

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



**TESIS**

---

**“Análisis experimental de la resistencia a la compresión del adobe elaborado con tierra proveniente de sedimentos de huayco las Moras - Huánuco - 2024”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Alania Lino, Calin

ASESORA: Cecilio Reyes, Fatima Rosaria

HUÁNUCO – PERÚ

2025

# 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 de la construcción

### 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): 73890453

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47064856

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0009-0001-5016-5538

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda	Máster en dirección de proyectos	73645168	0009-0001-0745-5433
2	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769
3	Valdivieso Echevarria, Martín Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135

# D

# H

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A)  
CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 11:00 horas del día viernes 21 de febrero de 2025, 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. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA | PRESIDENTE |
| ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO           | SECRETARIO |
| ❖ MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA     | VOCAL      |

Nombrados mediante RESOLUCIÓN No 0288-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ELABORADO CON TIERRA PROVENIENTE DE SEDIMENTOS DE HUAYCO LAS MORAS – HUANUCO - 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Calin ALANIA LINO, 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) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47).

Siendo las 11:46pm horas del día 21 del mes de febrero del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA  
DNI: 73645168  
ORCID: 0009-0001-0745-5433  
**PRESIDENTE**



MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO  
DNI: 41891649  
ORCID: 0000-0001-8392-1769  
**SECRETARIO (A)**



MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA  
DNI: 22416570  
ORCID: 0000-0002-0579-5135  
**VOCAL**



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: CALIN ALANIA LINO, de la investigación titulada "Análisis experimental de la resistencia a la Compresión del Adobe elaborado con tierra proveniente de sedimentos de Huayco las Moras - Huánuco - 2024", con asesor(a) FATIMA ROSARIA CECILIO REYES, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1145-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 21 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software 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, 12 de diciembre de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

# 10. Calin, Alania Lino.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	8%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	6%
3	<a href="https://distancia.udh.edu.pe">distancia.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## DEDICATORIA

A mis queridos abuelos, por ser la raíz de nuestra familia, por sus enseñanzas y valores inquebrantables que siempre guiarán mi camino. Ustedes me enseñaron la importancia del esfuerzo y la humildad. Este logro es una forma de honrar su legado.

A mis padres, por su amor infinito, por su apoyo incondicional y por enseñarme que los sueños se alcanzan con trabajo y perseverancia. Gracias por cada consejo, cada sacrificio y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Este triunfo es tanto de ustedes como mío.

A mis hermanos, por ser mi motivación constante, por compartir mis alegrías y mis dificultades, y por estar siempre a mi lado como compañeros de vida. Este logro es una prueba de lo lejos que podemos llegar juntos como familia.

A todos ustedes, gracias por ser mi inspiración y mi fortaleza en cada paso del camino. Este título es para ustedes, con todo mi amor y gratitud.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Mg. Fátima Rosaria Cecilio Reyes, mi asesora de tesis, por su invaluable guía, paciencia y dedicación en cada etapa del proceso. Gracias por creer en mi trabajo y por orientarme con sabiduría y compromiso, lo cual ha sido fundamental para alcanzar este logro.

A mis profesores, por compartir sus conocimientos y enseñanzas, no solo académicas sino también de vida, que me formaron como profesional y como persona. Gracias por su entrega y esfuerzo en cada clase.

A mis amigos, por su compañía en cada paso de este viaje, por las risas compartidas y el apoyo incondicional. Juntos hemos superado retos y creando recuerdos que perdurarán para siempre.

A la Universidad de Huánuco, por brindarme el espacio para formarme profesionalmente y crecer como ingeniero civil. Estoy agradecido por cada experiencia vivida en sus aulas y por el compromiso de toda la comunidad universitaria.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
INDICE DE TABLAS .....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I.....	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO .....	17
1.3 OBJETIVOS .....	17
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	18
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	18
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	19
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO .....	20
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	20

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES.....	22
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES .....	23
2.2 BASES TEÓRICAS .....	23
2.2.1 ADOBE .....	23
2.2.2 SEDIMENTOS .....	25
2.2.3 TIERRA PROVENIENTE DE SEDIMENTOS DE HUAYCO .....	26
2.2.5 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE .....	27
2.2.6 NORMATIVA PERUANA PARA ADOBE E.080.....	28
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	28
2.4 HIPÓTESIS .....	30
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	30
2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA .....	30
2.5 VARIABLES .....	30
2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE.....	30
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE .....	30
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	31
CAPÍTULO III .....	32
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	32
3.1.1 ENFOQUE .....	32
3.1.2 ALCANCE O NIVEL.....	33
3.1.3 DISEÑO.....	33
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	35
3.2.1 POBLACIÓN.....	35
3.2.2 MUESTRA .....	35
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	36
3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	36

3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS .....	47
3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	47
3.4 ASPECTOS ÉTICOS.....	47
CAPÍTULO IV.....	48
RESULTADOS.....	48
4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	48
4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	57
CAPÍTULO V.....	65
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	65
5.1 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	65
CONCLUSIONES .....	67
RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS.....	74

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de la muestra.....	35
Tabla 2 Resistencia a la compresión según diseño y muestras patrón .....	48
Tabla 3 Comparación de resistencia a la compresión: adobe patrón vs. adobe según diseño (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	49
Tabla 4 Medias de resistencia a compresión: muestras patrón vs. según diseño. ....	49
Tabla 5 Resistencia a compresión: adobe con 50% tierra sedimentaria vs. adobe patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	50
Tabla 6 Comparación de resistencia: adobe con 50% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	50
Tabla 7 Medias de resistencia: adobe con 50% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	51
Tabla 8 Resistencia: adobe con 75% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	51
Tabla 9 Comparación de resistencia: adobe con 75% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	52
Tabla 10 Medias de resistencia: adobe con 75% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	53
Tabla 11 Resistencia: adobe con 100% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	53
Tabla 12 Comparación de resistencia: adobe con 100% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	54
Tabla 13 Medias de resistencia: adobe con 100% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	54
Tabla 14 Resistencia promedio: adobe con 50%, 75% y 100% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	55
Tabla 15 Comparación de resistencia promedio: adobe con 50%, 75% y 100% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	55
Tabla 16 Medias de resistencia promedio: adobe con 50%, 75% y 100% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	56
Tabla 17 Prueba de normalidad: resistencia promedio con 50%, 75% y 100% sustitución vs. patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	57

Tabla 18 Prueba T de Student: resistencia promedio con 50%, 75% y 100% sustitución vs. patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).....	58
Tabla 19 Prueba de normalidad: resistencia con 50% sustitución vs. patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ). .....	59
Tabla 20 Prueba T Student para resistencia a compresión con 50% de suelo virgen y muestras patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	60
Tabla 21 Prueba de normalidad para resistencia a compresión con 75% de suelo virgen y muestras patrón (kg/cm <sup>2</sup> ).....	61
Tabla 22 Prueba T Student para resistencia a compresión con 75% de suelo virgen y muestras patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	61
Tabla 23 Prueba de normalidad para resistencia a compresión con 100% de suelo virgen y muestras patrón (kg/cm <sup>2</sup> ).....	63
Tabla 24 Prueba T Student para resistencia a compresión con 100% de suelo virgen y muestras patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	63

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Adobes de tierra .....	24
Figura 2 Sedimentos de Huaycos .....	25
Figura 3 Ensayo a compresión del adobe.....	28
Figura 4 Zona huayco las Moras.....	37
Figura 5 Otra vista de la zona de extracción de sedimento de huayco.....	37
Figura 6 Extracción del sedimento para la elaboración del adobe.....	38
Figura 7 Otra vista de la extracción del material para los adobes.....	38
Figura 8 Elaboración de la mezcla para los adobes .....	39
Figura 9 Elaboración de las muestras.....	39
Figura 10 Población de muestras de adobes a 28 días .....	40
Figura 11 Ensayo de compresión para muestras patrón .....	40
Figura 12 Rotura de las muestras patrón.....	41
Figura 13 Rotura de las muestras patrón.....	41
Figura 14 Muestras de adobe con sustitución de 50% de suelo virgen por tierra sedimentaria .....	42
Figura 15 Ensayo de compresión para muestras de adobe reemplazo del 50% de suelo virgen por tierra sedimentaria.....	42
Figura 16 Muestras de adobe con sustitución de 75% de suelo virgen por tierra sedimentaria .....	43
Figura 17 Ensayo de compresión para muestras de adobe reemplazo del 75% de suelo virgen por tierra sedimentaria.....	43
Figura 18 Rotura de las muestras de adobe con sustitución de 75% de suelo virgen por tierra sedimentaria .....	44
Figura 19 Muestras de adobe con sustitución de 75% de suelo virgen por tierra sedimentaria luego del ensayo. ....	44
Figura 20 Muestras de adobe con sustitución de 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria .....	45
Figura 21 Ensayo de compresión para muestras de adobe reemplazo del 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria.....	45
Figura 22 Rotura de las muestras de adobe con sustitución de 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria .....	46

Figura 23 Muestras de adobe con sustitución de 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria luego del ensayo .....46

## RESUMEN

El propósito de la investigación fue evaluar los efectos de la sustitución de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en la resistencia a la compresión en muestras de adobe. A través de un enfoque cuantitativo y un diseño cuasi experimental, se seleccionaron muestras mediante un muestreo no probabilístico para llevar a cabo el análisis.

Los resultados mostraron un incremento significativo en la resistencia a compresión de las muestras de adobe cuando se hizo la sustitución del suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco. La resistencia promedio alcanzó los 13,23 kg/cm<sup>2</sup>, superando a los adobes patrón que no tuvo esta sustitución, que registraron 10,24 kg/cm<sup>2</sup>. Este aumento fue corroborado mediante un análisis estadístico riguroso ( $t=-705,676$ ;  $p=0,001<0,05$ ), confirmando que el uso de sedimentos de huayco de Las Moras mejora notablemente la resistencia de las muestras de adobe.

En conclusión, el reemplazo del suelo virgen de las muestras de adobe por tierra proveniente de sedimentos de huayco contribuye positivamente al refuerzo de la resistencia a compresión de las muestras de adobe, ofreciendo así una alternativa viable y sostenible para la construcción con materiales locales. Estos hallazgos no solo promueven el uso de materiales derivados de desastres naturales, sino que también brindan una solución innovadora y ecológica para la industria de la construcción, contribuyendo al desarrollo de prácticas más sostenibles y al avance del conocimiento en este campo.

**Palabras clave:** Resistencia a la compresión, adobe, sedimentos, huaycos, suelo virgen.

## ABSTRACT

The purpose of the research was to evaluate the effects of replacing virgin soil with soil from huayco sediments on the compressive strength in adobe samples. Through a quantitative approach and a quasi-experimental design, samples were selected through non-probabilistic sampling to carry out the analysis.

The results showed a significant increase in the compressive strength of the adobe samples when the virgin soil was replaced with soil from huayco sediments. The average resistance reached 13.23 kg/cm<sup>2</sup>, surpassing the pattern adobes that did not have this replacement, which registered 10.24 kg/cm<sup>2</sup>. This increase was corroborated by a rigorous statistical analysis ( $t=705.676$ ;  $p=0.001<0.05$ ), confirming that the use of huayco sediments from Las Moras notably improves the resistance of the adobe samples.

In conclusion, the replacement of the virgin soil of the adobe samples with soil from huayco sediments contributes positively to reinforcing the compressive strength of the adobe samples, thus offering a viable and sustainable alternative for construction with local materials. These findings not only promote the use of materials derived from natural disasters, but also provide an innovative and ecological solution for the construction industry, contributing to the development of more sustainable practices and the advancement of knowledge in this field.

**Keywords:** Compressive strength, adobe, sediments, huaycos, virgin soil. Translate to American English please

## INTRODUCCIÓN

En el Perú, la construcción con adobe es una técnica antigua y tradicional, especialmente en áreas rurales y urbanas de bajos recursos. Según el INEI, cerca del 30% de las viviendas en zonas rurales están construidas con adobe o materiales similares, debido a su bajo costo y disponibilidad local. Sin embargo, uno de los desafíos que enfrenta este tipo de construcción es su limitada resistencia a fuerzas externas, como sismos o desastres naturales, lo que genera vulnerabilidad en las edificaciones y aumenta el riesgo de colapso.

La región de Huánuco, en particular, ha experimentado frecuentemente fenómenos naturales como los huaycos, que no solo han causado daños significativos en la infraestructura, sino también acumulación de grandes cantidades de sedimentos. En el caso específico del huayco Las Moras, estos eventos han generado un impacto importante en la zona, pero también ofrecen una oportunidad de aprovechar estos sedimentos como un recurso para la construcción. Este enfoque está alineado con la creciente necesidad de desarrollar métodos sostenibles y resilientes de construcción, utilizando materiales locales y de bajo impacto ambiental.

Diversos estudios han mostrado que la calidad del suelo utilizado en la producción de adobe influye directamente en su resistencia a compresión y, por ende, en la estabilidad de las edificaciones. Por lo tanto, surge la interrogante: ¿es posible mejorar las propiedades mecánicas del adobe mediante la sustitución del suelo virgen por sedimentos de huayco?

