contrario el adobe patrón sufrió más daño que el resto, siendo la falla más común penetración de agua en más del 70% en la anchura del adobe.

## ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA

**Tabla 7**

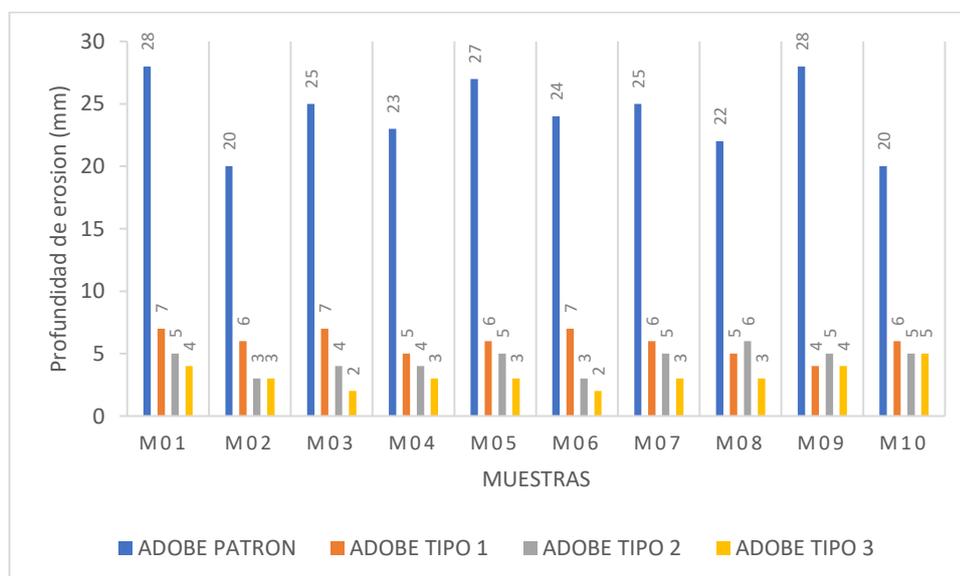
*Resultados de las muestras sometidas al Ensayo de Erosión acelerada*

	Profundidad de erosión (mm)			
	ADOBE PATRÓN	ADOBE TIPO 1	ADOBE TIPO 2	ADOBE TIPO 3
M01	28	7	5	4
M02	20	6	3	3
M03	25	7	4	2
M04	23	5	4	3
M05	27	6	5	3
M06	24	7	3	2
M07	25	6	5	3
M08	22	5	6	3
M09	28	4	5	4
M10	20	6	5	5

*Nota.* Datos reproducidos de las fichas de Erosión Acelerada. Laboratorio de Suelos INGPROY C y C SAC.

**Figura 33**

*Diagrama de barras de las muestras sometidas al Ensayo de Erosión acelerada*

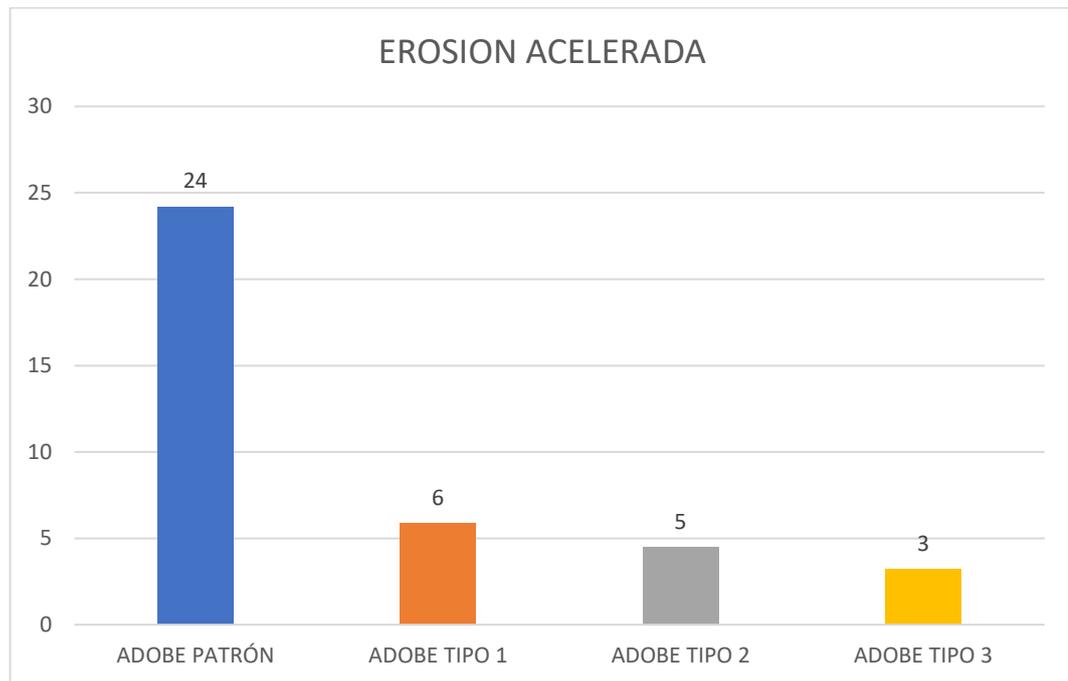


*Nota.* Las muestras ensayadas fueron las mismas que se pusieron a prueba en el ensayo de humectación/secado.

De la figura 33 se puede observar que la profundidad de erosión del adobe tipo 03 es mucho menor en comparación a los demás, obteniendo un mínimo de 2 mm y un máximo de 5 mm, es decir, es mucho más resistente a la erosión que el resto de prototipos. De acuerdo al criterio de aceptabilidad de la norma UNE 41410, la profundidad de erosión en la muestra de adobe tiene que ser menor o igual a 10 mm.

**Figura 34**

*Medias de las muestras del Ensayo Erosión Acelerada*



De la figura 34 se puede observar que la profundidad media de erosión del adobe tipo 03 es de 3 mm siendo mucho menor al del resto, donde el adobe patrón alcanzó una media de 24 mm siendo este el menos aceptable, el adobe tipo 1 alcanzó una media de 6 mm encontrándose dentro de los parámetros aceptables y el adobe tipo 2 alcanzó una media de 5 mm también dentro de los parámetros aceptables, entonces se puede decir que los adobes mejorados alcanzan resultados dentro de los parámetros permisibles, teniendo un mejor comportamiento el adobe tipo 1.

## ENSAYO DE INMERSIÓN

**Tabla 8**

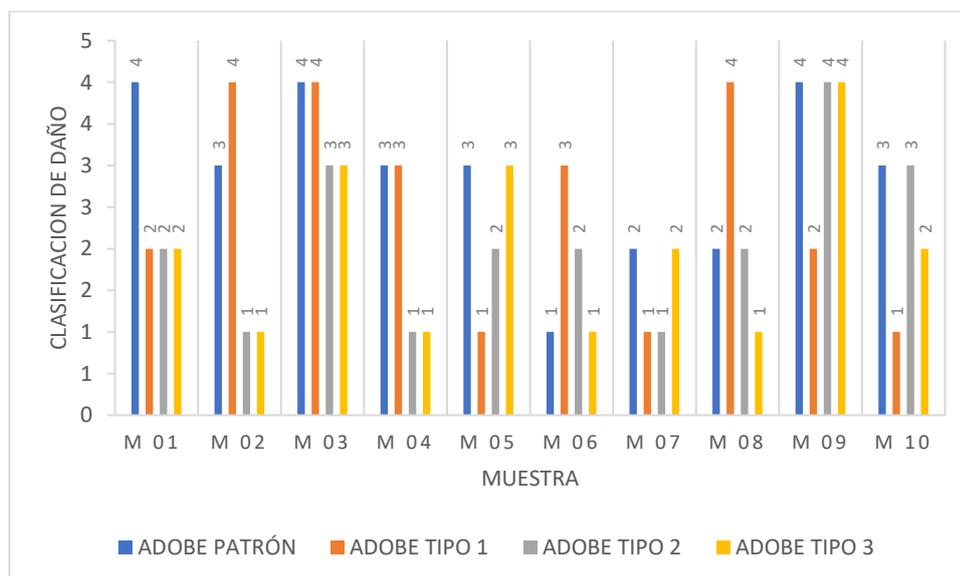
*Resultados de las muestras sometidas al Ensayo de Inmersión*

	Clasificación de Daño			
	ADOBE PATRÓN	ADOBE TIPO 1	ADOBE TIPO 2	ADOBE TIPO 3
M 01	4	2	2	2
M 02	3	4	1	1
M 03	4	4	3	3
M 04	3	3	1	1
M 05	3	1	2	3
M 06	1	3	2	1
M 07	2	1	1	2
M 08	2	4	2	1
M 09	4	2	4	4
M 10	3	1	3	2

*Nota.* Datos reproducidos de las fichas de Inmersión. Laboratorio de Suelos INGPROY C y C SAC.

**Figura 35**

*Diagrama de barras de las muestras sometidas al Ensayo de Inmersión*



*Nota.* En el ensayo de inmersión, se sumerge a los adobes en agua por un periodo de 6 horas, simulando un periodo de inundación.