El presente estudio busca responder a esta cuestión, evaluando experimentalmente la resistencia a compresión de adobes de tierra proveniente de sedimentos del huayco Las Moras, en comparación con adobes fabricados con suelo virgen. La investigación tiene como objetivo ofrecer una alternativa viable para mejorar la resistencia estructural de este material de construcción tradicional, contribuyendo a la sostenibilidad y resiliencia de las viviendas en Huánuco y en otras zonas del país donde el adobe es una opción prevalente. De esta manera, el estudio no solo aborda

una problemática local, sino que también se inserta en un contexto nacional de urgencia por encontrar soluciones de construcción que sean tanto económicas como seguras, en un país que se enfrenta constantemente a riesgos sísmicos y climáticos.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La construcción con adobe ha sido empleada desde tiempos antiguos en diversas regiones del mundo, especialmente en áreas con escasez de recursos y vivienda, o donde se dispone de tierras adecuadas para fabricar este material. Por ejemplo, en Isfahan, Irán, el Hotel Abbasi, conocido anteriormente como Shah Abbas, fue edificado utilizando técnicas de arquitectura de tierra. Asimismo, en 1540, los exploradores españoles encontraron pueblos construidos con adobe en el suroeste de Estados Unidos (García, 2017).

El adobe es un material tradicional usado globalmente, especialmente en zonas con climas áridos y semi-áridos. Sin embargo, su resistencia a la compresión puede verse afectada por la calidad de los componentes utilizados, como la tierra. En ese sentido, la comunidad científica internacional ha mostrado interés en estudiar alternativas para mejorar el desempeño de este material, aprovechando recursos locales y sostenibles, como los sedimentos provenientes de huaycos.

En Perú, casi la mitad de las edificaciones, un 47%, utilizan barro como material principal, empleando métodos tradicionales que no incorporan mejoras tecnológicas para resistir sismos o lluvias intensas. En las zonas rurales, las limitaciones económicas llevan a las personas a construir sus viviendas de manera artesanal y sin asesoramiento técnico, dejando de lado elementos que podrían reforzar el material. Para abordar esta situación, los ingenieros civiles trabajan en el desarrollo de técnicas que incrementen la durabilidad y resistencia del adobe (Bendezu y Garcia, 2019)

En Perú, el adobe es común en viviendas rurales con técnicas ancestrales. Sin embargo, la ocurrencia de desastres naturales, como los huaycos, ha puesto en evidencia la necesidad de mejorar la resistencia de estas construcciones. Por ello, es fundamental investigar el uso de materiales

alternativos, como los sedimentos de huaycos, que puedan contribuir a incrementar la resistencia a la compresión del adobe.

En el departamento de Huánuco, se registran un total de 189,813 viviendas, de las cuales 104,930 (55.28%) están construidas con adobe o tapia. En el área urbana, de las 88,705 viviendas, 30,423 (34.30%) están hechas con estos materiales, mientras que, en el ámbito rural, de las 101,108 viviendas, 74,507 (73.69%) son de adobe. Según los datos del INEI, se observa que el adobe sigue siendo el material principal en la construcción de viviendas, representando el 55.28% del total (Rojas, 2023).

En la región de Huánuco, específicamente en el C.P. Las Moras, el uso del adobe es una tradición arraigada en la construcción de viviendas. No obstante, esta zona es propensa a la ocurrencia de huaycos, lo que ha generado una preocupación por la seguridad de las construcciones de adobe. En este sentido, se plantea estudiar la resistencia a compresión del adobe fabricado con tierra extraída de sedimentos de huayco, con el fin de evaluar su potencial como material alternativo y contribuir a la mejora de la calidad de vida de la población local.

La investigación se justifica por la necesidad de comprender cómo la composición del suelo, específicamente la presencia de sedimentos de huayco, afecta la resistencia a la compresión del adobe, un material esencial en la construcción local. Los objetivos incluyen evaluar el impacto de la sustitución de tierra proveniente de sedimentos de huayco por suelo virgen en la resistencia a compresión del adobe, proporcionando así información relevante para mejorar las prácticas de construcción en la comunidad de Las Moras y otras áreas similares afectadas por eventos naturales extremos.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 PROBLEMA GENERAL**

PG: ¿Cuál es el efecto de la incorporación de tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras, en diferentes proporciones, sobre la resistencia a la compresión del adobe, Huánuco - 2024?

### **1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO**

PE1: ¿Cuál es el efecto de la sustitución del 50% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a la compresión del adobe?

PE2: ¿Cuál es el efecto de la sustitución del 75% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a la compresión del adobe?

PE3: ¿Cuál es el efecto de la sustitución del 100% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a la compresión del adobe?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

OG: Determinar el efecto de la incorporación de tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras, en diferentes proporciones, sobre la resistencia a la compresión del adobe, Huánuco - 2024.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

OE1: Determinar el efecto de la sustitución del 50% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a la compresión del adobe.

OE2: Determinar el efecto de la sustitución del 75% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a la compresión del adobe.

OE3: Determinar el efecto de la sustitución del 100% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a la compresión del adobe.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Esta investigación se destaca por su importancia en varios aspectos. En primer lugar, aborda una problemática actual en la construcción con adobe, donde la variabilidad en la resistencia a la compresión puede comprometer la seguridad de las estructuras. Además, presenta un enfoque innovador al considerar el uso de tierra de huayco como sustituto total o parcial del

agregado virgen en la elaboración de adobes, lo que representa una alternativa sostenible y novedosa. Desde una perspectiva social y económica, mediante esta técnica podría tener un impacto significativo, especialmente en comunidades vulnerables a desastres naturales, al facilitar la construcción de viviendas más seguras y duraderas. Finalmente, la investigación contribuirá al conocimiento científico al ampliar nuestra comprensión del comportamiento de los adobes elaborados con tierra de huayco, proporcionando información valiosa para su aplicación en el ámbito de la construcción.

#### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La justificación práctica de esta investigación radica en diversas consideraciones. En primer lugar, en Perú, especialmente en áreas rurales, existe una significativa demanda de viviendas asequibles y seguras. Aunque el adobe ha sido históricamente una opción económica, su resistencia a la compresión puede ser inconsistente, lo que compromete la seguridad de las edificaciones. Además, los sedimentos de huayco, abundantemente presentes en zonas montañosas, representan una oportunidad valiosa. Estos materiales, generados tras eventos de precipitación intensa, podrían ofrecer una alternativa sostenible y rentable para la fabricación de adobes, aprovechando recursos locales. La aplicación de esta técnica podría resultar en la construcción de viviendas más seguras y duraderas, lo que contribuiría a las comunidades rurales reducir el riesgo de colapsos estructurales y proporcionar entornos habitables más adecuados.

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

La justificación teórica de este estudio se fundamenta en varios aspectos. En primer lugar, se basa en investigaciones previas que han demostrado la viabilidad del empleo de tierra no convencional en la producción de adobes. Esta investigación se propone ahondar en el comportamiento específico de los adobes elaborados con tierra de huayco, abordando aspectos físicos, mecánicos y microestructurales del material. Asimismo, se examinará cómo la sustitución de tierra virgen por

tierra de huayco en distintas proporciones, permitiendo establecer relaciones entre la composición del material y su rendimiento estructural. Los resultados obtenidos contribuirán significativamente al cuerpo de conocimiento relacionado con la construcción con tierra, proporcionando valiosa información para su aplicación en la práctica constructiva y el desarrollo de nuevas técnicas edificatorias.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La justificación metodológica de este estudio se centra en un enfoque experimental controlado. El diseño experimental implicará la elaboración de adobes utilizando distintas combinaciones de tierra virgen y tierra de huayco. Para esto, se emplearán técnicas de laboratorio estandarizadas para determinar tanto las propiedades de la tierra de huayco como de los adobes elaborados con ella. Además, se aplicarán métodos estadísticos para analizar los resultados obtenidos y establecer relaciones significativas entre las variables estudiadas, garantizando así la robustez y validez de los hallazgos.

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

La investigación enfrenta ciertas limitaciones que deben ser consideradas. La disponibilidad de recursos financieros, humanos y materiales es fundamental para su ejecución. Además, el alcance de la investigación se centrará exclusivamente en evaluar la resistencia a la compresión, dejando de lado otros aspectos relevantes como la durabilidad, aislación térmica y acústica, así como la resistencia a la humedad. Además, la variabilidad inherente de la tierra de huayco, que puede variar significativamente según su origen y composición, representa un desafío, ya que la investigación se basará en el análisis de una muestra específica de tierra de huayco de Huayco Las Moras, lo que podría limitar la extrapolación de los resultados a otras regiones o tipos de tierra de huayco.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

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

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

Cuitiño-Rosales et al. (2020), su estudio propuso examinar las características térmicas y la resistencia mecánica de materiales y elementos constructivos fabricados con suelos naturales estabilizados, así como comparar diferentes métodos de construcción con tierra, como adobe, bloque de tierra comprimida (BTC), tapia y quincha, en términos de su rendimiento térmico y resistencia mecánica. La metodología incluyó una revisión bibliográfica, análisis de datos experimentales propios y de otros investigadores, y la comparación de resultados con normativas de construcción internacionales. Se encontró que las propiedades de estos materiales varían según la técnica de construcción, composición del suelo y condiciones de elaboración. Aunque el adobe y BTC presentan mayor conductividad térmica que la tapia y quincha, también exhiben una resistencia a la compresión superior, lo que los hace más aptos para muros portantes. La quincha, debido a la presencia de aire en su interior, muestra el mejor desempeño térmico. Se concluyó que la elección de la técnica de construcción adecuada depende de diversos factores, como clima, suelo, requerimientos de resistencia y preferencias estéticas, y que la construcción con tierra puede ser una opción sostenible en diferentes contextos climáticos, siempre que se consideren cuidadosamente las propiedades de los materiales y técnicas empleadas.

Molina (2020), su estudio se centró en analizar las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la tierra como material de construcción, así como evaluar el impacto de diversos estabilizantes en las características del adobe. Además, se buscó describir las técnicas más comunes de construcción con tierra y examinar tanto las ventajas como

desventajas de su utilización en la edificación. La metodología comprendió una exhaustiva revisión bibliográfica, el análisis de datos experimentales propios y de otros investigadores, así como la consulta de normativas de construcción internacionales. Se determinó que la tierra, por su amplia disponibilidad local, bajo costo y reducido impacto ambiental, representa una opción atractiva para la construcción, aunque presenta limitaciones como baja resistencia a compresión y vulnerabilidad ante la erosión. No obstante, la inclusión de estabilizantes, como cal, cemento o fibras vegetales, puede mejorar de manera significativa las propiedades del adobe. Entre las técnicas más empleadas se destacan el adobe, bloque de tierra comprimida (BTC), tapia y quincha. Se concluyó que la construcción con tierra es una alternativa viable y sostenible, particularmente en contextos rurales y en países en desarrollo, siempre y cuando se considere meticulosamente la selección de técnicas adecuadas y se tenga en cuenta la idoneidad de las propiedades del material utilizado.

Hidalgo y Sanchez (2021), el estudio se centró en evaluar cómo la resistencia a compresión, el módulo de elasticidad y el módulo de corte del adobe influyen en el comportamiento estructural de las edificaciones históricas en Riobamba. El estudio destacó la importancia de las propiedades mecánicas del adobe para la seguridad estructural, desde el diseño hasta el mantenimiento. En tres viviendas patrimoniales con diferentes configuraciones en planta, se analizaron estas propiedades mediante simulaciones estructurales bajo diversas cargas. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad son determinantes en el comportamiento estructural, mientras que el módulo de corte tuvo un impacto menor. Se concluyó que, aunque las viviendas presentaron un comportamiento adecuado, es fundamental considerar estas propiedades en el proceso constructivo y realizar estudios adicionales sobre el comportamiento a largo plazo del adobe.

### **2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES**

Garate y Rozas (2023) evaluaron el impacto del Cemento Yura IP (0%, 2% y 4%) y el Impermeabilizante Líquido Sika-1 (0%, 1% y 2%) en las propiedades del adobe estabilizado y comprimido. Los hallazgos revelaron mejoras significativas en dichas propiedades con la adición de estos materiales. La resistencia a compresión aumentó con el cemento Yura IP, mientras que la absorción de agua y la permeabilidad disminuyeron con el impermeabilizante Sika-1. En conjunto, estos resultados respaldan la viabilidad del uso de adobe estabilizado y comprimido con dichos aditivos para la construcción de viviendas en la región del Cusco.

Méndez y Valverde (2021), el estudio propuso investigar el impacto de la fibra de yute como aditivo natural para incrementar la resistencia a compresión del adobe en suelos arena-arcillosos del Caserío de Chuna Mara, Huaraz. Además, buscaba determinar el porcentaje de fibra de yute para maximizar dicha resistencia y evaluar la viabilidad del adobe con este aditivo como una alternativa de construcción sostenible en zonas rurales. La metodología incluyó la extracción y caracterización del suelo de tres canteras, la elaboración de adobes con diferentes proporciones de fibra de yute, y la realización de ensayos. Los resultados revelaron que el suelo de una de las canteras cumplía con los requisitos normativos para la elaboración de adobe, y que la adición de fibra de yute aumentó significativamente la resistencia a la compresión. El porcentaje óptimo fue del 0.75%, con un incremento del 42% en comparación con el adobe sin fibra, y los adobes modificados mostraron una menor absorción de agua, indicando mayor durabilidad. En conclusión, se determinó que la incorporación de fibra de yute es una alternativa viable para mejorar la resistencia del adobe en suelos arena-arcillosos, y que su uso podría contribuir positivamente a la calidad de vida en las comunidades rurales de Huaraz.

Ticlla (2023), el estudio tuvo como propósito analizar la proporción óptima de arena, arcilla y limo para mejorar la resistencia a la compresión

del adobe de tierra comprimida en el centro poblado Túnel Conchano, Chota. Para ello, se probaron ocho mezclas distintas, evaluando sus características físicas y mecánicas mediante ensayos de compresión axial, densidad, absorción de agua y resistencia a flexión. La combinación de 70% de arena, 15% de arcilla y 15% de limo obtuvo la mayor resistencia a compresión, alcanzando 19.5 kg/cm<sup>2</sup>. Todas las mezclas cumplían con las normativas peruanas E.080 y UNE 41410, validándolas como adecuadas para la construcción de viviendas. Este trabajo resalta el potencial de la tierra comprimida con dosificaciones optimizadas como una alternativa sostenible y eficaz para edificaciones en zonas rurales de Perú.

### **2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES**

Ñaupá y Cantalicio (2023), El estudio analizó el impacto de incluir cenizas de cal en las propiedades físico-mecánicas y la resistencia a la erosión del adobe elaborado con suelo arcillo-arenoso de Huánuco. Se buscó determinar el porcentaje óptimo de cenizas para mejorar la resistencia a la erosión, compresión y absorción de agua, evaluando su viabilidad como material constructivo en la región. Se caracterizó el suelo, se fabricaron adobes con distintas proporciones de cenizas y se realizaron ensayos de erosión, compresión, absorción, densidad y porosidad. Los resultados indicaron que un 9% de cenizas redujo la erosión en un 52%, incrementó la resistencia a la compresión y disminuyó la absorción de agua. Este adobe estabilizado cumple con la normativa E.080, siendo una alternativa sostenible y económica para la construcción en Huánuco.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 ADOBE**

Conocido como bloque de tierra, es un material de construcción tradicional compuesto por una mezcla de tierra, arcilla, arena y agua, que se moldea en forma prismática y se deja secar al sol. A veces se agregan materiales como paja, cal o estiércol para mejorar sus características. El

adobe tiene una resistencia a la compresión que varía entre 0,5 y 3 MPa, lo que lo convierte en un material de baja resistencia, y su resistencia a la flexión es aún más reducida, lo que lo hace inapropiado para elementos estructurales como vigas. Además, es un material frágil con baja ductilidad, lo que significa que no puede deformarse antes de fracturarse, y su densidad varía entre 1500 y 2000 kg/m<sup>3</sup>, siendo relativamente liviano (Hoz et al., 2003).

En cuanto a sus propiedades físicas, el adobe exhibe una notable capacidad de absorción de agua, lo que puede causar problemas de humedad, especialmente en entornos húmedos, y su permeabilidad permite el paso del agua a través de sus poros, pudiendo ocasionar filtraciones. Además, el adobe posee un alto calor específico y una alta inercia térmica, lo que facilita la regulación de la temperatura interior en climas cálidos. Entre sus ventajas destacan su carácter sostenible y ecológico al estar elaborado con materiales naturales y locales, su bajo costo, lo que lo hace accesible a comunidades de bajos ingresos, y sus buenas propiedades térmicas, que contribuyen a la reducción de los costos energéticos en las construcciones (Pastor, 2017).

### **Figura 1**

*Adobes de tierra*



*Nota.* Elaboración de adobes de tierra. Fuente: (Sola, 2013)

## 2.2.2 SEDIMENTOS

Los sedimentos son partículas compuestas por rocas, minerales y materia orgánica que se han desprendido de su origen y han sido transportadas por agentes como agua, viento o hielo antes de depositarse en otro lugar. Se dividen en arcillas, limos, arenas, gravas y rodados según su tamaño. El proceso de sedimentación comprende cuatro etapas: erosión, transporte, sedimentación y litificación, que transforma los sedimentos en roca sedimentaria a lo largo del tiempo. Existen diversos tipos de sedimentos, como los terrígenos, marinos, lacustres, glaciares y eólicos, cada uno con su origen y composición específicos. Los sedimentos son fundamentales ya que ofrecen un registro geológico crucial sobre el pasado de la Tierra, contribuyen a la formación de rocas sedimentarias que son valiosas en construcción, producción de recursos naturales y agricultura, ayudan en la depuración del agua al filtrar contaminantes y proporcionan hábitat para una diversidad de organismos (Restrepo, 2005).

**Figura 2**

*Sedimentos de Huaycos*



*Nota.* Sedimentos de Huaycos Las Moras. Fuente: (Zavala, 2006)

### **2.2.3 TIERRA PROVENIENTE DE SEDIMENTOS DE HUAYCO**

Las características del suelo derivado de los sedimentos en la región de Huánuco exhiben una variabilidad influenciada por múltiples factores, tales como el tipo de sedimento, el clima, la vegetación y la intervención humana. La textura del suelo abarca un espectro que va desde la arenosa hasta la arcillosa, determinada por el tamaño de las partículas sedimentarias. La composición arenosa se caracteriza por partículas de mayor tamaño y espacios intergranulares, mientras que la arcillosa consiste en partículas más pequeñas y compactas. Siendo deseable una estructura que favorezca la porosidad y la circulación de aire y agua a través de agregados bien formados. La fertilidad del suelo está directamente relacionada con la presencia de nutrientes, siendo más prolíficos aquellos suelos derivados de sedimentos ricos en materia orgánica en contraste con aquellos pobres en este componente. La acidez del suelo, medida en términos de pH, oscila entre valores ácidos (pH menor a 7) y alcalinos (pH mayor a 7). Preferiblemente, los cultivos prosperan en suelos ligeramente ácidos, con un pH situado entre 6 y 7 (Gimenez, 2008).

#### **Influencia de las intensas temporadas de lluvia en Huánuco:**

Las temporadas de lluvia intensa en Huánuco tienen un gran impacto en los sedimentos de la tierra. Las lluvias fuertes pueden causar erosión del suelo, llevando consigo las partículas sedimentarias y disminuyendo la fertilidad del suelo. Esto puede resultar en problemas ambientales como la sedimentación en cuerpos de agua. Además, estas lluvias pueden provocar lixiviación, donde los nutrientes se disuelven en el agua y son arrastrados, disminuyendo aún más la fertilidad del suelo y afectando la calidad del agua. Por otro lado, el aumento de la humedad por las lluvias puede ser perjudicial para algunos cultivos, ya que puede dificultar la respiración de las raíces de las plantas y aumentar el riesgo de enfermedades (Zavala, 2006)

### **Características de los sedimentos por huayco en Huánuco:**

Estas se caracterizan por una composición variable, influenciada por la geología del área afectada, que típicamente incluye una combinación de arenas, gravas, limos y arcillas, con algunos fragmentos de roca presentes ocasionalmente. Su granulometría es heterogénea, mostrando una distribución irregular de tamaños de partículas, donde las arenas y gravas son predominantes, mientras que las arcillas y limos se encuentran en menor proporción. En términos de propiedades físicas, estos sedimentos exhiben baja cohesión y una densidad relativamente baja, lo que los vuelve susceptibles a la erosión y licuación. Respecto a la fertilidad, esta puede variar dependiendo de la composición mineralógica y el contenido de materia orgánica, pero en general, los suelos formados por estos sedimentos suelen ser menos fértiles que aquellos desarrollados sobre material parental (Zavala, 2006).

#### **2.2.5 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE**

Propiedad en la construcción con tierra, ya que determina su capacidad para resistir cargas verticales. Diversas teorías explican cómo se comporta mecánicamente la tierra compactada y el adobe, lo que ayuda a entender los factores que afectan su resistencia a compresión. Según la teoría de la compactación, la resistencia a la compresión de la tierra compactada aumenta a medida que se incrementa la densidad seca y se reduce el contenido de humedad. La compactación expulsa el aire de los poros del suelo, lo que hace que las partículas se acerquen y formen una estructura más resistente. El contenido de humedad ideal para la compactación es el que logra la máxima densidad seca sin producir un exceso de poros ni causar rupturas en la estructura del suelo (Pino et al., 2018).

### Figura 3

*Ensayo a compresión del adobe*



Nota. Ensayo de resistencia a la compresión del adobe. Fuente: (Ruiz y Vidal, 2015).

### 2.2.6 NORMATIVA PERUANA PARA ADOBE E.080

Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, establece los requisitos para el uso de tierra reforzada en la construcción. El proceso de ensayo para medir la resistencia a compresión implica comprimir el material en cubos de 0.1 metros de lado y calcular la resistencia máxima utilizando una fórmula específica, que debe alcanzar al menos 1.0 megapascales ( $10.2 \text{ kg/cm}^2$ ). Para las muestras de adobe o tapial, el promedio de las cuatro mejores de seis muestras debe cumplir con este valor mínimo (Norma E.080, 2017).

### 2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

**Ductilidad:** La capacidad de un material para sufrir deformaciones plásticas sin romperse al ser sometido a fuerzas de tensión, compresión o torsión (Coluccio, 2020).

**Deformación:** Cambio en la forma o dimensiones de un material como respuesta a la aplicación de fuerzas externas (Pérez et al., 2022).

**Filtraciones:** Proceso mediante el cual un líquido se mueve a través de un medio poroso, como un suelo o una roca, debido a la acción de la gravedad o de una diferencia de presión (Ondarse, 2020).

**Inercia térmica:** Propiedad de un material que determina su capacidad para resistir cambios bruscos de temperatura, almacenando y liberando calor de forma gradual (Serrano, 2020).

**Limo:** Partículas minerales de tamaño muy pequeño, más pequeñas que la arena, pero más grandes que el barro, que forman parte de la fracción fina del suelo (Rodrigo, 2018).

**Grava:** Fragmentos de roca o mineral de tamaño medio que varían entre 2 y 64 milímetros de diámetro, comúnmente utilizados como agregado en la construcción (Pérez, 2020).

**Rodados:** Fragmentos de roca o mineral redondeados por la acción de la erosión, típicamente encontrados en lechos de ríos o playas (Pérez, 2020).

**Erosión:** Proceso de desgaste y transporte de material superficial, como suelo o roca, por agentes como el agua, el viento o el hielo (Tarakanov, 2024).

**Litificación:** Proceso geológico mediante el cual los sedimentos se compactan y consolidan para formar rocas sedimentarias (Flores, 2019).

**Lixiviación:** Proceso mediante el cual los nutrientes o minerales solubles en agua son lavados y arrastrados desde un suelo o material por la acción del agua (Pérez, 2020).

**Granulometría:** Distribución de partículas en un material granular (Gutiérrez, 2023).

**Cohesión:** Capacidad de un material para mantenerse unido debido a las fuerzas de atracción entre sus partículas (Zuloaga, 2020).

**Licuación:** Proceso en el que un suelo saturado pierde su resistencia y actúa como un líquido debido a cargas cíclicas o vibración sísmica (Asmat y Orrego, 2020).

## **2.4 HIPÓTESIS**

### **2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL**

HG: La incorporación de tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras, en diferentes proporciones, tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe, Huánuco - 2024.

### **2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

HE1: La sustitución del 50% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe.

HE2: La sustitución del 75% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe.

HE3: La sustitución del 100% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe.

## **2.5 VARIABLES**

### **2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE**

Resistencia a la compresión del adobe.

### **2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Tierra proveniente de sedimentos de huayco.

## 2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Tierra proveniente de sedimentos de huayco.	Las características del suelo derivado de los sedimentos en la región de Huánuco, específicamente en la localidad de Las Moras, exhiben una variabilidad influenciada por múltiples factores, tales como el tipo de sedimento, el clima, la vegetación y la intervención humana.	La tierra proveniente de sedimentos de huayco estará medida respecto del peso del suelo virgen.	Adobes con sustitución del 50%, 75% y 100% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras.	Kilos (Kg)	Ficha de campo.
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Resistencia a la compresión del adobe.	La resistencia a la compresión es una propiedad crucial en la construcción con tierra, ya que determina su capacidad para resistir cargas verticales. Diversas teorías explican cómo se comporta mecánicamente la tierra compactada y el adobe, lo que ayuda a entender los factores que afectan su resistencia a la compresión. Según la teoría de la compactación, la resistencia a la compresión de la tierra compactada aumenta a medida que se incrementa la densidad seca y se reduce el contenido de humedad.	La resistencia a la compresión de las muestras serán medidas con una ficha y en un laboratorio	Resistencia a la compresión de adobes con sustitución del 50%, 75% y 100% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras.	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha de laboratorio del ensayo.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación aplicada dedicada a resolver problemas, con la finalidad de encontrar soluciones tangibles y efectivas. Su propósito consiste en producir conocimiento innovador que resulte provechoso para los individuos, mejore la eficiencia de los procesos comerciales y favorezca el avance en la provisión de servicios, tanto en el ámbito público como en el privado (Rodríguez, 2005).