En el ensayo de inmersión se clasifican a las muestras luego de ser sometidas a inundación, según los daños que muestren:

1 = despreciable

2 = ligero

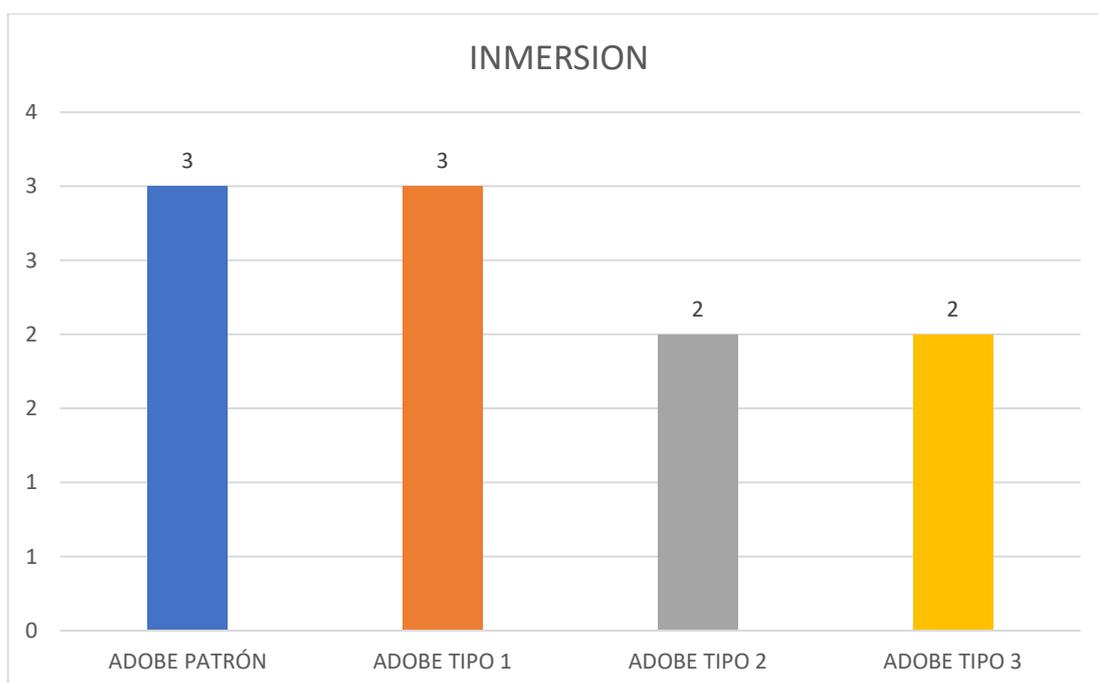
3 = moderado

4 = severo

De la figura 35 se puede interpretar que el adobe patrón elaborado conforme a la norma E. 080 de la NTP, presenta daños tipo 4 y 3, es decir severos, mientras que el rango para el adobe mejorado es de tipo 2 y 3, daños moderados a ligeros, teniendo el adobe tipo 3 mejor comportamiento que el resto de las muestras presentando daños de tipo 1 y 2.

**Figura 36**

*Medias de las muestras del Ensayo de Inmersión*



De la figura 36 se puede observar que la profundidad media de los adobes tipo 2 y tipo 3 son similares, es decir presentan daños ligeros, mientras que el adobe patrón y el adobe tipo 1 presenta daños moderados.

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

### CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL

#### HG: HIPÓTESIS GENERAL

La estabilización mecánica y química con resina de plátano mejora las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hidrológicos.

#### HO: HIPÓTESIS NULA

La estabilización mecánica y química con resina de plátano no mejora las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hidrológicos.

**Tabla 9**

*Tabla de representación de los valores de prueba de normalidad para cada ensayo*

Ensayo	Muestra de Adobe	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ESFUERZO ABSOLUTO Kgf/cm <sup>2</sup>	Adobe Patrón	,172	10	,200*	,922	10	,523
	Adobe estabilizado	,301	10	,096	,792	10	,050
EROSIÓN ACELERADA (mm)	Adobe Patrón	,141	10	,200*	,973	10	,913
	Adobe estabilizado	,267	10	,200*	,809	10	,070
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN %	Adobe Patrón	,191	10	,200*	,922	10	,519
	Adobe estabilizado	,166	10	,200*	,980	10	,950
ENSAYO DE HUMECTACIÓN/SECA	Adobe Patrón	,407	10	,002	,640	10	,001
	Adobe estabilizado	,492	10	,000	,496	10	,001
ENSAYO DE INMERSIÓN EN ADOBE	Adobe Patrón	,492	10	,000	,496	10	,001
	Adobe estabilizado	,492	10	,000	,496	10	,001

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

*Nota.* Tabla obtenida del procesamiento de datos en el programa SPSS.

De la prueba de normalidad se concluye que, se usará Shapiro Wilk debido a que la muestra es menor a 30 con respecto a cada ensayo y tipo de muestra a analizar. Según el nivel de significancia,  $P \geq 0.05$ , los ensayos de esfuerzo absoluto, erosión acelerada y porcentaje de absorción cumplen con

el criterio de análisis paramétrico; por lo tanto, estos serán analizados por el método de T de Student. En cambio, los ensayos de humectación/secado y ensayo de inmersión cumplen con el criterio de análisis no paramétrico por lo que serán analizados por el método de U de Mann-Whitney, porque su nivel de significancia P es menor que 0.05.

**Tabla 10**

*HG. Prueba t, igualdad de medias evaluadas en las muestras (SPSS)*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
ESFUERZO ABSOLUTO Kgf/cm <sup>2</sup>	-19.261	8.216	,001	-22.220	-24.868	-19.572
EROSIÓN ACELERADA (mm)	16.814	5.342	,001	20.112	17.095	23.128
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN %	-20.384	7.533	,001	-6.017	-6.705	-5.329

Basándonos en el análisis de la Prueba T, podemos concluir que existe una variación sustancial entre los adobes patrón y los adobes estabilizados. Esto se debe a que el nivel de significancia (P) obtenido en los ensayos es menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se confirma que no se han asumido varianzas iguales. Los valores T obtenidos fueron, -19.261 para el esfuerzo absoluto, 16.814 para erosión acelerada y -20.384 para porcentaje de absorción.

**Tabla 11***HG. Prueba U de Mann-Whitney en las muestras*

	Ensayo de Humectación/Secado	Ensayo de Inmersión en Adobe
U de Mann-Whitney	2,000	9,000
W de Wilcoxon	23,000	30,000
Z	-2,768	-1,682
Sig. asintót. (bilateral)	,006	,093
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,009 <sup>b</sup>	,180 <sup>b</sup>

b. No corregidos para los empates.

El análisis de la prueba U de Mann-Whitney revela que existe una variación sustancial en el ensayo de humectación/secado, con un valor de  $p=0.006$ , el cual es menor a 0.05. Sin embargo, para el ensayo de inmersión, se indica que no existe una variación sustancial, ya que el valor de  $p$  es de 0.093, mayor a 0.05.

### CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

#### HE1: HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

El adobe mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 1lt/m<sup>3</sup> de tierra.

#### HO: HIPÓTESIS NULA

El adobe no mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 1lt/m<sup>3</sup> de tierra.

**Tabla 12**

*Prueba de normalidad de Hipótesis Específica 1 (SPSS)*

Ensayo	Muestra de Adobe	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		Shapiro-Wilk	
		Estadístico	gl Sig.	Estadístico	gl Sig.
ESFUERZO ABSOLUTO Kgf/cm2	Adobe Patrón	,172	10 ,200*	,922	10 ,523
	Adobe TIPO 1	,295	10 ,111	,849	10 ,153
EROSIÓN ACELERADA (mm)	Adobe Patrón	,141	10 ,200*	,973	10 ,913
	Adobe TIPO 1	,293	10 ,117	,822	10 ,091
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN %	Adobe Patrón	,191	10 ,200*	,922	10 ,519
	Adobe TIPO 1	,149	10 ,200*	,972	10 ,907
ENSAYO DE HUMECTACIÓN/SECADO	Adobe Patrón	,407	10 ,002	,640	10 ,001
	Adobe TIPO 1	,492	10 ,000	,496	10 ,001
ENSAYO DE INMERSIÓN EN ADOBE	Adobe Patrón	,492	10 ,000	,496	10 ,001
	Adobe TIPO 1	,407	10 ,002	,640	10 ,001

De la prueba de normalidad se concluye que, se usará Shapiro Wilk debido a que la muestra es menor a 30 con respecto a cada ensayo y tipo de muestra a analizar. Según el nivel de significancia,  $P \geq 0.05$ , los ensayos de esfuerzo absoluto, erosión acelerada y porcentaje de absorción cumplen con el criterio de análisis paramétrico; por lo tanto, estos serán analizados por el método de T de Student. En cambio, los ensayos de humectación/secado y ensayo de inmersión cumplen con el criterio de análisis no paramétrico por lo que serán analizados por el método de U de Mann-Whitney, porque su nivel de significancia P es menor que 0.05.

**Tabla 13**

*Prueba t para Hipótesis 1 (SPSS)*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
ESFUERZO ABSOLUTO Kgf/cm2	-11.457	8.172	,001	-13.185	-15.829	-10.541
EROSIÓN ACELERADA (mm)	14.861	5.798	,001	18.167	15.150	21.183
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN %	-10.160	5.184	,001	-2.683	-3.355	-2.012

Del análisis de la Prueba T para la hipótesis específica 1, podemos concluir que existe una variación sustancial entre los resultados obtenidos de los adobes patrón y los adobes estabilizados mecánica y químicamente con resina de plátano, con una dosificación de 1 litro por metro cúbico de tierra. Esta diferencia se observa en los ensayos de esfuerzo absoluto, erosión acelerada y porcentaje de absorción, donde el valor de significancia (P) es inferior a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

**Tabla 14**

*Prueba U de Mann-Whitney para Hipótesis 1 (SPSS)*

	<b>Ensayo de Humectación/Secado</b>	<b>Ensayo de Inmersión en Adobe</b>
U de Mann-Whitney	2,000	9,000
W de Wilcoxon	23,000	30,000
Z	-2,768	-1,682
Sig. asintót. (bilateral)	,006	,093
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,009 <sup>b</sup>	,180 <sup>b</sup>

La prueba U de Mann-Whitney revela que existe una variación sustancial en el ensayo de humectación/secado, con un valor de  $p=0.006$ , el cual es menor a 0.05. Sin embargo, para el ensayo de inmersión, se indica que no existe una variación sustancial, ya que el valor de  $p$  es de 0.093, mayor a 0.05.

## **CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2**

### **HE2: HIPÓTESIS ESPECIFICA 2**

El adobe mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 2lt/m<sup>3</sup> de tierra.

### **HO: HIPÓTESIS NULA**

El adobe no mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 2 lt/m<sup>3</sup> de tierra.