Este estudio se adhiere a una perspectiva aplicada, con el propósito primordial de desarrollar conocimientos y soluciones concretas para abordar un problema específico, hace referencia al aumento de la resistencia a compresión de adobes hechos con tierra de depósitos de huayco. Este enfoque busca proporcionar respuestas prácticas y aplicables a este desafío particular. Además, los beneficios potenciales de esta investigación podrían incluir no solo el avance en la técnica de construcción con materiales locales y sostenibles, sino también la reducción de los riesgos estructurales asociados con la vulnerabilidad ante desastres naturales.

##### **3.1.1 ENFOQUE**

El enfoque cuantitativo recopila y analiza datos numéricos para comprender fenómenos sociales, naturales o económicos. Este método se vale de técnicas estadísticas y matemáticas para obtener información de forma sistemática y objetiva, seguido por un análisis de los datos mediante procedimientos cuantitativos (Hernández, 2018).

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, basado en el análisis de datos numéricos de ensayos de compresión en adobe. Los valores de resistencia a compresión obtenidos para cada grupo de estudio (patrón, 50%, 75% y 100% de sustitución) serán expresados en unidades de medida estandarizadas (por ejemplo, MPa o kg/cm<sup>2</sup>) y serán

analizados mediante técnicas estadísticas para establecer relaciones y comparaciones entre los diferentes grupos.

### **3.1.2 ALCANCE O NIVEL**

La investigación de nivel explicativo se concentra en el análisis de las relaciones causales entre variables, con el propósito de comprender en profundidad los factores que explican un fenómeno o resultado observado. Su objetivo fundamental radica en indagar las razones por las cuales ocurre un fenómeno específico y los mecanismos que lo impulsan. Para ello, se suelen emplear diseños experimentales o cuasiexperimentales, junto con técnicas estadísticas avanzadas, con el fin de examinar la relación entre variables y determinar su influencia recíproca (Hernández, 2018).

La investigación propuesta tiene un nivel explicativo, ya que no solo busca describir la relación entre la variable independiente (tierra proveniente de sedimentos de huayco) y la variable dependiente (resistencia a la compresión del adobe), sino también explicar las causas y mecanismos que subyacen a esta relación. Al comparar los resultados de resistencia a la compresión entre los diferentes grupos de estudio, se podrán identificar y explicar los efectos de la sustitución de tierra proveniente de huayco por suelo virgen en las propiedades mecánicas del adobe.

### **3.1.3 DISEÑO**

Un diseño cuasiexperimental combina elementos de los diseños experimentales y observacionales. A diferencia de un diseño experimental tradicional, donde se usa la aleatorización para asignar a los elementos, en un diseño cuasiexperimental el investigador no tiene control total sobre la asignación. Aunque no se emplea aleatorización, el investigador puede intervenir en la situación sobre un variable independiente para analizar su impacto en una variable dependiente.

Para cumplir con los objetivos, se utilizará un diseño cuasiexperimental. Este enfoque permitirá manipular de manera controlada la variable independiente, que es la proporción de tierra de sedimentos de huayco (50%, 75% y 100% de reemplazo del suelo virgen por suelo sedimentario), y evaluar su impacto en la variable dependiente, la resistencia a compresión del adobe. A pesar de la ausencia de asignación aleatoria de los participantes, se implementarán medidas para controlar posibles variables no controladas y asegurar la validez interna de los resultados obtenidos.

NA GR 1.....X1.....R1  
NA GR 2.....X2.....R2  
NA GR 3.....X3.....R3  
NA GR 4.....\_\_\_\_.....R4

Donde:

NA: No aleatorio

GR1, GR2 y GR3: Especímenes con sustitución del 50%, 75% y 100% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco.

GR4: Especímenes patrón sin sustitución de tierra proveniente de sedimentos de huayco.

X1, X2 y X3: Intervención de la variable independiente (Sustitución del 50%, 75% y 100% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco).

R1, R2 y R3: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los bloques de adobe después de ser sustituidos con el 50%, 75% y 100% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco. R4: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los bloques de adobe sin reemplazo de tierra proveniente de sedimentos de huayco.

## 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1 POBLACIÓN

La población incluye todos los individuos, objetos o eventos que comparten una característica común y son relevantes para una investigación en particular. Dependiendo del alcance y los objetivos del estudio, esta población puede clasificarse en diferentes tipos (Rodríguez et al., 2014).

La población en esta investigación se refiere al conjunto de todos los adobes que pueden ser elaborados con tierra proveniente de sedimentos de huayco y suelo virgen, en diferentes proporciones de sustitución, en el C.P. Las Moras, Huánuco. Específicamente, la población estaría conformada por 60 bloques de adobes cúbicos de 10 cm de arista, fabricados con los materiales y dosificaciones establecidas para los cuatro grupos de estudio (patrón, 50%, 75% y 100% de sustitución).

### 3.2.2 MUESTRA

Una muestra no probabilística es una parte de la población elegido mediante métodos que no utilizan procedimientos aleatorios o probabilísticos. En otras palabras, las muestras no probabilísticas no se eligen al azar, sino que se seleccionan mediante criterios establecidos por el investigador, como características específicas, conveniencia, accesibilidad, entre otros (García, 2022).

A continuación, se detalla la distribución de las muestras para realizar las comparaciones:

**Tabla 1**

*Descripción de la muestra*

<b>Descripción de la muestra</b>	<b>Cantidad de muestras</b>
Adobes tradicionales patrón según la norma E.080	15

Bloques de adobe con sustitución del 50% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco.	15
Bloques de adobe con sustitución del 75% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco.	15
Bloques de adobe con sustitución del 100% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco.	15
<b>TOTAL=</b>	<b>60</b>

### **3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se utilizó la observación directa para recolectar datos precisos sobre las variables estudiadas. Asimismo, se emplearon técnicas de laboratorio cuando fue necesario recurrir a instalaciones especializadas para la obtención de datos. Se elaboraron muestras de adobe con una sustitución parcial del suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huaycos, en diversas proporciones. Estas sustituciones incluyeron reemplazos del 50%, 75% y 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria, con la fabricación de 15 muestras para cada nivel de adición, además de las muestras de control sin sustituciones. Los bloques cúbicos, con aristas de 10 cm, fueron sometidos a ensayos de compresión. Todas las muestras fueron adecuadamente identificadas, y el proceso experimental se registró mediante fotografías para garantizar una mayor claridad en la comprensión del mismo.

**Figura 4**

*Zona huayco las Moras*



**Figura 5**

*Otra vista de la zona de extracción de sedimento de huayco*



**Figura 6**

*Extracción del sedimento para la elaboración del adobe*



**Figura 7**

*Otra vista de la extracción del material para los adobes*



**Figura 8**

*Elaboración de la mezcla para los adobes*



**Figura 9**

*Elaboración de las muestras*



**Figura 10**

*Población de muestras de adobes a 28 días*



**Figura 11**

*Ensayo de compresión para muestras patrón*



**Figura 12**

*Rotura de las muestras patrón*



**Figura 13**

*Rotura de las muestras patrón*



**Figura 14**

*Muestras de adobe con sustitución de 50% de suelo virgen por tierra sedimentaria*



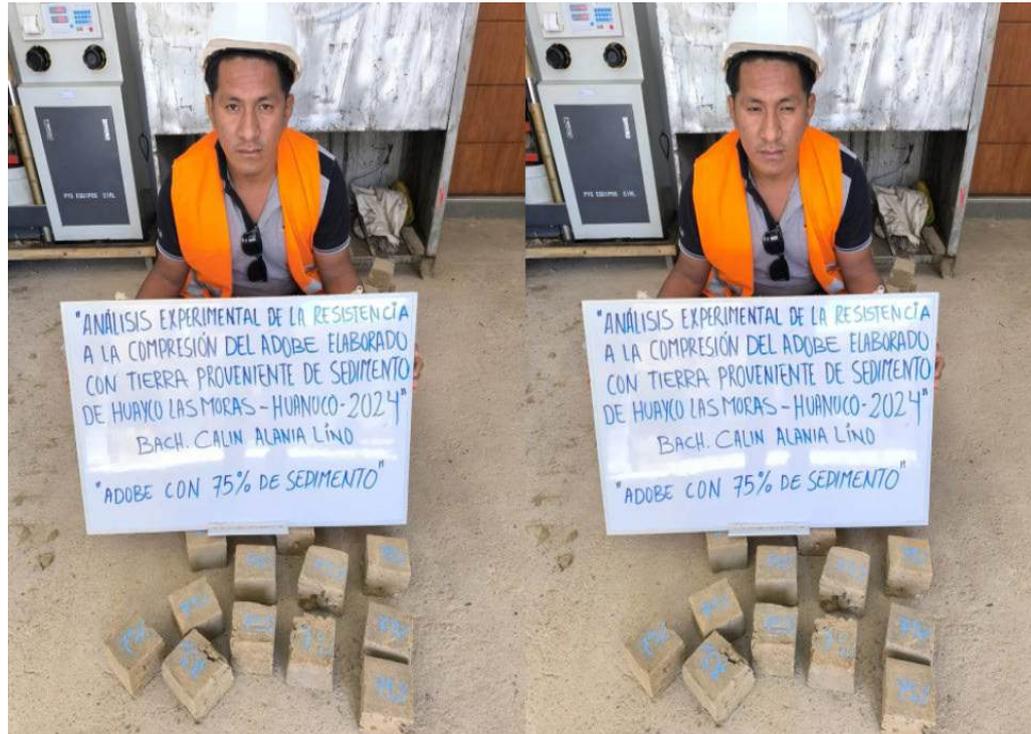
**Figura 15**

*Ensayo de compresión para muestras de adobe reemplazo del 50% de suelo virgen por tierra sedimentaria*



**Figura 16**

*Muestras de adobe con sustitución de 75% de suelo virgen por tierra sedimentaria*



**Figura 17**

*Ensayo de compresión para muestras de adobe reemplazo del 75% de suelo virgen por tierra sedimentaria*



**Figura 18**

*Rotura de las muestras de adobe con sustitución de 75% de suelo virgen por tierra sedimentaria*



**Figura 19**

*Muestras de adobe con sustitución de 75% de suelo virgen por tierra sedimentaria luego del ensayo.*



**Figura 20**

*Muestras de adobe con sustitución de 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria*



**Figura 21**

*Ensayo de compresión para muestras de adobe reemplazo del 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria*



**Figura 22**

*Rotura de las muestras de adobe con sustitución de 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria*



**Figura 23**

*Muestras de adobe con sustitución de 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria luego del ensayo*



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

Se emplearon tablas y gráficos de frecuencias para mostrar los datos de resistencia a compresión de muestras de adobe, tanto sin sustitución de suelo virgen por tierra de huayco. Estos recursos facilitaron la organización y análisis visual de los datos, identificando tendencias y valores atípicos. Los gráficos fueron elaborados con Microsoft Excel, lo que simplificó el proceso de análisis.

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

El software estadístico SPSS versión 25 se ha utilizado para analizar e interpretar los resultados de resistencia a la compresión de las muestras de adobe con diferentes porcentajes de sustitución de suelo virgen por tierra sedimentaria. Este análisis permitió verificar o refutar las hipótesis planteadas a través de la aplicación de técnicas de estadística inferencial.

### **3.4 ASPECTOS ÉTICOS**

La investigación no ha considerado como parte de su estudio a personas, niños o animales ya que esta consiste en mejorar el adobe como material de construcción mediante la incorporación de sedimentos de tierra provenientes de huayco las moras, en diferentes proporciones sobre la resistencia a la compresión del adobe.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

En esta sección se presenta el análisis de los datos de resistencia a la compresión de las muestras obtenidas por medio del ensayo en laboratorio de suelos y concreto.

#### Análisis descriptivo de los datos obtenidos en laboratorio

**Tabla 2**

*Resistencia a la compresión según diseño y muestras patrón*

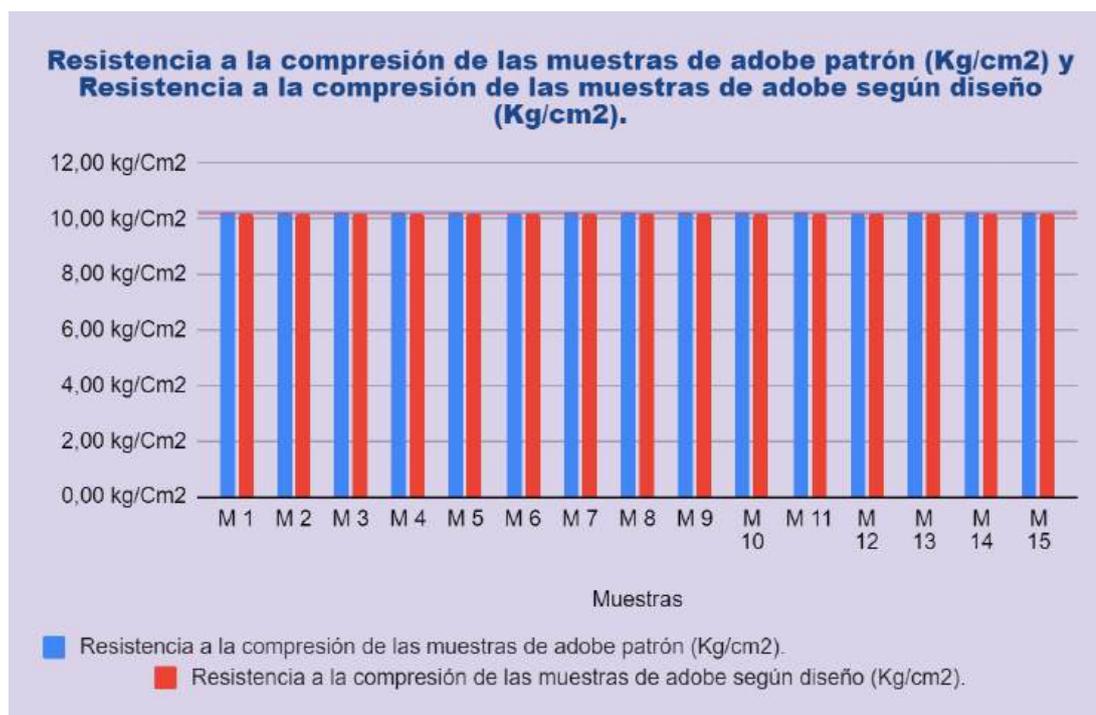
<b>Muestras</b>	<b>Resistencia a la compresión muestras de adobe patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resistencia a la compresión muestras de adobe según diseño (Kg/cm<sup>2</sup>).</b>
M 1	10,23 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>
M 2	10,27 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>
M 3	10,25 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>
M 4	10,25 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>
M 5	10,26 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>
M 6	10,22 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>
M 7	10,23 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>
M 8	10,24 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>
M 9	10,26 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>
M 10	10,25 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>
M 11	10,26 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>
M 12	10,22 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>
M 13	10,25 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>
M 14	10,24 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>
M 15	10,27 kg/Cm <sup>2</sup>	10,20 kg/Cm <sup>2</sup>

#### Interpretación

La tabla muestra los valores de resistencia a compresión de las muestras de adobe estándar y diseñadas, cuya resistencia requerida es de 10,2 kg/cm<sup>2</sup> conforme a lo establecido en la Norma E.080 (2017).

**Tabla 3**

*Comparación de resistencia a la compresión: adobe patrón vs. adobe según diseño (Kg/cm<sup>2</sup>)*



### Interpretación

La figura muestra que la resistencia a compresión de los bloques de adobe patrón sin reemplazo alcanza 10,27 kg/cm<sup>2</sup>, mientras los bloques según diseño tienen un valor de 10,20 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 4**

*Medias de resistencia a compresión: muestras patrón vs. según diseño.*

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión muestras patrón.	10,24	Kg/cm <sup>2</sup>
Resist. a la compresión muestras según diseño.	10,20	Kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

La tabla indica que el promedio de resistencia a compresión de adobes patrón, sin sustitución de suelo virgen, es 10,24 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el promedio de las muestras según el diseño es 10,20 kg/cm<sup>2</sup>. Al comparar ambos valores, se observa que los adobes patrón tienen una resistencia a la compresión ligeramente mayor que los adobes según diseño.

**Tabla 5**

*Resistencia a compresión: adobe con 50% tierra sedimentaria vs. adobe patrón (Kg/cm<sup>2</sup>).*

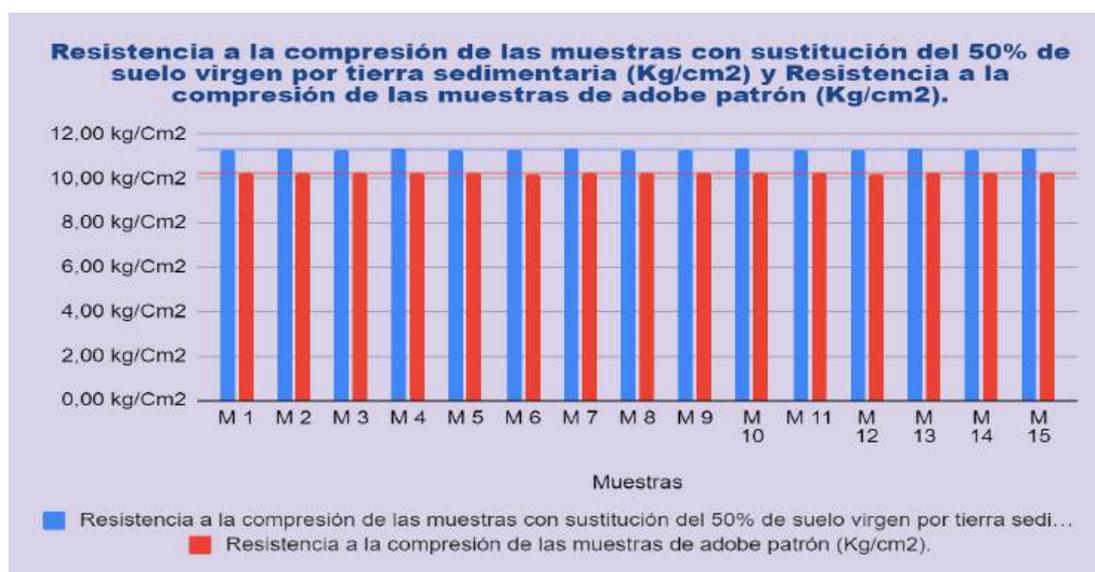
Muestras	F'c de las muestras con sustitución del 50% de suelo virgen por tierra sedimentaria (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión muestras de adobe patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )
M 1	11,32 kg/Cm2	10,23 kg/Cm2
M 2	11,34 kg/Cm2	10,27 kg/Cm2
M 3	11,31 kg/Cm2	10,25 kg/Cm2
M 4	11,35 kg/Cm2	10,25 kg/Cm2
M 5	11,32 kg/Cm2	10,26 kg/Cm2
M 6	11,33 kg/Cm2	10,22 kg/Cm2
M 7	11,34 kg/Cm2	10,23 kg/Cm2
M 8	11,31 kg/Cm2	10,24 kg/Cm2
M 9	11,30 kg/Cm2	10,26 kg/Cm2
M 10	11,35 kg/Cm2	10,25 kg/Cm2
M 11	11,33 kg/Cm2	10,26 kg/Cm2
M 12	11,31 kg/Cm2	10,22 kg/Cm2
M 13	11,34 kg/Cm2	10,25 kg/Cm2
M 14	11,30 kg/Cm2	10,24 kg/Cm2
M 15	11,35 kg/Cm2	10,27 kg/Cm2

### Interpretación

La tabla muestra los resultados de resistencia a compresión de muestras de adobe con un 50% de sustitución de suelo virgen por tierra de sedimentos de huayco y de las muestras de adobe patrón sin dicha sustitución.

**Tabla 6**

*Comparación de resistencia: adobe con 50% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*



### Interpretación

La figura muestra que la resistencia a compresión máxima de muestras con 50% de sustitución de suelo virgen por tierra sedimentaria es de 11,35 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que para las muestras de adobe patrón es de 10,27 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 7**

*Medias de resistencia: adobe con 50% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión muestras de adobe con sustitución del 50% de suelo virgen.	11,33	Kg/cm <sup>2</sup>
Resist. a la compresión muestras de adobe patrón.	10,24	Kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

La tabla presenta una comparación de las medias de resistencia a compresión del adobe, analizando dos tipos de muestras: una con un 50% de sustitución de suelo virgen por tierra sedimentaria y otra sin esta modificación. Los resultados indican que el adobe con la sustitución del 50% alcanza una resistencia de 11,33 kg/cm<sup>2</sup>, mientras las muestras patrón presentan una resistencia de 10,24 kg/cm<sup>2</sup>. Esto sugiere que la incorporación de tierra sedimentaria mejora la capacidad del adobe para soportar esfuerzos compresivos, lo que podría beneficiar su desempeño estructural sin comprometer su integridad.

**Tabla 8**

*Resistencia: adobe con 75% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*

Muestras	F'c de las muestras con sustitución del 75% de suelo virgen por tierra sedimentaria (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión muestras de adobe patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )
M 1	13,21 kg/Cm <sup>2</sup>	10,23 kg/Cm <sup>2</sup>
M 2	13,27 kg/Cm <sup>2</sup>	10,27 kg/Cm <sup>2</sup>
M 3	13,26 kg/Cm <sup>2</sup>	10,25 kg/Cm <sup>2</sup>
M 4	13,31 kg/Cm <sup>2</sup>	10,25 kg/Cm <sup>2</sup>
M 5	13,28 kg/Cm <sup>2</sup>	10,26 kg/Cm <sup>2</sup>
M 6	13,25 kg/Cm <sup>2</sup>	10,22 kg/Cm <sup>2</sup>
M 7	13,31 kg/Cm <sup>2</sup>	10,23 kg/Cm <sup>2</sup>
M 8	13,29 kg/Cm <sup>2</sup>	10,24 kg/Cm <sup>2</sup>
M 9	13,27 kg/Cm <sup>2</sup>	10,26 kg/Cm <sup>2</sup>

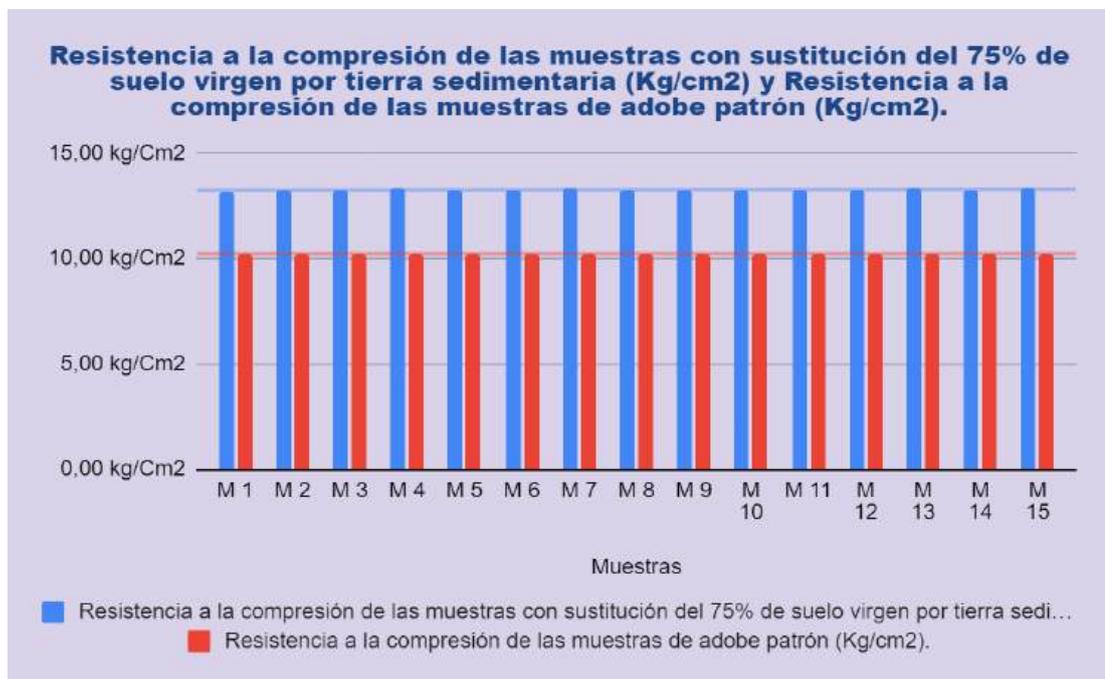
M 10	13,28 kg/Cm2	10,25 kg/Cm2
M 11	13,27 kg/Cm2	10,26 kg/Cm2
M 12	13,25 kg/Cm2	10,22 kg/Cm2
M 13	13,31 kg/Cm2	10,25 kg/Cm2
M 14	13,30 kg/Cm2	10,24 kg/Cm2
M 15	13,31 kg/Cm2	10,27 kg/Cm2

### Interpretación

La tabla muestra los resultados de resistencia a compresión de las muestras de adobe, comparando aquellas con un 75% de sustitución de suelo virgen por tierra sedimentaria y las muestras patrón sin dicha sustitución.

**Tabla 9**

*Comparación de resistencia: adobe con 75% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*



### Interpretación

La figura muestra que la resistencia a compresión más alta de las muestras de adobe con un 75% de sustitución de suelo virgen por tierra sedimentaria es de 13,31 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el valor máximo de las muestras de adobe patrón es de 10,27 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 10***Medias de resistencia: adobe con 75% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*

<b>Media</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Resist. a la compresión muestras de adobe con sustitución del 75% de suelo virgen.	13,27	Kg/cm <sup>2</sup>
Resist. a la compresión muestras de adobe patrón.	10,24	Kg/cm <sup>2</sup>

**Interpretación:**

La tabla presenta una comparación de la resistencia a compresión entre el adobe con y sin sustitución de suelo virgen. En las muestras con un 75% de sustitución de suelo virgen por tierra sedimentaria, la resistencia alcanza los 13,27 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las muestras patrón tienen una resistencia de 10,24 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados indican que, al aumentar el porcentaje de tierra sedimentaria, se mejora la resistencia del adobe, lo que sugiere que esta modificación optimiza el comportamiento estructural del material, aumentando su durabilidad y rendimiento.