**Tabla 15***Prueba de normalidad de Hipótesis Específica 2 (SPSS)*

Ensayo	Muestra de Adobe	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		Shapiro-Wilk			
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ESFUERZO ABSOLUTO Kgf/cm <sup>2</sup>	Adobe Patrón	,172	10	,200*	,922	10	,523
	Adobe TIPO 2	,195	10	,200*	,879	10	,266
EROSIÓN ACELERADA (mm)	Adobe Patrón	,141	10	,200*	,973	10	,913
	Adobe TIPO 2	,202	10	,200*	,853	10	,167
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN %	Adobe Patrón	,191	10	,200*	,922	10	,519
	Adobe TIPO 2	,225	10	,200*	,898	10	,360
ENSAYO DE HUMECTACIÓN/SECADO	Adobe Patrón	,407	10	,002	,640	10	,001
	Adobe TIPO 2	,407	10	,002	,640	10	,001
ENSAYO DE INMERSIÓN	Adobe Patrón	,492	10	,000	,496	10	,001
	Adobe TIPO 2	,254	10	,200*	,866	10	,021

De la prueba de normalidad se concluye que, se usará Shapiro Wilk debido a que la muestra es menor a 30 con respecto a cada ensayo y tipo de muestra a analizar. Según el nivel de significancia,  $P \geq 0.05$ , los ensayos de esfuerzo absoluto, erosión acelerada y porcentaje de absorción cumplen con el criterio de análisis paramétrico; por lo tanto, estos serán analizados por el método de T de Student. En cambio, los ensayos de humectación/secado y ensayo de inmersión cumplen con el criterio de análisis no paramétrico por lo que serán analizados por el método de U de Mann-Whitney, porque su nivel de significancia P es menor que 0.05.

**Tabla 16***Prueba t para Hipótesis 2(SPSS)*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
ESFUERZO ABSOLUTO Kgf/cm <sup>2</sup>	-10.850	8.141	,001	-20.973	-25.418	-16.529
EROSIÓN ACELERADA (mm)	16.646	5.955	,001	20.500	17.481	23.519
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN %	-19.095	8.772	,001	-8.933	-9.996	-7.871

Del análisis de la Prueba T para la hipótesis específica 2, podemos concluir que existe una variación sustancial entre los resultados obtenidos de los adobes patrón y los adobes estabilizados mecánica y químicamente con resina de plátano, con una dosificación de 1 litro por metro cúbico de tierra. Esta diferencia se observa en los ensayos de esfuerzo absoluto, erosión acelerada y porcentaje de absorción, donde el valor de significancia (P) es inferior a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

**Tabla 17***Prueba U de Mann-Whitney para Hipótesis 2 (SPSS)*

	Ensayo de Humectación/Secado	Ensayo de Inmersión en Adobe
U de Mann-Whitney	,000	5,000
W de Wilcoxon	21,000	26,000
Z	-3,000	-2,272
Sig. asintót. (bilateral)	,003	,023
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,002 <sup>b</sup>	,041 <sup>b</sup>

La prueba U de Mann-Whitney indica que existe una variación sustancial entre los ensayos realizados en adobes convencionales y los adobes estabilizados. Esto se evidencia en los siguientes resultados: en el ensayo de humectación/secado, se obtiene un valor de  $p=0.003$ , el cual es

inferior a 0.05; y en el ensayo de inmersión, se obtiene un valor de  $p=0.023$ , también menor a 0.05.

### CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3

#### HE3: HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3

El adobe mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 3lt/m<sup>3</sup> de tierra.

#### HO: HIPÓTESIS NULA

El adobe no mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 3lt/m<sup>3</sup> de tierra.

**Tabla 18**

*Prueba de normalidad de Hipótesis Específica 3 (SPSS)*

Ensayo	Muestra de Adobe	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ESFUERZO ABSOLUTO Kgf/cm <sup>2</sup>	Adobe Patrón	,172	10	,200*	,922	10	,523
EROSIÓN ACELERADA (mm)	Adobe TIPO 3	,247	10	,200*	,874	10	,244
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN %	Adobe Patrón	,141	10	,200*	,973	10	,913
ENSAYO DE HUMECTACIÓN/SECADO	Adobe TIPO 3	,254	10	,200*	,866	10	,212
ENSAYO DE INMERSIÓN EN ADOBE	Adobe Patrón	,191	10	,200*	,922	10	,519
	Adobe TIPO 3	,253	10	,200*	,825	10	,097
	Adobe Patrón	,407	10	,002	,640	10	,001
	Adobe TIPO 3	,492	10	,000	,496	10	,001
	Adobe Patrón	,492	10	,000	,496	10	,001
	Adobe TIPO 3	,407	10	,002	,640	10	,021

Al igual que en las anteriores hipótesis de la prueba de normalidad de concluyó que, se usará Shapiro Wilk debido a que la muestra es menor a 30 con respecto a cada ensayo y tipo de muestra a analizar. Según el nivel de

significancia,  $P \geq 0.05$ , los ensayos de esfuerzo absoluto, erosión acelerada y porcentaje de absorción cumplen con el criterio de análisis paramétrico; por lo tanto, estos serán analizados por el método de T de Student. En cambio, los ensayos de humectación/secado y ensayo de inmersión cumplen con el criterio de análisis no paramétrico por lo que serán analizados por el método de U de Mann-Whitney, porque su nivel de significancia P es menor que 0.05.

**Tabla 19**

*Prueba t para Hipótesis 3 (SPSS)*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
ESFUERZO ABSOLUTO Kgf/cm <sup>2</sup>	-23.531	9.995	,001	-32.498	-35.576	-29.421
EROSIÓN ACELERADA (mm)	17.823	5.680	,001	21.667	18.651	24.682
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN %	-23.623	5.811	,001	-6.430	-7.101	-5.759

De la Prueba T para la hipótesis específica 3, podemos concluir que existe una variación sustancial entre los resultados obtenidos de los adobes patrón y los adobes estabilizados tipo 3, donde el valor de significancia (P) es inferior a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

**Tabla 20**

*Prueba U de Mann-Whitney para Hipótesis 3 (SPSS)*

	Ensayo de Humectación/Secado	Ensayo de Inmersión en Adobe
U de Mann-Whitney	,000	1,000
W de Wilcoxon	21,000	22,000
Z	-3,052	-2,900
Sig. asintót. (bilateral)	,002	,004
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,002 <sup>b</sup>	,004 <sup>b</sup>

La prueba U de Mann-Whitney indica que existe una variación sustancial entre los ensayos realizados en adobes convencionales y los adobes estabilizados. Esto se evidencia en los siguientes resultados: en el ensayo de humectación/secado, se obtiene un valor de  $p=0.002$ , el cual es inferior a 0.05; y en el ensayo de inmersión, se obtiene un valor de  $p=0.004$ , también menor a 0.05.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**HG:** La estabilización mecánica y química con resina de plátano mejora las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hidrológicos. Luego del análisis de los datos mediante el software SPSS, los ensayos de resistencia a la compresión, erosión acelerada y absorción fueron analizados utilizando el método de la prueba de T de Student, obteniendo una significancia inferior al 5%. Por otro lado, los ensayos de humectación/secado e inmersión fueron analizados mediante el método de la prueba U de Mann-Whitney, donde también se obtuvo una significancia (P) menor al 5%. Por lo tanto, se acepta la hipótesis.

Sánchez y Chaparro (2019), evaluó sus resultados directamente de los datos obtenidos en laboratorio sin el uso de algún programa estadístico, donde evidenció que sus prototipos impermeabilizados no sufrieron ningún cambio en su estructura y mantuvieron su forma sin mostrar deformación, esta investigación no se basó en comprobar una hipótesis, sino en alcanzar sus objetivos.

**HE1:** El adobe mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 1lt/m<sup>3</sup> de tierra. En esta hipótesis, en los ensayos de esfuerzo absoluto, erosión acelerada, absorción y humectación/secado se obtuvo un nivel de significancia menor a 0.05 en consecuencia se acepta la hipótesis, sin embargo, en el ensayo de inmersión el nivel de significancia fue superior a 0.05 por lo que para este ensayo se rechaza la hipótesis.

Baldoceda (2019), en su investigación mediante la impermeabilización con sabia de nopal al 3%, obtuvo resultados similares, en donde con su primera dosificación al 3% no alcanzaba los resultados deseados en la totalidad de sus indicadores.

**HE2:** El adobe mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 2lt/m<sup>3</sup> de tierra. Para esta hipótesis el nivel de significancia en los ensayos de esfuerzo absoluto, erosión acelerada, absorción, humectación/secado e inmersión fue menor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis como verdadera. Es decir, si hubo influencia en la variable independiente sobre la dependiente.

Barrios (2020), al sustituir la paja por virutas de eucalipto en la fabricación de abobes obtuvo en el ensayo de inmersión, un deterioro severo en todas sus pruebas luego de 24 horas, para este caso se logró superar este ensayo en un menor tiempo de prolongación al agua.

**HE3:** El adobe mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 3lt/m<sup>3</sup> de tierra. Al igual que la hipótesis 2, luego del procesamiento de datos con el software SPSS, el nivel de significancia en los ensayos de esfuerzo absoluto, erosión acelerada, absorción, humectación/secado e inmersión fue menor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis como verdadera. Es decir, si hubo influencia en la variable independiente sobre la dependiente.

Díaz (2019), constató sus resultados a través de la prueba de T de Student, donde evidenció, que los adobes elaborados con el aditivo Perma-Zyme, mejoran su resistencia a esfuerzos de compresión, superando al adobe tradicional y lo establecido en la norma E.080, es decir superan el promedio de 10,2 kgf/cm<sup>2</sup>. En relación a esta investigación, también se superaron los estándares de la norma E.080, llegando a una resistencia promedio de 46,108 kgf/cm<sup>2</sup>.

Haciendo una contrastación de los resultados de las hipótesis específicas se puede concluir que, si existe una influencia entre las variables dependiente e independiente, con tendencia a incrementar aún más las propiedades hidrofóbicas del adobe incrementando también la dosificación de la mezcla con la resina de plátano.

## CONCLUSIONES

- Como se menciona en el título de esta investigación, mediante la estabilización mecánica y química del adobe con resina de plátano, se logró mejorar las propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hidrológicos, evidenciando la influencia de la variable independiente sobre la dependiente.
- En cuanto al objetivo general de esta investigación se obtuvo medias superiores en todos los ensayos de los adobes mejorados respecto al adobe patrón, concluyendo que si hubo influencia de la estabilización mecánica y química con resina de plátano sobre las propiedades hidrofóbicas del adobe, como se muestran en las Figuras 28, 30, 32, 34 y 36.
- Respecto al primer objetivo específico, luego del análisis se concluyó que mediante la estabilización mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 1lt/m<sup>3</sup> de tierra se comprobó que, en los ensayos de esfuerzo absoluto, erosión acelerado, absorción y humectación secado los resultados fueron favorables, mientras que para el ensayo de inmersión no se logró probar la influencia de la variable independiente sobre la dependiente, ya que el rango de varianza de los resultados de los adobe mejorados versus el adobe patrón no fue significativa como se muestra en la Figura 35.
- Por otro lado, en cuanto al segundo objetivo específico, se comprobó que con la estabilización mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 2lt/m<sup>3</sup> de tierra se logró evidenciar la influencia de la variable independiente sobre la dependiente en todos los ensayos como se muestra en la Tabla 16 y 17.
- En cuanto al tercer objetivo específico de esta investigación, se pudo verificar que mediante la estabilización mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 3lt/m<sup>3</sup> de tierra la influencia de la variable independiente sobre la dependiente fue significativa como se muestra en la Tabla 19 y 20.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la tierra para la elaboración de los adobes sea de tipo arcilloso con presencia de arena, tal como se exige en la NTP E.080.
- Se recomienda ser cuidadoso en la extracción de la resina de plátano, para tratar de alterar en lo menos posible las propiedades químicas de este.
- Se sugiere realizar la prueba de "Contenido de humedad" según el Anexo N°3 de la NTP E.080 para cada mezcla. Esta prueba implica soltar un puñado de tierra comprimida firmemente con la mano desde una altura de 1.10 m. Si la bola de tierra se rompe en 5 pedazos o más, se considera que el contenido de humedad es el adecuado.
- Tener en cuenta que una vez culminado con el proceso de fabricación de los adobes, estos se deben dejar reposar cubiertos de sol y viento durante 28 días, como lo establece la NTP E.080, en el inciso "c" del artículo 8.2, para posteriormente evaluar estos especímenes con los ensayos requeridos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDINA. (2022). *Huánuco: Lluvias intensas afectan viviendas y caminos vecinales en varios distritos*. HUANUCO: Agencia Peruana de Noticias. Obtenido de [https://andina.pe/agencia/noticia-huanuco-lluvias-intensas-afectan-viviendas-y-caminos-vecinales-varios-districtos-871175.aspx#:~:text=Las%20lluvias%20intensas%20registradas%20en,de%20Emergencia%20Regional%20\(COER\)](https://andina.pe/agencia/noticia-huanuco-lluvias-intensas-afectan-viviendas-y-caminos-vecinales-varios-districtos-871175.aspx#:~:text=Las%20lluvias%20intensas%20registradas%20en,de%20Emergencia%20Regional%20(COER).).
- Arquitectos Sen Fronteiras. (2010). *SISTEMA CONSTRUCTIVO ADOBE/TAPIAL*. Ponencia, BRASIL. Obtenido de [https://www.udc.es/files/dhabitat/pcr/pcr2010/Ficha\\_tecnica\\_adobe-tapial.pdf](https://www.udc.es/files/dhabitat/pcr/pcr2010/Ficha_tecnica_adobe-tapial.pdf)
- ASTM C78. (2002). *Método de Ensayo Estándar para Resistencia a la Flexión*. Obtenido de [https://kupdf.net/download/astm-c78\\_59f9b4f2e2b6f5832c26b0f9\\_pdf](https://kupdf.net/download/astm-c78_59f9b4f2e2b6f5832c26b0f9_pdf)
- Baldoceda, V. S. (2019). *APLICACION DE LA SABIA DE NOPAL COMO IMPERMEABILIZADOR EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE EN EL BARRIO CECILIO IIMAYMANTA DE TARMA - JUNIN*. Tesis, UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE, TARMA. Obtenido de <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/733>
- Barrera, M. Á., Guivin, J. C., & Armas, E. A. (2018). CONSTRUCCIONES DE ADOBE RESISTENTES A EXPOSICIÓN PROLONGADA DE AGUA POR EFECTO DE INUNDACIONES. *Revista de Investigación Científica UNTRM*. Obtenido de <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/267>
- Barrios, R. E. (2020). *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*. Tesis, UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, LIMA. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/652355>
- Benites, V. B. (2017). *ADOBE ESTABILIZADO CON EXTRACTO DE CABUYA (FURCRAEA ANDINA)*. Tesis, UNIVERSIDAD DE PIURA, PIURA. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2993>
- CLIMATE. (Mayo de 2022). *CLIMATE-DATA.ORG*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/huanuco/huanuco-3405/>
- Díaz, J. S. (2019). *ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA DE UNIDADES DE ADOBE COMPACTADO CON ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES PERMA-ZYME, HUANUCO-2019*. Tesis, UNIVERSIDAD DE

- HUANUCO, HUANUCO. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2963>
- Doran, G. T. (1981). *There is a SMART way to write management's goals and objectives*. WASHINGTON.
- Fabri, A. A., Azambuja, M. d., & Battistelle, R. A. (2019). *Construção com terra: Adobe com adição de óleos vegetais*. Simposio Brasileiro de Gestion Urbana, REVISTA NACIONAL DE GERENCIAMIENTO DE CUIDADES, BRASIL. Obtenido de [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/2168/2013](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/2168/2013)
- Filho, R. R. (2007). *EL USO DE LA TIERRA COMO ELEMENTO CONSTRUCTIVO EN BRASIL*. BRASIL: APUNTES vol. 20, núm. 2 (2007): 232-241.
- García, G. I. (2017). *ESTUDIO DE PERMEABILIDAD EN EL ADOBE IMPLEMENTANDO AGREGADOS NATURALES*. Tesis, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA, OAXACA-MEXICO. Obtenido de [http://jupiter.utm.mx/~tesis\\_dig/13322.pdf](http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/13322.pdf)
- INEI. (2018). *Características de las viviendas*. LIMA: INEI. Obtenido de [https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf)
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. (2010). *EDIFICACIONES ANTISISMICAS EN ADOBE*. Folleto, MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, PERU. Obtenido de [http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Manuales\\_guias/MANUAL%20ADOBE.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MANUAL%20ADOBE.pdf)
- Morales, N. M. (2018). *COMPARACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE ELABORADO CON ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES Y LA NORMA E.080*. Tesis, UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN, HUANUCO. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3997>
- Moran, W. C. (2016). *Hidrología*. Lima, Perú. Obtenido de Repositorio Pontificia Universidad Católica del Perú
- Norma E.080. (2017). *NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCION CON TIERRA REFORZADA*. El Peruano. Obtenido de [https://procurement-notices.undp.org/view\\_file.cfm?doc\\_id=109376](https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376)
- Norma Española UNE 41410. (2008). *BLOQUES DE TIERRA COMPRESIONADA PARA MUROS Y TABIQUES: DEFINICIONES, ESPECIFICACIONES Y METODOS DE ENSAYO*. Norma Española, España. Obtenido de

[http://www.bioarkiteco.com/uploads/1/1/3/2/11328176/une\\_414102008.pdf](http://www.bioarkiteco.com/uploads/1/1/3/2/11328176/une_414102008.pdf)

- NTP 399.605. (2013). *METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA*. Perú.
- NTP 399.613. (2005). *ENSAYO DE ABSORTION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA*. Perú.
- OMM. (2022). *ORGANIZACION METEREologica MUNDIAL*. Obtenido de <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/estado-del-clima-en-2021-los-fenómenos-extremos-y-sus-principales>
- Ordoñez, H. E. (2019). *RESILIENCIA CONSTRUCTIVA DE LOS MUROS EN EDIFICACIONES DE ADOBE*. Tesis, CUENCA - ECUADOR. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/8464>
- Orjuela, J. L., & Urrego, A. K. (2018). *DESARROLLO DEL RECUBRIMIENTO NATURAL (NOPAL) EN VIVIENDAS EN DOBE DE LA CANDELARIA*. Tesis, UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA, BOGOTA - COLOMBIA. Obtenido de [https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3368/Recubrimientonatural\\_Fachadasviviendas\\_AdobeCandelaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3368/Recubrimientonatural_Fachadasviviendas_AdobeCandelaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pritchard, P. J., & Leylegian, J. C. (2011). *INTRODUCCION A LA MECANICA DE FLUIDOS*. Obtenido de [http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM240/Marchi/Bibliografia/Pritchard-Fox-McDonalds\\_2011\\_8ed\\_Fluid-Mechanics.pdf](http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM240/Marchi/Bibliografia/Pritchard-Fox-McDonalds_2011_8ed_Fluid-Mechanics.pdf)
- RAE. (2021). *Resina*. Obtenido de REAL ACADEMIA ESPAÑOLA
- Sanchez, S. A., & Chaparro, J. C. (2019). *IMPERMEABILIZANTE NATURAL A PARTIR DE LA CENIZA CASCARILLA DE ARROZ PARA MUROS EN ADOBE*. Tesis, UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA, BOGOTA - COLOMBIA. Obtenido de <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/5567?show=full>
- SENAMHI. (2020). *Analisis del Periodo Lluvioso 2019/2020 a Nivel Nacional*. Perú: Ministerio del Ambiente. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1325635/INFORME-LLUVIAS-2019-2020%20FINAL-29-09-2020v2.pdf>
- Significados. (15 de Mayo de 2022). *www.significados.com*. Obtenido de <https://www.significados.com/fenomenos-naturales/#:~:text=Fenómenos%20hidrológicos%3A%20son%20aquellos%20que,e%20interacción%20con%20la%20materia.>
- UNAM. (2020). *Movimiento de Tierras*. Exposición, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), MEXICO.