**Tabla 11***Resistencia: adobe con 100% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*

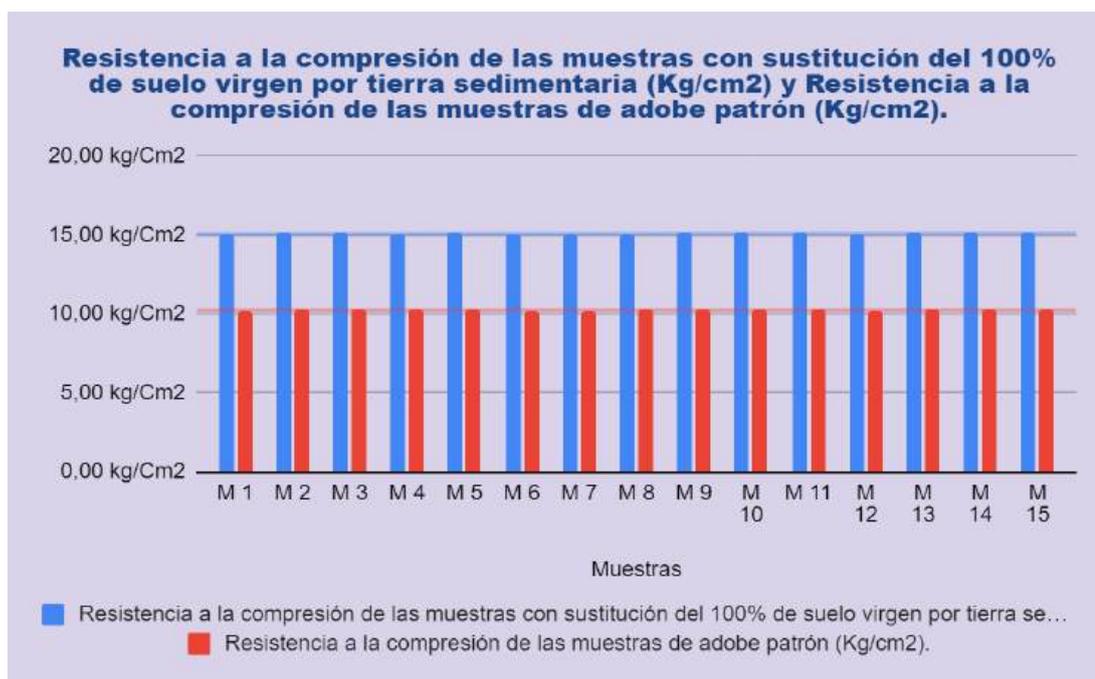
<b>Muestras</b>	<b>F'c de las muestras con sustitución del 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resistencia a la compresión muestras de adobe patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
M 1	15,05 kg/Cm2	10,23 kg/Cm2
M 2	15,11 kg/Cm2	10,27 kg/Cm2
M 3	15,09 kg/Cm2	10,25 kg/Cm2
M 4	15,08 kg/Cm2	10,25 kg/Cm2
M 5	15,10 kg/Cm2	10,26 kg/Cm2
M 6	15,06 kg/Cm2	10,22 kg/Cm2
M 7	15,07 kg/Cm2	10,23 kg/Cm2
M 8	15,08 kg/Cm2	10,24 kg/Cm2
M 9	15,11 kg/Cm2	10,26 kg/Cm2
M 10	15,15 kg/Cm2	10,25 kg/Cm2
M 11	15,10 kg/Cm2	10,26 kg/Cm2
M 12	15,07 kg/Cm2	10,22 kg/Cm2
M 13	15,09 kg/Cm2	10,25 kg/Cm2
M 14	15,12 kg/Cm2	10,24 kg/Cm2
M 15	15,13 kg/Cm2	10,27 kg/Cm2

## Interpretación

La tabla presenta los resultados de resistencia a compresión de las muestras de adobe con un 100% de sustitución de suelo virgen por tierra de sedimentos de huayco, en comparación con las muestras de adobe patrón sin dicha sustitución.

**Tabla 12**

*Comparación de resistencia: adobe con 100% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*



## Interpretación

La figura muestra que la resistencia a compresión más alta de las muestras de adobe con un 100% de sustitución de suelo virgen por tierra sedimentaria es de 15,15 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con el valor máximo de 10,27 kg/cm<sup>2</sup> alcanzado por las muestras de adobe patrón.

**Tabla 13**

*Medias de resistencia: adobe con 100% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión muestras de adobe con sustitución del 100% de suelo virgen.	15,10	Kg/cm <sup>2</sup>
Resist. a la compresión muestras de adobe patrón.	10,24	Kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

La tabla ofrece un análisis comparativo entre la resistencia a compresión de las muestras de adobe con y sin sustitución de suelo virgen. Las muestras con sustitución total de 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria alcanzan una resistencia de 15,10 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las muestras patrón presentan 10,24 kg/cm<sup>2</sup>. Estos hallazgos sugieren que la sustitución total de suelo virgen mejora notablemente la resistencia a compresión del adobe, lo que no solo mejora sus propiedades mecánicas, sino que también puede ser una alternativa sostenible y eficiente para la construcción.

**Tabla 14**

*Resistencia promedio: adobe con 50%, 75% y 100% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*

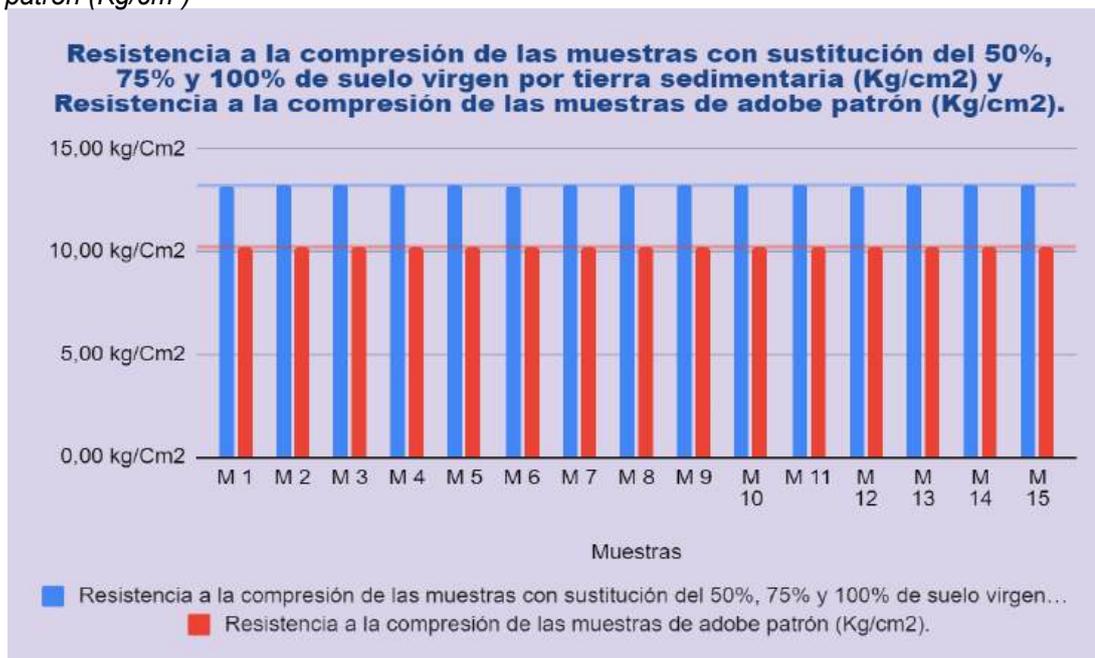
<b>Muestras</b>	<b>F'c de las muestras con sustitución del 50%, 75% y 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resistencia a la compresión muestras de adobe patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
M 1	13,19 kg/Cm2	10,23 kg/Cm2
M 2	13,24 kg/Cm2	10,27 kg/Cm2
M 3	13,22 kg/Cm2	10,25 kg/Cm2
M 4	13,25 kg/Cm2	10,25 kg/Cm2
M 5	13,23 kg/Cm2	10,26 kg/Cm2
M 6	13,21 kg/Cm2	10,22 kg/Cm2
M 7	13,24 kg/Cm2	10,23 kg/Cm2
M 8	13,23 kg/Cm2	10,24 kg/Cm2
M 9	13,23 kg/Cm2	10,26 kg/Cm2
M 10	13,26 kg/Cm2	10,25 kg/Cm2
M 11	13,23 kg/Cm2	10,26 kg/Cm2
M 12	13,21 kg/Cm2	10,22 kg/Cm2
M 13	13,25 kg/Cm2	10,25 kg/Cm2
M 14	13,24 kg/Cm2	10,24 kg/Cm2
M 15	13,26 kg/Cm2	10,27 kg/Cm2

### Interpretación

La tabla presenta los resultados promedio de resistencia a compresión de muestras de adobe con diferentes porcentajes de sustitución de suelo virgen (50%, 75%, 100%) y las muestras patrón.

**Tabla 15**

Comparación de resistencia promedio: adobe con 50%, 75% y 100% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)



### Interpretación

La figura muestra que el valor máximo de resistencia a compresión promedio de las muestras de adobe con sustitución del 50%, 75% y 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria es de 13,26 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el valor más alto de las muestras de adobe patrón es de 10,27 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 16**

Medias de resistencia promedio: adobe con 50%, 75% y 100% tierra sedimentaria vs. patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión promedio muestras de adobe con sustitución del 50%, 75% y 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria.	13,23	Kg/cm <sup>2</sup>
Resist. a la compresión muestras de adobe patrón.	10,24	Kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

La tabla muestra las medias de resistencia a compresión del adobe con distintos niveles de sustitución de suelo virgen por tierra sedimentaria. Las muestras con 50%, 75% y 100% de sustitución alcanzan una resistencia promedio de 13,23 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las muestras patrón, sin sustitución, tienen una resistencia de 10,24 Kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados demuestran que la

incorporación de tierra sedimentaria mejora considerablemente la resistencia a compresión del adobe, destacando su viabilidad como material alternativo para la construcción, con beneficios tanto en términos de propiedades mecánicas como de sostenibilidad.

## 4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

La comparación de las hipótesis se llevó a cabo utilizando el software estadístico SPSS.

### Para la hipótesis general

HG: La incorporación de tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras, en diferentes proporciones, tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe, Huánuco - 2024.

H0: La incorporación de tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras, en diferentes proporciones, NO tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe, Huánuco - 2024.

### Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis general

**Tabla 17**

*Prueba de normalidad: resistencia promedio con 50%, 75% y 100% sustitución vs. patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión muestras de adobe patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,181	15	,200*	,932	15	,294
Resistencia a la compresión muestras con sustitución del 50%, 75% y 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,179	15	,200*	,949	15	,502

### Interpretación:

Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que las muestras eran menores a 30. Los resultados de esta prueba muestran que los datos cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia a compresión promedio de las muestras con sustitución del 50%, 75% y 100% de suelo virgen ( $p=0,502>0,05$ ), como para la resistencia de las muestras patrón ( $p=0,294>0,05$ ). Dado que se cumple la normalidad, se procedió a utilizar la prueba paramétrica T de Student para muestras relacionadas en la prueba de hipótesis.

### Análisis inferencial para la hipótesis general

Tabla 18

*Prueba T de Student: resistencia promedio con 50%, 75% y 100% sustitución vs. patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)*

Resistencia a la compresión de muestras de adobe patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ). - Resistencia a la compresión de muestras con sustitución del 50%, 75% y 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria (Kg/cm <sup>2</sup> ).	DIFERENCIAS EMPAREJADAS			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
	-2,986	-2,99508	-2,97692	-705,676	14	,001

### Interpretación

La tabla presenta los resultados de la prueba T de Student para muestras emparejadas, comparando la resistencia promedio a la compresión de los adobes con sustitución de 50%, 75% y 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria frente a las muestras patrón. La media de las diferencias es de -2,986 Kg/cm<sup>2</sup>, con un intervalo de confianza del 95% que va de -2,99508 a -2,97692 Kg/cm<sup>2</sup>. El valor de t es -705,676 con 14 grados de libertad, y el valor de significancia bilateral (Sig.) es 0,001, lo que indica que la diferencia entre las dos condiciones es estadísticamente significativa. Estos resultados muestran que la adición de tierra sedimentaria mejora de manera significativa

la resistencia a la compresión del adobe en comparación con las muestras patrón, con un alto nivel de confianza en esta diferencia.

### Hipótesis específica 1:

HE1: La sustitución del 50% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe.

HE0: La sustitución del 50% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras NO tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe.

### Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 1

**Tabla 19**

*Prueba de normalidad: resistencia con 50% sustitución vs. patrón (Kg/cm<sup>2</sup>).*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión muestras de adobe patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,181	15	,200*	,932	15	,294
Resistencia a la compresión muestras con sustitución del 50% de suelo virgen por tierra sedimentaria (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,171	15	,200*	,908	15	,125

### Interpretación:

Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de las muestras es inferior a 30. Los resultados de la prueba muestran que los datos cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia a la compresión de las muestras con sustitución del 50% de suelo virgen ( $p=0,125>0,05$ ) como para las muestras patrón ( $p=0,294>0,05$ ). Como se cumple con el supuesto de normalidad, se procedió a realizar la prueba paramétrica T de Student para muestras emparejadas en la prueba de hipótesis.

## Análisis inferencial para la hipótesis específica 1

**Tabla 20**

*Prueba T Student para resistencia a compresión con 50% de suelo virgen y muestras patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilatera l)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
Resistencia a la compresión muestras de adobe patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ). - Resistencia a la compresión muestras con sustitución del 50% de suelo virgen por tierra sedimentaria (Kg/cm <sup>2</sup> ).	-1,08	-1,09146	-1,06854	-202,049	14	,001

### Interpretación

La tabla muestra los resultados de la prueba T de Student para muestras emparejadas, comparando la resistencia a compresión de las muestras patrón de adobe y las que tienen un 50% de sustitución de suelo virgen por tierra sedimentaria, expresada en kg/cm<sup>2</sup>. La diferencia media es de -1,08 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica que las muestras con sustitución tienen una resistencia menor que las muestras patrón. El intervalo de confianza al 95% para esta diferencia es entre -1,09146 y -1,06854, lo que confirma una diferencia significativa y precisa. El valor de t es -202,049 con 14 grados de libertad, lo que valida que existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos (p = 0,001). Dado que el valor p es menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que la sustitución del 50% de suelo virgen por tierra sedimentaria impacta significativamente la resistencia a compresión del adobe.

### Hipótesis específica 2:

HE2: La sustitución del 75% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe.

HE0: La sustitución del 75% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras NO tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe.

### Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 2

Tabla 21

Prueba de normalidad para resistencia a compresión con 75% de suelo virgen y muestras patrón (kg/cm<sup>2</sup>)

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión muestras de adobe patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,181	15	,200*	,932	15	,294
Resistencia a la compresión muestras con sustitución del 75% de suelo virgen por tierra sedimentaria (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,135	15	,200*	,908	15	,128

### Interpretación:

Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que las muestras son menores a 30. Los resultados indican que los datos cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia a compresión de las muestras con un 75% de sustitución de suelo virgen ( $p=0,128 > 0,05$ ) como para las muestras patrón ( $p=0,294 > 0,05$ ). Al cumplirse el supuesto de normalidad, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas en la prueba de hipótesis.

### Análisis inferencial para la hipótesis específica 2

**Tabla 22**

*Prueba T Student para resistencia a compresión con 75% de suelo virgen y muestras patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

	<b>DIFERENCIAS EMPAREJADAS</b>					Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	
		Inferior	Superior			
Resistencia a la compresión muestras de adobe patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ). - Resistencia a la compresión muestras con sustitución del 75% de suelo virgen por tierra sedimentaria (Kg/cm <sup>2</sup> ).	- 3,03133	-3,04641	-3,01626	-431,305	14	,001

### **Interpretación**

La tabla presenta los resultados de la prueba T de Student para muestras emparejadas, comparando la resistencia a compresión entre las muestras patrón de adobe y aquellas en las que se sustituyó el 75% del suelo virgen por tierra sedimentaria, expresada en kg/cm<sup>2</sup>. La diferencia media observada es de -3,03133 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica que las muestras con esta proporción de sustitución tienen una resistencia considerablemente inferior en comparación con las muestras patrón. El intervalo de confianza al 95% para la diferencia oscila entre -3,04641 y -3,01626, lo que demuestra una alta precisión en los resultados. El valor t obtenido es -431,305 con 14 grados de libertad, y el valor de significancia bilateral es 0,001, lo que confirma que la diferencia es estadísticamente significativa. Por lo tanto, se concluye que la sustitución del 75% del suelo virgen por tierra sedimentaria tiene un impacto negativo en la resistencia a compresión del adobe, rechazando la hipótesis nula.

### Hipótesis específica 3:

HE3: La sustitución del 100% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe.

HE0: La sustitución del 100% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras NO tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe.

### Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 3

Tabla 23

*Prueba de normalidad para resistencia a compresión con 100% de suelo virgen y muestras patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión muestras de adobe patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,181	15	,200*	,932	15	,294
Resistencia a la compresión muestras con sustitución del 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria (Kg/cm <sup>2</sup> ).	,097	15	,200*	,982	15	,984

### Interpretación:

Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que las muestras son menores a 30. Los resultados mostraron que tanto las muestras con sustitución del 100% de suelo virgen ( $p=0,984 > 0,05$ ) como las muestras patrón ( $p=0,294 > 0,05$ ) cumplen con el supuesto de normalidad. Dado esto, se procedió con la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas en la prueba de hipótesis.

### Análisis inferencial para la hipótesis específica 3

**Tabla 24**

*Prueba T Student para resistencia a compresión con 100% de suelo virgen y muestras patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

	<b>DIFERENCIAS EMPAREJADAS</b>					Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	
		Inferior	Superior			
Resistencia a la compresión muestras de adobe patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ). - Resistencia a la compresión muestras con sustitución del 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria (Kg/cm <sup>2</sup> ).	-4,84733	-4,8583	-4,83636	-947,752	14	,001

### **Interpretación**

La tabla muestra los resultados de la prueba T de Student para muestras emparejadas, comparando la resistencia a compresión entre las muestras patrón y las de adobe con 100% de sustitución de suelo virgen por tierra sedimentaria. La diferencia media es de -4,84733 kg/cm<sup>2</sup>, indicando una resistencia significativamente menor en las muestras con tierra sedimentaria. El intervalo de confianza al 95% es de -4,8583 a -4,83636, con un valor t de -947,752 y un valor de significancia de 0,001, lo que confirma que la diferencia es estadísticamente significativa. Esto lleva al rechazo de la hipótesis nula.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

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

Cuitiño-Rosales et al. (2020), en su estudio, analizaron las características térmicas y la resistencia mecánica de diversas técnicas de construcción con tierra, como el adobe, bloque de tierra comprimida (BTC), tapia y quincha. Nuestra investigación, sin embargo, se enfoca de manera más específica en evaluar la resistencia del adobe con una sustitución total del suelo virgen por tierra sedimentaria. Mientras que Cuitiño-Rosales et al. encontraron que el adobe tiene una mayor resistencia a la compresión en comparación con otras técnicas como la quincha, en nuestro estudio se obtuvo un resultado destacado: la resistencia a compresión de las muestras con 100% de sustitución alcanzó un valor máximo de 15,10 kg/cm<sup>2</sup>, superando significativamente las muestras patrón, que obtuvieron 10,24 kg/cm<sup>2</sup>.

Hidalgo y Sánchez (2021), mientras Hidalgo y Sánchez analizaron cómo la resistencia a compresión, el módulo de elasticidad y el módulo de corte del adobe influyen en la estabilidad estructural de edificaciones patrimoniales en Riobamba, nuestra investigación se enfoca en evaluar el impacto de la sustitución parcial del suelo virgen por tierra sedimentaria en la resistencia a compresión del adobe. Aunque ellos destacaron la importancia de la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad para la seguridad y comportamiento estructural, nuestros resultados muestran que las muestras con un 50% de sustitución del suelo virgen alcanzaron una resistencia de 11,33 kg/cm<sup>2</sup>, superando el promedio de 10,24 kg/cm<sup>2</sup> registrado en las muestras patrón. Esto indica que la incorporación parcial de tierra sedimentaria no solo preserva, sino que mejora ligeramente la resistencia del adobe, ofreciendo un enfoque prometedor para optimizar sus propiedades mecánicas en diversos contextos constructivos.

Ticlla (2023), investigó la dosificación óptima de arena, arcilla y limo para maximizar la resistencia a compresión del adobe de tierra comprimida en Túnel Conchano, nuestra investigación se centra en evaluar el efecto de la sustitución parcial y total del suelo virgen por tierra sedimentaria en dicha resistencia. Ticlla concluyó que una mezcla de 70% de arena, 15% de arcilla y 15% de limo produjo el adobe más resistente, con 19,5 kg/cm<sup>2</sup>. En nuestro estudio, las muestras con sustituciones del 50%, 75% y 100% de suelo virgen lograron una resistencia promedio de 13,23 kg/cm<sup>2</sup>, superando el promedio de 10,24 kg/cm<sup>2</sup> de las muestras patrón. Este aumento confirma que la incorporación de tierra sedimentaria derivada de huaycos mejora significativamente la resistencia del adobe, presentándose como una solución viable para optimizar sus propiedades mecánicas y fomentar el uso de recursos locales en construcciones sostenibles, especialmente en áreas rurales.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, concluimos en los siguientes:

**Para el objetivo general:** Determinar el efecto de la incorporación de tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras, en diferentes proporciones, sobre la resistencia a compresión del adobe, Huánuco - 2024. Se concluye que existe un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe con incorporación de tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras, Huánuco - 2024. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ( $t=-705,676$ ;  $p=0,001<0,05$ ), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a compresión aumenta al sustituir un 50%, 75% y 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria, con una media de 13,23 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con las muestras patrón, cuya resistencia a compresión promedio es de 10,24 kg/cm<sup>2</sup>.

**Para el objetivo específico 1:** Determinar el efecto de la sustitución del 50% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a compresión del adobe. Se concluye que existe un efecto significativo en la resistencia a compresión del adobe con sustitución del 50% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras, Huánuco - 2024. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ( $t=-202,049$ ;  $p=0,001<0,05$ ), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a compresión aumenta al sustituir un 50% de suelo virgen por tierra sedimentaria, con una media de 11,33 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con las muestras patrón, cuya resistencia a la compresión promedio es de 10,24 kg/cm<sup>2</sup>.

**Para el objetivo específico 2:** Determinar el efecto de la sustitución del 75% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a compresión del adobe. Se concluye que existe un efecto significativo en la resistencia a compresión del adobe con sustitución del 75% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras, Huánuco - 2024. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ( $t=-431,305$ ;  $p=0,001<0,05$ ), al examinar las medias, se puede inferir

que la resistencia a compresión aumenta al sustituir un 75% de suelo virgen por tierra sedimentaria, con una media de 13,27 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con las muestras patrón, cuya resistencia a la compresión promedio es de 10,24 kg/cm<sup>2</sup>.

**Para el objetivo específico 3:** Determinar el efecto de la sustitución del 100% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a compresión del adobe. Se concluye que existe un efecto significativo en la resistencia a compresión del adobe con sustitución del 100% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras, Huánuco - 2024. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ( $t=-947,752$ ;  $p=0,001<0,05$ ), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a compresión aumenta al sustituir un 100% de suelo virgen por tierra sedimentaria, con una media de 15,10 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con las muestras patrón, cuya resistencia a la compresión promedio es de 10,24 kg/cm<sup>2</sup>.

## RECOMENDACIONES

Se considera fomentar la utilización de sedimentos de huayco como un material viable para la elaboración de adobes en zonas afectadas por desastres naturales. Esto no solo contribuye a una construcción más resistente, sino que también ayuda a gestionar los sedimentos acumulados por huaycos.

Es importante llevar a cabo estudios adicionales para evaluar otras propiedades mecánicas del adobe, como la resistencia a la flexión, tracción y durabilidad a largo plazo, para comprender mejor el comportamiento del material en distintas condiciones.

Se sugiere desarrollar normativas técnicas y guías específicas que incluyan la incorporación de sedimentos de huayco en la producción de adobes, a fin de garantizar un uso seguro y eficiente del material en proyectos de construcción.

Es fundamental ofrecer programas de capacitación y formación para los constructores y albañiles locales sobre el proceso de sustitución del suelo virgen por sedimentos de huayco. Esto asegurará la correcta aplicación del material y maximizará su efectividad en la construcción.

Este estudio refuerza la idea de promover prácticas de construcción sostenibles, utilizando recursos locales y naturales, como los sedimentos de huayco. Se debe incentivar el uso de estas técnicas en proyectos de desarrollo rural y urbano, reduciendo la dependencia de materiales convencionales y disminuyendo el impacto ambiental.