Vasquez, R. M. (2018). *PROPIEDADES MECÁNICAS E HIDROFÓBICAS DE ADOBES COMPACTADOS AL INCORPORAR ESTEARATO DE ZINC*. Tesis, UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, CAJAMARCA. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14750>

### **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Arroyo Tacuchi, J. (2023). *Estabilización mecánica y química del adobe con resina de plátano para mejorar sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hidrológicos, Huánuco-2022* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	METODOLOGÍA
<p>¿En qué medida mejorará las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hidrológicos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano, Huánuco - 2022?</p> <p style="text-align: center;"><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿En cuánto mejorará el adobe sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hidrológicos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 1lt/m3 de tierra?</li> <li>• ¿En cuánto mejorará el adobe sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hidrológicos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 2lt/m3 de tierra?</li> <li>• ¿En cuánto mejorará el adobe sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hidrológicos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 3lt/m3 de tierra?</li> </ul>	<p>Medir en cuánto mejora las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hidrológicos mediante la estabilización mecánica y químicamente con resina de plátano, Huánuco - 2022.</p> <p style="text-align: center;"><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 1lt/m3 de tierra.</li> <li>• Comprobar las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 2lt/m3 de tierra.</li> <li>• Valorar las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 3lt/m3 de tierra.</li> </ul>	<p>HG: La estabilización mecánica y química con resina de plátano mejora las propiedades hidrofóbicas del adobe frente a fenómenos hidrológicos.</p> <p style="text-align: center;"><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</b></p> <p>HO: La estabilización mecánica y química del adobe con resina de plátano no mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hidrológicos.</p> <p>HE1: El adobe mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 1lt/m3 de tierra.</p> <p>HE2: El adobe mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 2lt/m3 de tierra.</p> <p>HE3: El adobe mejora sus propiedades hidrofóbicas frente a fenómenos hídricos estabilizándolo mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 3lt/m3 de tierra.</p>	<p><b>ENFOQUE:</b> cuantitativo por que se utiliza la recolección y análisis de datos a través de la medición numérica</p> <p><b>ALCANCE O NIVEL:</b> Explicativa por qué se busca verificar la influencia de la variable independent e sobre la dependiente.</p> <p><b>DISEÑO:</b> cuasi experimental porque se va manipular la variable dependiente para probar la hipótesis.</p> <p><b>POBLACIÓN:</b> : 250</p> <p><b>MUESTRA:</b> 200</p>

## ANEXO 2

# RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE DOCENTE ASESOR

## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

### RESOLUCIÓN N° 405-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 01 de marzo de 2023

Visto, el Oficio N° 287-2023-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 395835-0000001666, del Bach. **Job Mely ARROYO TACUCHI**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis.

#### CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 395835-0000001666, presentado por el (la) Bach. **Job Mely ARROYO TACUCHI**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 1016-2021-D-FI-UDH, de fecha 27 de agosto de 2021, en la cual se designa como Asesor de Tesis de la Bach. **Job Mely ARROYO TACUCHI** al Mg. Santiago Estrada Nuñez, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### SE RESUELVE:

**Artículo Primero.** - **DEJAR SIN EFECTO**, la Resolución N° 1016-2021-D-FI-UDH, de fecha 27 de agosto de 2021.

**Artículo Segundo.**- **DESIGNAR**, como nuevo Asesor de Tesis del Bach. **Job Mely ARROYO TACUCHI** a la Mg. Ericka Selene García Echevarría, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

**Artículo Tercero.**- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

#### REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:  
Fac. de Ingeniería – PAIC- Asesor- Mat. y Reg.Acad. – Interesado – Archivo.  
BCR/EJML/nto

## ANEXO 3

# RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (TESIS)

## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

### RESOLUCIÓN N° 1262-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 24 de junio de 2022

Visto, el Oficio N° 792-2022-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO-2022", presentado por el (la) Bach. **Job Mely ARROYO TACUCHI**.

#### CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1016-2021-D-FI-UDH, de fecha 27 de agosto de 2022, perteneciente al Bach. **Job Mely ARROYO TACUCHI** se le designó como ASESOR(A) al Mg. Santiago Estrada Núñez, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 791-2022-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO-2022", presentado por el (la) Bach. **Job Mely ARROYO TACUCHI**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Bladimir Jhon Abal García (Secretario) y Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### SE RESUELVE:

**Artículo Primero.** - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO-2022", presentado por el (la) Bach. **Job Mely ARROYO TACUCHI** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

**Artículo Segundo.** - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Ing. Ethel Ihesani Manzano Lozano  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
DECANATE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
Mg. Bertha Campos Ríos  
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.  
BCR/EJML/nto.

## ANEXO 4

### INFORME DE LABORATORIO.

# ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS  
"INGPROY CyC" SAC  
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA



## TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

"ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO - 2022"

### CANTERA DE TOMAYQUICHUA



CANTERA : TOMAYQUICHUA  
DISTRITO : TOMAYQUICHUA  
PROVINCIA : AMBO  
DEPARTAMENTO : HUÁNUCO  
PAÍS : PERÚ

INGPROY CyC  
Noé A. Benavente Salas  
REPRESENTANTE LEGAL  
RUC 20600358244

VILLANUEVA NETO Iván A.  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP N° 186721

HUÁNUCO, OCTUBRE DEL 2022



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”  
“CONSULTORA Y CONSTRUCTORA INGPROY C y C SAC”  
RUC: 20600358244

## LABORATORIO DE SUELOS “INGPROY C y C SAC”

### HACE CONSTAR:

Que el Bach. JOB MELY ARROYO TACUCHI, identificado con D. N. I. N° 47211364, Código del alumno N° 0200911389, de la Facultad de Ingeniería del Programa académico de Ingeniería Civil de la UDH – Huánuco, realizó sus ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Empresa Consultora y Constructora INGPROY C y C SAC, los mismos que a continuación declaro.

- ❖ Análisis Granulométrico.
- ❖ Resistencia a la Compresión.
- ❖ Absorción.
- ❖ Humectación - Secado.
- ❖ Erosión Acelerada.
- ❖ Inmersión.

Por lo cual adjunto los ensayos realizados.

Huánuco, 15 de octubre del 2022

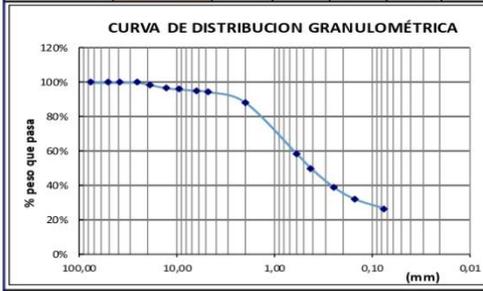
Atentamente,

 **INGPROY CyC**  
*Noé A. Benavente Salas*  
REPRESENTANTE LEGAL  
RUC 20600358244

JR. TINGO MARIA N° 121 – AMARILIS – HUÁNUCO – Cel. 940190490 - 935050141  
E-mail: [ingproycyc@outlook.com](mailto:ingproycyc@outlook.com)

**CUADRO N° 1: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

LABORATORIO DE SUELOS "INGPROY CyC" SAC CONSULTORA Y CONSTRUCTORA		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS										
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422												
BLOQUES DE TIERRA												
RESPONSABLE							Ing. Geólogo - Geotecnista Irvin Adderly Villanueva Nieto			FECHA		
SOLICITA							Bach. JOB MELY ARROTO TACUCHI			01/10/2022		
TESIS												
Estabilización Mecánica y Química del adobe con Resina de Plátano para Mejorar sus Propiedades Hidrofóbicas frente a Fenómenos Hidrológicos, Huánuco - 2022												
UBICACIÓN		DEPARTAMENTO		PROVINCIA		DISTRITO		CENTRO POBLADO				
		Huánuco		Ambo		Tomayquichua		Tomayquichua				
GENERALIDADES		MUESTRA			CANTERA			USO				
		Tierra			Tomayquichua			Bloques de Adobe				
DESCRIPCIÓN	Tamiz (Pulg)	Tamiz (mm)	Retenido gr.	Retenido gr. REAL	B% Pasante	% Mas Grueso	% Mas Fino	PESOS DE LA MUESTRA				
								DESCRIPCIÓN	Wh (g)	Ws (g)	Wl (g)	
PIEDRA O CANTOS	4"	101,60	0,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%	Wt	1.470,00	1.426,30	1.174,80	
	3"	76,20	0,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%	t	470,00	470,00	470,00	
	2"	50,80	0,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%	w	1.000,00	956,30	704,80	
	1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%	ERROR	0,37%	NORMA	≤1% Cumple	
GRAVA	1"	25,40	0,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
	3/4"	19,05	12,90	13,02	1,35%	1,35%	98,65%	COLOR	Marrón Claro			
	1/2"	12,70	17,80	17,96	1,87%	3,22%	96,78%	ESTRUCTURA	Mediana			
	3/8"	9,53	6,20	6,26	0,65%	3,87%	96,13%	TEXTURA	Fina			
FINA	1/4"	6,35	8,20	8,27	0,86%	4,73%	95,27%	CONSISTENCIA	NA - LP			
	Nº 4	4,75	6,40	6,46	0,67%	5,41%	94,59%	TERRENO DE FUNDACIÓN	Bueno			
								CLASIFICACIÓN SUCS	CL			
								CLASIFICACIÓN AASHTO	A - 2 - 4 (00)			
TAMIZADO CON FRACCIÓN MENOR Q' P. L.M.	ARENA	GRUESA	Nº 10	2,00	58,70	59,23	6,16%	11,57%	88,43%	Coeficiente de Uniformidad		23,24
		MEDIA	Nº 30	0,60	283,10	285,65	29,71%	41,28%	58,72%	Coeficiente de Curvatura		0,83
			Nº 40	0,43	83,50	84,25	8,76%	50,04%	49,96%	CARACTERÍSTICAS QUE PASA LA MALLA Nº 40		
			Nº 60	0,25	104,20	105,14	10,94%	60,98%	39,02%	Límite Líquido	28,33%	
			Nº 100	0,15	68,40	69,02	7,18%	68,16%	31,84%	Límite Plástico	25,30%	
Nº 200	0,08	51,90	52,37	5,45%	73,60%	26,40%	Índice de Plasticidad	2,97%				
OTROS	P Nº 200	Menor a 0,08	251,50	253,76	26,40%	100,00%	0,00%					
	TOTAL		952,80	961,38	100,00%	-	-					



SIMBOLO	CL	CONCLUSIONES
	Arcilla Arenosa	
		Arcilla Inorgánica de Plasticidad Baja a Mediana

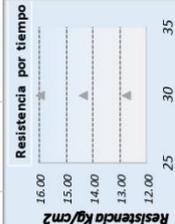
Donde Wh: Peso Húmedo, Ws: Peso Seco, Wl: Peso Lavado y Wg: Peso Granulométrico

LABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO - 2022"**

CUADRO N° 2: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBE CONVENCIONAL (1/2)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS															
PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES DE ADOBE															
ADOBE PATRON (CONVENCIONAL) SEGÚN NTP E.080															
Estabilización Mecánica y Química del adobe con Resina de Plátano para Mejorar sus Propiedades Hidrofóbicas frente a Fenómenos Hidrológicos, Huánuco - 2022															
TESIS: Estabilización Mecánica y Química del adobe con Resina de Plátano para Mejorar sus Propiedades Hidrofóbicas frente a Fenómenos Hidrológicos, Huánuco - 2022															
UBICACIÓN: Tomayquichua - Tomayquichua - Ambo - Huánuco SOLICITA: Bach. JOEL YARROTO TACUCHI 03/10/2022															
1. Referencia: ASTM C-39, (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens) NTP 339.034, (Concreto, Método de ensayo para esfuerzo a la compresión de muestras)															
2. Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.															
3. Materiales: Bloque de adobe															
4. Equipos: Prensa Digital Hidráulica Compression Testing Machine															
Ítems	Elemento	Fecha de Fabricación	Fecha de rotura	PROPIEDADES FÍSICAS DEL ADOBE						Área (cm <sup>2</sup> )	Hora de ensayo	Edad (Días)	Máxima Carga de Prueba (KN)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
				L (cm)	A (cm)	A (cm)	L (cm)	A (cm)	A (cm)						
P01	Adobe 01	03/09/2022	03/10/2022	24.60 cm	13.05 cm	24.59 cm	13.02 cm	320.60	08:00	30	50.11	15.95	Tipo III		
P02	Adobe 02	03/09/2022	03/10/2022	24.58 cm	13.10 cm	24.89 cm	13.01 cm	322.91	08:30	30	45.35	14.33	Tipo III		
P03	Adobe 03	03/09/2022	03/10/2022	24.58 cm	13.09 cm	24.89 cm	13.01 cm	322.79	09:00	30	40.86	12.76	Tipo III		
P04	Adobe 04	03/09/2022	03/10/2022	24.58 cm	13.10 cm	24.89 cm	13.01 cm	322.91	09:30	30	35.51	11.22	Tipo III		
P05	Adobe 05	03/09/2022	03/10/2022	25.00 cm	13.00 cm	24.91 cm	12.95 cm	323.79	10:00	30	34.27	10.80	Tipo III		



**Resistencia por tiempo**

Edad en Días	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>
25	16.00
30	15.00
35	14.00
35	13.00
35	12.00

Tipo	Descripción
Tipo I	Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, figuras a través de los cabalotes de menor de 1 pulg. (25mm).
Tipo II	Conos bien formados en un extremo, figuras verticales a través de los cabalotes, como no bien definidos en el otro.
Tipo III	Figuras verticales encorvadas a través de ambos extremos, conos.
Tipo IV	Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpe suavemente con un martillo.
Tipo V	Fractura en los lados en los partes superior o inferior (sobre).
Tipo VI	Fractura en los lados y en los extremos del cilindro es punteado.

ELABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

  
 Noé A. Betanem Salas  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 RUC 20600368244

  
 VILLANUEVA NIETO Irwin A.  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. CIP N° 186721

**ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO - 2022"**



**CUADRO N° 4: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 1L/m<sup>3</sup> (1/2)**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS														
PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES DE ADOBE														
Adobe estabilizado mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 1lt/m <sup>3</sup> de tierra														
TESIS														
Estabilización Mecánica y Química del adobe con Resina de Plátano para Mejorar sus Propiedades Hidrofóbicas frente a Fenómenos Hidrológicos, Huánuco - 2022														
UBICACIÓN: Tomayquichua - Ambao - Huánuco														
SOLICITA: Bach. JOB MELY-ARROYO TACUCHI														
04/10/2022														
1. Referencia: ASTM C-39, (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)														
NTP 339.034, (Concreto, Metodo de ensayo para esfuerzo a la compresión de muestras)														
2. Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.														
3. Materiales: Bloque de adobe														
Laboratorio: <input checked="" type="checkbox"/> Instru: <input type="checkbox"/>														
4. Equipos: Prensa Digital Hydraulic Compression Testing Machine														
Ítems	Elemento	Fecha de Fabricación	Fecha de rotura	PROPIEDADES FÍSICAS DEL ADOBE				Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Área (cm <sup>2</sup> )	Hora de ensayo	Edad (Días)	Máxima Carga de Prueba (KN)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
				Área superior L (cm)	Área superior A (cm)	Área inferior L (cm)	Área inferior A (cm)							
P11	Adobe 01	03/09/2022	04/10/2022	24.60 cm	13.05 cm	24.59 cm	13.02 cm	320.60	08:00	31	25.24	25.24	Tipo III	
P12	Adobe 02	03/09/2022	04/10/2022	24.59 cm	13.10 cm	24.89 cm	13.01 cm	322.97	08:30	31	28.70	28.70	Tipo III	
P13	Adobe 03	03/09/2022	04/10/2022	24.59 cm	13.09 cm	24.89 cm	13.01 cm	322.85	09:00	31	26.15	26.15	Tipo III	
P14	Adobe 04	03/09/2022	04/10/2022	24.58 cm	13.10 cm	24.89 cm	13.01 cm	322.91	09:30	31	25.86	25.86	Tipo III	
P15	Adobe 05	03/09/2022	04/10/2022	25.00 cm	13.00 cm	24.95 cm	12.95 cm	324.05	10:00	31	28.50	28.50	Tipo III	

**Resistencia por tiempo**

Edad en Días	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>
25	12.00
30	13.00
35	16.00

**Tipo de Falla**

Tipo I: Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, figurados a través de los cabales de menor del 1/4 del diámetro.

Tipo II: Conos bien formados en un extremo, figurados a través de los cabales, como no bien definidos en el otro.

Tipo III: Figuras verticales enrolladas a través de ambos extremos, como extremos, conos.

Tipo IV: Figuras diagonales en forma de través de los extremos, golpe suavemente con un martillo.

Tipo V: Fractura en los lados en los partes superior o inferior (sobre).

Tipo VI: Fractura en los partes superior y en el extremo del cilindro es puntiagudo.

ELABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

INGPROY Cyc  
 Noé A. Betanem Salas  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 RUC 20600358244

VILLANUEVA NETO Irwin A.  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. CIP N° 196721

**ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO - 2022"**

CUADRO N° 5: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 1L/m<sup>3</sup> (2/2)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS														
PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES DE ADOBE														
Adobe estabilizado mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 1lt/m3 de tierra														
TESIS														
Estabilización Mecánica y Química del adobe con Resina de Plátano para Mejorar sus Propiedades Hidrofóbicas frente a Fenómenos Hidrológicos, Huánuco - 2022														
UBICACIÓN: Tomayquichua - Ambao - Huánuco														
SOLICITA: Barch. JOB MELY-ARROYO TACUCHI 04/10/2022														
1. Referencia: ASTM C-39, (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)														
2. Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.														
3. Materiales: Bloque de adobe														
4. Equipos: Prensa Digital Hydraulic Compression Testing Machine														
Laboratorio: <input checked="" type="checkbox"/> Instru: <input type="checkbox"/>														
F.C. Variable														
BLOQUE Adobes														
Esfuerzo Absoluto (Kg/cm <sup>2</sup> )														
Máxima Carga de Prueba (KN)														
Edad (Días)														
Hora de ensayo														
PROPIEDADES FÍSICAS DEL ADOBE														
Área superior L (cm) A (cm)														
Área inferior L (cm) A (cm)														
Área (cm <sup>2</sup> )														
Fecha de rotura														
Fecha de Fabricación														
Elemento														
Ítems														
P16	Adobe 06	03/09/2022	04/10/2022	24.60 cm	13.05 cm	24.59 cm	13.02 cm	320.60	10:30	31	26.32	25.24	Tipo III	
P17	Adobe 07	03/09/2022	04/10/2022	25.00 cm	13.10 cm	24.89 cm	13.01 cm	325.66	11:00	31	25.65	28.70	Tipo III	
P18	Adobe 08	03/09/2022	04/10/2022	24.59 cm	13.09 cm	25.00 cm	13.01 cm	323.57	11:30	31	25.32	26.15	Tipo III	
P19	Adobe 09	03/09/2022	04/10/2022	25.00 cm	13.10 cm	24.89 cm	13.01 cm	325.66	12:00	31	24.13	25.86	Tipo III	
P20	Adobe 10	03/09/2022	04/10/2022	25.00 cm	13.00 cm	24.95 cm	12.95 cm	324.05	12:30	31	28.26	28.50	Tipo III	

**Resistencia por tiempo**

Edad en Días	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>
25	12.00 - 13.00
30	14.00 - 15.00
35	24.00 - 28.00

**Tipo de Falla**

ELABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

**INGPROY Cyc**  
 Noé A. Benavente Salas  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 RUC 20660358244

**VILLANUEVA NETO** Irwin A.  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 186721

**ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO - 2022"**

**CUADRO N° 6: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 2L/m<sup>3</sup> (1/2)**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS												
PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES DE ADOBE												
Adobe estabilizado mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 2lt/m3 de tierra												
TESIS												
Estabilización Mecánica y Química del adobe con Resina de Plátano para Mejorar sus Propiedades Hidrofóbicas frente a Fenómenos Hidrológicos, Huánuco - 2022												
UBICACIÓN: Tomayquichua - Tomayquichua - Huánuco												
SOLICITA: Bach. JOB MELY-ARROYO TACUCHI 05/10/2022												
1. Referencia: ASTM C-39, (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)												
2. Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.												
3. Materiales: Bloque de adobe												
4. Equipos: Prensa Digital Hydraulic Compression Testing Machine												
Ítems	Elemento	Fecha de Fabricación	Fecha de rotura	PROPIEDADES FÍSICAS DEL ADOBE						Máxima Carga de Prueba (KN)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
				Área superior L (cm)	Área inferior L (cm)	Área superior A (cm)	Área inferior A (cm)	Área superior A (cm <sup>2</sup> )	Área inferior A (cm <sup>2</sup> )			
P21	Adobe 01	03/09/2022	05/10/2022	25.00 cm	25.00 cm	13.05 cm	24.59 cm	13.02 cm	323.21	29.68	Tipo II	
P22	Adobe 02	03/09/2022	05/10/2022	25.00 cm	25.00 cm	13.10 cm	24.89 cm	13.01 cm	325.66	34.66	Tipo II	
P23	Adobe 03	03/09/2022	05/10/2022	24.59 cm	24.59 cm	13.09 cm	25.00 cm	13.01 cm	323.57	38.91	Tipo II	
P24	Adobe 04	03/09/2022	05/10/2022	25.00 cm	25.00 cm	13.10 cm	24.89 cm	13.01 cm	325.66	30.15	Tipo II	
P25	Adobe 05	03/09/2022	05/10/2022	25.00 cm	25.00 cm	13.00 cm	24.95 cm	12.95 cm	324.05	35.02	Tipo II	

**Resistencia por tiempo**

Edad en Dias	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>
25	12.5
30	14.5
35	15.5

**Tipo de Falla**

ELABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

**INGPROY Cyc**  
 Noé A. Betanave Salas  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 RUC 20600358244

**VILLANUEVA NIETO Irwin A.**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. CIP N° 198721

**ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO - 2022"**



**CUADRO N° 8: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 3L/m<sup>3</sup> (1/2)**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS												
PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES DE ADOBE												
Adobe estabilizado mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 3lt/m3 de tierra												
TESIS: Estabilización Mecánica y Química del adobe con Resina de Plátano para Mejorar sus Propiedades Hidrofóbicas frente a Fenómenos Hidrológicos, Huánuco - 2022												
UBICACIÓN: Tomayquichua - Tomayquichua - Amblo - Huánuco												
SOLICITA: Bach. JOB MELY ARROYO TACUCHI 06/10/2022												
1. Referencia: ASTM C-39, (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)												
2. Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.												
3. Materiales: Bloque de adobe												
4. Equipos: Prensa Digital Hydraulic Compression Testing Machine												
Ítems	Elemento	Fecha de Fabricación	Fecha de rotura	PROPIEDADES FÍSICAS DEL ADOBE				Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Área superior (cm <sup>2</sup> )	Área lateral (cm <sup>2</sup> )	Máxima Carga de Prueba (KN)	Tipo de Falla
				L (cm)	A (cm)	L (cm)	A (cm)					
P31	Adobe 01	03/09/2022	06/10/2022	24.60 cm	13.05 cm	24.59 cm	13.02 cm	320.60	320.60	33	44.26	Tipo II
P32	Adobe 02	03/09/2022	06/10/2022	25.00 cm	13.00 cm	24.89 cm	13.01 cm	324.41	324.41	33	45.63	Tipo II
P33	Adobe 03	03/09/2022	06/10/2022	24.59 cm	13.09 cm	25.00 cm	13.01 cm	323.57	323.57	33	44.01	Tipo II
P34	Adobe 04	03/09/2022	06/10/2022	25.00 cm	13.10 cm	24.89 cm	13.01 cm	325.66	325.66	33	50.27	Tipo I
P35	Adobe 05	03/09/2022	06/10/2022	25.00 cm	13.00 cm	24.95 cm	13.00 cm	324.68	324.68	33	47.37	Tipo II

Resistencia por tiempo	
16.00	
15.00	
14.00	
13.00	
12.00	
25	30
35	
Edad en Dias	

Tipo	Descripción
Tipo I	Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabecales de menor del 1 por ciento.
Tipo II	Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabecales, como no bien definidos en el otro.
Tipo III	Fisuras verticales enrolladas a través de ambos extremos, conos.
Tipo IV	Fisuras diagonales, fisuras a través de los extremos, golpe suavemente con un martillo.
Tipo V	Fractura en los lados en los partes superior o inferior (sobre).
Tipo VI	Fractura en los partes superior y en el extremo del cilindro es puntiagudo.

ELABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**INGPROY Cyc**  
 Noé A. Benítez Salas  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 RUC 20610308214

**VILLANUBIA NEGRO**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. CIP N° 186721

**ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO - 2022"**

CUADRO N° 9: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 3L/m<sup>3</sup> (2/2)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS												
PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES DE ADOBE												
Adobe estabilizado mecánica y químicamente con resina de plátano dosificando 3lt/m <sup>3</sup> de tierra												
TESIS												
Estabilización Mecánica y Química del adobe con Resina de Plátano para Mejorar sus Propiedades Hidrofóbicas frente a Fenómenos Hidrológicos, Huánuco - 2022												
UBICACIÓN: Tomayquichua - Ambao - Huánuco												
SOLICITA: Bach. JOB MELY ARROYO TACUCHI												
06/10/2022												
1. Referencia: ASTM C-39, (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)												
NTP 339.034, (Concreto, Metodo de ensayo para esfuerzo a la compresión de muestras)												
2. Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.												
3. Materiales: Bloque de adobe												
Laboratorio: <input checked="" type="checkbox"/> Instru: <input type="checkbox"/>												
4. Equipos: Prensa Digital Hydraulic Compression Testing Machine												
Ítems	Elemento	Fecha de Fabricación	Fecha de rotura	PROPIEDADES FÍSICAS DEL ADOBE						Máxima Carga de Prueba (KN)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
				Área superior L (cm)	Área inferior A (cm)	Área superior L (cm)	Área inferior A (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Edad (Días)			
P36	Adobe 06	03/09/2022	06/10/2022	24.60 cm	13.05 cm	24.59 cm	13.02 cm	320.60	45.11	44.26	Tipo II	
P37	Adobe 07	03/09/2022	06/10/2022	25.00 cm	13.00 cm	24.89 cm	13.01 cm	324.41	50.67	45.63	Tipo II	
P38	Adobe 08	03/09/2022	06/10/2022	24.80 cm	13.09 cm	25.00 cm	13.00 cm	324.82	42.15	44.01	Tipo II	
P39	Adobe 09	03/09/2022	06/10/2022	25.00 cm	13.10 cm	24.89 cm	13.01 cm	325.66	50.06	50.27	Tipo I	
P40	Adobe 10	03/09/2022	06/10/2022	25.00 cm	13.00 cm	24.95 cm	13.00 cm	324.68	40.59	47.37	Tipo II	

Resistencia por tiempo	
16.00	
15.00	
14.00	
13.00	
12.00	
25	30
35	
Edad en Días	

	TIPO I	Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los caballos de menor del 1/4 del diámetro.
	TIPO II	Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los caballos, como no bien definidos en el otro.
	TIPO III	Fisuras verticales enrolladas a través de ambos extremos, conos.
	TIPO IV	Fisura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpe suavemente con un martillo.
	TIPO V	Fractura en los lados en los partes superior o inferior (sobre).
	TIPO VI	Fractura en los partes superior y en el extremo del cilindro es puntiagudo.

ELABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

INGPROY Cyc  
 Noé A. Benavente Salas  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 RUC 20600368244

VILLANUEVA NETO Irón A.  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 106721

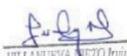
ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO - 2022"

CUADRO N° 10: ABSORCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS							
ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 399.604 Y 399.1613							
BLOQUES DE TIERRA							
RESPONSABLE							FECHA
Ing. Geólogo - Geotecnista Irvin Adderly Villanueva Nieto							07/10/2022
SOLICITA							
Bach. JOB MELYARROTO TACUCHI							
TESIS							
Estabilización Mecánica y Química del adobe con Resina de Plátano para Mejorar sus Propiedades Hidrofóbicas frente a Fenómenos Hidrológicos, Huánuco - 2022							
UBICACIÓN		DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO		
		Huanuco	Ambo	Tomayquichua	Tomayquichua		
ASPECTOS GENERALES		TIPO DE ENSAYO		COLOR	FORMA	USO	SUMERGIDO EN EL AGUA 60 min max
		No Clasificatorio		Marrón Claro	Rectangular	Prueba	
MUESTRAS	MUESTRA	PESO SATURADO 60m	PESO SECO	CONTENIDO DE ABSORCIÓN	ABSORCIÓN (%)	COEFICIENTE DE SATURACIÓN	ITEM
ADOBE PATRON (CONVENCIONAL) SEGÚN NTP E.080	M01	4,309.00	4,008.00	470.00	7.51%	0.016	P 01
	M02	4,307.14	4,010.00	408.00	7.41%	0.018	P 02
	M03	4,301.22	4,003.00	460.00	7.45%	0.016	P 03
	M04	4,303.92	4,007.00	456.00	7.41%	0.016	P 04
	M05	4,315.20	4,000.00	416.00	7.88%	0.019	P 05
	M06	4,316.36	4,010.00	437.00	7.64%	0.017	P 06
	M07	4,280.67	4,001.00	465.00	6.99%	0.015	P 07
	M08	4,306.00	4,000.00	423.00	7.65%	0.018	P 08
	M09	4,299.60	4,000.00	402.00	7.49%	0.019	P 09
	M10	4,304.80	4,000.00	451.00	7.62%	0.017	P 10
ESTABILIZACION MECANICA + 1 LT/m³ DE TIERRA	M01	4,403.99	4,008.00	463.00	9.88%	0.021	P 11
	M02	4,389.16	4,008.00	475.00	9.51%	0.020	P 12
	M03	4,425.91	4,001.00	495.00	10.62%	0.021	P 13
	M04	4,445.18	4,009.00	403.00	10.88%	0.027	P 14
	M05	4,440.53	4,003.00	417.00	10.93%	0.026	P 15
	M06	4,346.51	4,006.00	443.00	8.50%	0.019	P 16
	M07	4,434.66	4,010.00	432.00	10.59%	0.025	P 17
	M08	4,392.58	4,006.00	482.00	9.65%	0.020	P 18
	M09	4,383.55	4,008.00	443.00	9.37%	0.021	P 19
	M10	4,354.12	4,006.00	404.00	8.69%	0.022	P 20
ESTABILIZACION MECANICA + 2 LT/m³ DE TIERRA	M01	4,157.57	4,010.00	469.00	3.68%	0.008	P 21
	M02	4,160.14	4,009.00	443.00	3.77%	0.009	P 22
	M03	4,159.74	4,009.00	492.00	3.76%	0.008	P 23
	M04	4,159.67	4,007.00	459.00	3.81%	0.008	P 24
	M05	4,163.04	4,006.00	407.00	3.92%	0.010	P 25
	M06	4,162.47	4,007.00	434.00	3.88%	0.009	P 26
	M07	4,151.89	4,008.00	463.00	3.59%	0.008	P 27
	M08	4,156.64	4,001.00	482.00	3.89%	0.008	P 28
	M09	4,154.31	4,003.00	448.00	3.78%	0.008	P 29
	M10	4,156.79	4,005.00	429.00	3.79%	0.009	P 30
ESTABILIZACION MECANICA + 3 LT/m³ DE TIERRA	M01	4,097.38	4,008.00	412.00	2.23%	0.005	P 31
	M02	4,060.88	4,006.00	451.00	1.37%	0.003	P 32
	M03	4,027.04	4,009.00	471.00	0.45%	0.001	P 33
	M04	4,051.04	4,003.00	456.00	1.20%	0.003	P 34
	M05	4,030.83	4,004.00	500.00	0.67%	0.001	P 35
	M06	4,035.02	4,003.00	500.00	0.80%	0.002	P 36
	M07	4,024.62	4,003.00	450.00	0.54%	0.001	P 37
	M08	4,059.51	4,009.00	442.00	1.26%	0.003	P 38
	M09	4,092.71	4,005.00	486.00	2.19%	0.005	P 39
	M10	4,044.25	4,005.00	465.00	0.98%	0.002	P 40

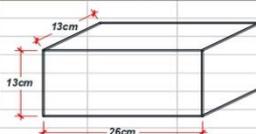
ELABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

 **INGPROY CyC**  
Noé A. Benavente Salas  
REPRESENTANTE LEGAL  
RUC 20600358244

  
VILLANUEVA NIETO Irvin A.  
INGENIERO GEOLÓGO  
Reg. CIP N° 180721

**ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO - 2022"**

**CUADRO N° 11: ENSAYO DE HUMECTACION/SECADO**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS							
ENSAYO DE HUMECTACION/SECADO NORMA ESPAÑOLA UNE 41410:2008							
BLOQUES DE TIERRA							
RESPONSABLE	Ing. Geólogo - Geotecnista Irvin Aderly Villanueva Nieto						
SOLICITA	Bach. JOB MELY ARROTO TACUCHI						
FECHA	15/10/2022						
TESIS	Estabilización Mecánica y Química del adobe con Resina de Plátano para Mejorar sus Propiedades Hidrofóbicas frente a Fenómenos Hidrológicos, Huánuco - 2022						
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO: Huánuco, PROVINCIA: Ambo, DISTRITO: Tomayquichua, CENTRO POBLADO: Tomayquichua						
GENERALIDADES	MUESTRA: ADOBE, CANTERA: Tomayquichua, USO: Bloques de Adobe						
							
<b>TIPOS DE FALLA</b> 00. SIN FALLA 01. Modelo de grietas aleatorio. 02. Modelo de grietas en estrella. 03. Hichamiento local. 04. Picado local en a menos 5 zonas. 05. Perdida general o local de capas de suelo. 06. Penetración de agua en mas del 70% en la anchura del adobe. 07. Perdida de fragmentos mayores a 50mm excepto de los que provengan de la parte comprendida entre los bordes y 50mm hacia adentro. 08. Eflorescencia en la superficie.							
ITEM	MUESTRA	ADOBE PATRON (CONVENCIONAL) SEGUN NTP E.080					
		CICLO 01	CICLO 02	CICLO 03	CICLO 04	CICLO 05	CICLO 06
P 01	ADOBE 01	0	1	2	3	5	6
P 02	ADOBE 02	0	2	3	4	6	7
P 03	ADOBE 03	0	1	2	3	5	6
P 04	ADOBE 04	0	1	2	3	5	6
P 05	ADOBE 05	0	2	3	4	6	7
P 06	ADOBE 06	0	1	2	3	5	6
P 07	ADOBE 07	0	0	1	2	4	5
P 08	ADOBE 08	0	3	4	5	7	8
P 09	ADOBE 09	0	1	2	3	5	6
P 10	ADOBE 10	0	0	1	2	4	5
ITEM	MUESTRA	ESTABILIZACIÓN MECÁNICA + 1 L/m3 DE TIERRA					
		CICLO 01	CICLO 02	CICLO 03	CICLO 04	CICLO 05	CICLO 06
P 11	ADOBE 01	0	0	0	1	3	4
P 12	ADOBE 02	0	0	2	3	5	6
P 13	ADOBE 03	0	0	0	1	3	4
P 14	ADOBE 04	0	0	2	3	5	6
P 15	ADOBE 05	0	0	0	1	3	4
P 16	ADOBE 06	0	0	0	1	3	4
P 17	ADOBE 07	0	0	1	2	4	5
P 18	ADOBE 08	0	2	3	4	6	7
P 19	ADOBE 09	0	1	2	3	5	6
P 20	ADOBE 10	0	3	4	5	7	8
ITEM	MUESTRA	ESTABILIZACIÓN MECÁNICA + 2 L/m3 DE TIERRA					
		CICLO 01	CICLO 02	CICLO 03	CICLO 04	CICLO 05	CICLO 06
P 21	ADOBE 01	0	3	5	6	7	8
P 22	ADOBE 02	0	1	1	1	1	2
P 23	ADOBE 03	0	4	5	6	7	8
P 24	ADOBE 04	0	1	2	3	4	5
P 25	ADOBE 05	0	1	1	1	1	2
P 26	ADOBE 06	0	1	2	3	4	5
P 27	ADOBE 07	0	2	3	4	5	6
P 28	ADOBE 08	0	1	1	1	2	3
P 29	ADOBE 09	0	2	3	4	5	6
P 30	ADOBE 10	0	1	1	0	1	2
ITEM	MUESTRA	ESTABILIZACIÓN MECÁNICA + 3 L/m3 DE TIERRA					
		CICLO 01	CICLO 02	CICLO 03	CICLO 04	CICLO 05	CICLO 06
P 31	ADOBE 01	0	1	1	1	1	1
P 32	ADOBE 02	0	1	1	1	1	1
P 33	ADOBE 03	0	1	1	1	2	3
P 34	ADOBE 04	0	1	1	1	1	2
P 35	ADOBE 05	0	1	1	1	1	2
P 36	ADOBE 06	0	1	2	3	4	5
P 37	ADOBE 07	0	4	5	6	7	8
P 38	ADOBE 08	0	1	1	4	5	6
P 39	ADOBE 09	0	4	5	6	7	8
P 40	ADOBE 10	0	1	1	1	1	2

ELABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

INGPROY Cyc  
 Noé A. Bermejo Salas  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 RUC 20600358244

IRVIN A. VILLANUEVA NIETO  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. CIP N° 196721

**ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO - 2022"**



**CUADRO N° 13: INMERSIÓN**

LABORATORIO DE SUELOS "INGPROY CyC" SAC CONSULTORA Y CONSTRUCTORA		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS								
INMERSIÓN										
NORMA ESPAÑOLA UNE 41410:2008										
BLOQUES DE TIERRA										
RESPONSABLE	Ing. Geólogo - Geotecnista Irvin Adderly Villanueva Nieto						FECHA			15/10/2022
SOLICITA	Bach. JOB MELY ARROTO TACUJCHI									15/10/2022
TESIS	Estabilización Mecánica y Química del adobe con Resina de Plátano para Mejorar sus Propiedades Hidrofóbicas frente a Fenómenos Hidrológicos, Huánuco - 2022									
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO			CENTRO POBLADO				
	Huánuco	Ambo	Tomayquichua			Tomayquichua				
GENERALIDADES	MUESTRA		CANTERA			USO				
	Tierra		Tomayquichua			Bloques de Adobe				
CLASIFICACION	SÍMBOLO	RANGO	DESCRIPCIÓN							
DESPRECIABLE	N	1	La unidad de adobe no muestra daño visible. No hay Hendiduras producidas por la presión de la inserción de un dedo.							
LIGERO	L	2	La unidad no muestra ningún daño visible, pero podría ocurrir con una ligera presión.							
MODERADO	M	3	La unidad muestra daños estructurales visibles y hendiduras con una ligera presión. El agua queda en el recipiente es de color marrón debido a la descomposición de la unidad.							
SEVERO	S	4	La unidad pierde la mayor parte de sus superficies o bordes. El agua que queda en el recipiente es de color marrón y fangoso por la erosión, y la unidad no puede soportar ningún tipo de presión.							
ADOBE PATRON (CONVENCIONAL) SEGÚN NTP E.080										
P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	
ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06	ADOBE 07	ADOBE 08	ADOBE 09	ADOBE 10	
4	3	4	3	3	1	2	2	4	3	
S	M	S	M	M	N	L	L	S	M	
ESTABILIZACIÓN MECÁNICA +1 LT/m <sup>3</sup> DE TIERRA										
P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	
ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06	ADOBE 07	ADOBE 08	ADOBE 09	ADOBE 10	
2	4	4	3	1	3	1	4	2	1	
L	S	S	M	N	M	N	S	L	N	
ESTABILIZACIÓN MECÁNICA +2 LT/m <sup>3</sup> DE TIERRA										
P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	
ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06	ADOBE 07	ADOBE 08	ADOBE 09	ADOBE 10	
2	1	3	1	2	2	1	2	4	3	
L	N	M	N	L	L	N	L	S	M	
ESTABILIZACIÓN MECÁNICA +3 LT/m <sup>3</sup> DE TIERRA										
P31	P32	P33	P34	P35	P36	P37	P38	P39	P40	
ADOBE 01	ADOBE 02	ADOBE 03	ADOBE 04	ADOBE 05	ADOBE 06	ADOBE 07	ADOBE 08	ADOBE 09	ADOBE 10	
2	1	3	1	3	1	2	1	4	2	
L	N	M	N	M	N	L	N	S	L	

LABORACIÓN: ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**ENSAYOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: "ESTABILIZACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA DEL ADOBE CON RESINA DE PLÁTANO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES HIDROFÓBICAS FRENTE A FENÓMENOS HIDROLÓGICOS, HUÁNUCO - 2022"**

*A. Q. N.*  
 VILLANUEVA NIETO Irvin A.  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. CIP N° 166721

INGPROY CyC  
 Ing. A. Adderly Villanueva Nieto  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 RUC: 20600398214