Se recomienda evaluar la viabilidad económica del uso de sedimentos de huayco en la construcción de adobe a mayor escala, con el fin de determinar los costos y beneficios en términos de ahorro de recursos y mejora de la calidad de las construcciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asmat, C., & Orrego, A. (2020). *Licuação de los suelos*. Recuperado el 22 de May de 2024, de CivilMac.com: [https://www.civilmac.com/geotecnia/licuacion-de-los-suelos/#google\\_vignette](https://www.civilmac.com/geotecnia/licuacion-de-los-suelos/#google_vignette)
- Bendezu Barreto, A. M., & Garcia Velasquez, G. (2019). Evaluación de la Resistencia del Adobe Reforzado con Paja de Trigo Para Viviendas en el Distrito de Chalaco – Piura, 2019. Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46448>
- Carrasco Díaz, S. (2015). *Metodología de la investigación científica: pautas metodologicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. San Marcos.
- Coluccio, E. (2020). *Ductilidad*. Recuperado el 22 de May de 2024, de Concepto: <https://concepto.de/ductilidad/>
- Cuitiño-Rosales, M., Rotondaro, R., & Esteves, A. (2020). Análisis comparativo de aspectos térmicos y resistencias mecánicas de los materiales y los elementos de la construcción con tierra. Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/923c62a7-8765-4a4a-9ad7-ba05203dc9de>
- Flores, O. M. (28 de April de 2019). *Litificación* -. Recuperado el 22 de May de 2024, de Minería en Línea: <https://www.mineriaenlinea.com/glosario/litificacion/>
- Garate Garate, C., & Rozas Paredes, A. (2023). Influencia del cemento yura IP y el impermeabilizante líquido sika-1 en las propiedades físicas (hidráulicas) y mecánicas del adobe estabilizado y el adobe comprimido, Cusco, 2022. Universidad Andina del Cusco. Obtenido de <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/6159>
- García Gómez, I. (2017). Estudio de permeabilidad en el adobe implementando agregados naturales. Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- García Pérez, A. (2022). *Estadística aplicada avanzada con R*. UNED.
- Gimenez Boscov, M. (2008). *Geotecnia Ambiental*. Oficina de Textos.

- Gutiérrez Rodríguez, W. Á. (2023). Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado. *Ciencia Latina*.
- Hernández Sampieri, R. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. McGraw-Hill Interamericana.
- Hidalgo Robalino, D., & Sanchez Urgiles, J. (2021). Análisis de la influencia de tres propiedades mecánicas del adobe en el comportamiento estructural de edificaciones patrimoniales. Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7755>
- Hoz Onrubia, J. d., Maldonado Ramos, L., & Vela Cossío, F. (2003). *Diccionario de construcción tradicional: tierra*. Editorial Nerea.
- Leon Valverde, B. (2019). Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz. Universidad San Pedro.
- Martínez Mediano, C., & Galán González, A. (2014). *Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos*. (C. Martínez Mediano, Ed.) UNED.
- Mendez Ortiz, D., & Valverde Rosas, C. (2021). Influencia de la adición de fibra de yute en suelos arena-arcillosa para mejorar la resistencia a la compresión del adobe en la zona rural de Huaraz- Caserío de Chuna Mara. Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10351>
- Molina Contreras, D. (2020). La tierra como material de construcción, propiedades y estabilizantes. Universidad Santo Tomas. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/30482>
- Norma E.080. (2017). NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO.
- Ñaupá Tello, E., & Cantalicio Mori, K. (2023). Evaluación de la erosión y las propiedades físico mecánicas del adobe estabilizado con cenizas de cal – Huánuco 2022. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/8414>
- Ondarse, D. (2020). *Filtración*. Recuperado el 22 de May de 2024, de Concepto: <https://concepto.de/filtracion/>

- Pastor Quiles, M. (2017). *La construcción con tierra en arqueología: teoría, método, técnicas y aplicación*. Publicacions Universitat D'Alacant.
- Pérez, A., Sánchez, F., & Rodríguez, P. (25 de July de 2022). *MECAPEDIA • Deformación*. Recuperado el 22 de May de 2024, de Mecapedia: <https://www.mecapedia.uji.es/pages/deformacion.html>
- Pérez, J. (2020). *Grava - Qué es, definición y concepto*. Recuperado el 22 de May de 2024, de Definición.de: <https://definicion.de/grava/>
- Pino Tarragó, J. C., Rodríguez Rodríguez, A., Marcillo Merino, G. L., Parrales Parrales, E., Plúa Marcillo, L. A., Parrales García, C. E., . . . Cordero Garcés, M. O. (2018). *RESISTENCIA DE MATERIALES PARA INGENIERÍA CIVIL*. 3Ciencias.
- Restrepo Ángel, J. D. (2005). *Los sedimentos del río Magdalena: reflejo de la crisis ambiental*. (J. D. Restrepo Ángel, Ed.) Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Rodrigo Zapata. (2018). Tipos de suelos: Caracterización de suelos arcillosos y limosos. Argentina: Universidad Nacional de Rosario.
- Rodríguez Franco, J., Pierdant Rodríguez, A. I., & Rodríguez Jiménez, E. C. (2014). *Estadística Aplicada II: Estadística en Administración para Toma de Decisiones*. Grupo Editorial Patria.
- Rodríguez Moguel, E. (2005). *Metodología de la Investigación*. México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Rojas Echevarría, C. J. (2023). Influencia del duraseal en las propiedades físicas y mecánicas en la unidad de adobe, Huánuco - 2019. Universidad de Huánuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/4171>
- Ruiz Sibaja, J. A., & Vidal Sánchez, F. (2015). Caracterización mecánica de piezas de adobe fabricado en la región de Tuxtla Gutiérrez. *Revista digital de la Universidad Autónoma de Chiapas*.
- Serrano, P. (2020). *La inercia térmica en la construcción de edificios eficientes*. Recuperado el 22 de May de 2024, de Certificados Energéticos: <https://www.certificadosenergeticos.com/inercia-termica-construccion-edificios-eficientes>

- Sola, J. (4 de September de 2013). *Mini-Guía de Construcción con Adobe II*. Recuperado el 22 de May de 2024, de LaRutaNatural: <https://www.larutanatural.eu/mini-guia-de-construccion-con-adobe-ii/>
- Tarakanov, V. (23 de April de 2024). *¿Qué es la erosión del suelo? ¿Cómo se puede estudiar y mitigar con técnicas nucleares?* Recuperado el 22 de May de 2024, de *¿Qué es la erosión del suelo? ¿Cómo se puede estudiar y mitigar con técnicas nucleares?:* <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-erosion-del-suelo>
- Ticlla Garcia, J. (2023). Dosificación arena arcilla limo para aumentar la resistencia a compresión del adobe, Túnel Conchano, Chota. Universidad Nacional Autónoma de Chota. Obtenido de <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/406>
- Zavala Carrión, B. (2006). Movimiento en masa que afecta la ciudad de Huánuco. Lima, Perú: INGEMMET.
- Zuloaga, I. (2020). *¿Qué es la cohesión ?* Recuperado el 22 de May de 2024, de geotecnia.AI: <https://geotecnia.ai/que-es-la-cohesion/>

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

Alania Lino, C. (2025). *Análisis experimental de la resistencia a la Compresión del Adobe elaborado con tierra proveniente de sedimentos de Huayco las Moras - Huánuco – 2024*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. url: <http://...>

## **ANEXOS**

# ANEXO 1

## RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

#### Facultad de Ingeniería

#### RESOLUCIÓN N° 1524-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 10 de julio de 2024

Visto, el Oficio N° 1068-2024-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: "ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ELABORADO CON TIERRA PROVENIENTE DE SEDIMENTOS DE HUAYCO LAS MORAS - HUANUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Calin ALANIA LINO.

#### 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° 1145-2024-D-FI-UDH, de fecha 20 de mayo de 2024, perteneciente al Bach. Calin ALANIA LINO se le designó como ASESOR(A) a la Mg. Fatima Rosaria Cecilio Reyes, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1068-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ELABORADO CON TIERRA PROVENIENTE DE SEDIMENTOS DE HUAYCO LAS MORAS - HUANUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Calin ALANIA LINO, integrado por los siguientes docentes: Mg. Ingrid Delia Dignarda Arteaga Espinoza (Presidente), Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara (Secretario) y Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarria (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: "ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ELABORADO CON TIERRA PROVENIENTE DE SEDIMENTOS DE HUAYCO LAS MORAS - HUANUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Calin ALANIA LINO 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 Jheroni Manzano Lozano  
SECRETARIO DOCENTE



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

**ANEXO 2**  
**RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE ASESOR**

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**Facultad de Ingeniería**

**RESOLUCIÓN N° 1145-2024-D-FI-UDH**

Huánuco, 20 de mayo de 2024

Visto, el Oficio N° 811-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 489818-0000005430, del Bach. **Calin ALANIA LINO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

**CONSIDERANDO:**

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

Que, según el Expediente N° 489818-0000005430, presentado por el (la) Bach. **Calin ALANIA LINO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone a la Mg. Fatima Rosaria Cecilio Reyes, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 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.** - **DESIGNAR**, como Asesor de Tesis del Bach. **Calin ALANIA LINO** a la Mg. Fatima Rosaria Cecilio Reyes, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

**Artículo Segundo.** - 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**



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
*[Signature]*  
Ing. Ethel Jhorani Manzano Lazado  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
*[Signature]*  
Mg. Bertha Campos Rios  
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

## ANEXO 3

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** “ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ELABORADO CON TIERRA PROVENIENTE DE SEDIMENTOS DE HUAYCO LAS MORAS - HUANUCO - 2024”.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b> PG: ¿Cuál es el efecto de la incorporación de tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras, en diferentes proporciones, sobre la resistencia a la compresión del adobe, Huánuco - 2024?</p> <p><b>Problema específico</b> PE1: ¿Cuál es el efecto de la sustitución del 50% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a la compresión del adobe? PE2: ¿Cuál es el efecto de la sustitución del 75% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a la compresión del adobe? PE3: ¿Cuál es el efecto de la sustitución del 100% de suelo virgen por tierra proveniente de</p>	<p><b>Objetivo general</b> OG: Determinar el efecto de la incorporación de tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras, en diferentes proporciones, sobre la resistencia a la compresión del adobe, Huánuco - 2024.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> OE1: Determinar el efecto de la sustitución del 50% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a la compresión del adobe. OE2: Determinar el efecto de la sustitución del 75% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a la compresión del adobe. OE3: Determinar el efecto de la sustitución del 100% de suelo virgen por tierra proveniente de</p>	<p><b>Hipótesis general</b> HG: La incorporación de tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras, en diferentes proporciones, tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe, Huánuco - 2024.</p> <p><b>Hipótesis específica</b> HE1: La sustitución del 50% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe. HE2: La sustitución del 75% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe. HE3: La sustitución del 100% de suelo virgen por tierra proveniente de sedimentos de huayco en Las Moras tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe.</p> <p><b>Variables</b> <b>Variable dependiente</b> Resistencia a la compresión del adobe. <b>Variable independiente</b></p>	<p><b>Enfoque:</b> Enfoque cuantitativo. <b>Alcance o nivel:</b> Alcance explicativo. <b>Diseño:</b> Diseño Cuasiexperimental. <b>Técnica de investigación:</b> Observación directa <b>Instrumentos:</b> Fichas de campo y ficha de laboratorio. <b>Población:</b> En la investigación la población estará conformada por 60 bloques de adobe. <b>Muestra:</b> La muestra tomada es la no probabilística.</p>

---

sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a la compresión del adobe?	sedimentos de huayco Las Moras en la resistencia a la compresión del adobe.	Tierra proveniente de sedimentos de huayco.
---	---	---

---

## ANEXO 4

### INSTRUMENTO DE RECOJO DE DATOS - FICHA DE LABORATORIO



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
<b>NORMA:</b>	NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA
<b>PROYECTO:</b>	"ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ELABORADO CON TIERRA PROVENIENTE DE SEDIMENTOS DE HUAYCO LAS MORAS - HUANUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	Bach. Calin, Alania Lino
<b>FECHA:</b>	OCTUBRE DEL 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE SUELO VIRGEN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	f <sub>c</sub>
M-1 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.03 kn	1,022.76 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.23 kg/cm <sup>2</sup>
M-2 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.07 kn	1,026.84 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.27 kg/cm <sup>2</sup>
M-3 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.05 kn	1,024.80 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.25 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.05 kn	1,024.80 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.25 kg/cm <sup>2</sup>
M-5 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.06 kn	1,025.82 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.26 kg/cm <sup>2</sup>
M-6 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.02 kn	1,022.05 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.22 kg/cm <sup>2</sup>
M-7 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.03 kn	1,022.76 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.23 kg/cm <sup>2</sup>
M-8 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.04 kn	1,023.78 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.24 kg/cm <sup>2</sup>
M-9 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.06 kn	1,025.82 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.26 kg/cm <sup>2</sup>
M-10 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.05 kn	1,024.80 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.25 kg/cm <sup>2</sup>
M-11 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.06 kn	1,025.82 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.26 kg/cm <sup>2</sup>
M-12 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.02 kn	1,021.74 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.22 kg/cm <sup>2</sup>
M-13 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.05 kn	1,024.80 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.25 kg/cm <sup>2</sup>
M-14 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.04 kn	1,023.78 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.24 kg/cm <sup>2</sup>
M-15 (PATRON)	0%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	10.07 kn	1,026.84 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	10.27 kg/cm <sup>2</sup>

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero
- P : Carga Máxima
- A : Área de la Superficie de Carga



f<sub>c</sub> PROMEDIO **10.24 kg/cm<sup>2</sup>**

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

**MONTAÑA**  
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

*[Signature]*  
Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218968



# MONTAÑA

LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



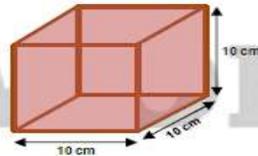
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
<b>NORMA:</b>	NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA
<b>PROYECTO:</b>	"ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE ELABORADO CON TIERRA PROVENIENTE DE SEDIMENTOS DE HUAYCO LAS MORAS - HUANUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	Bach. Calin, Alania Lino
<b>FECHA:</b>	OCTUBRE DEL 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE SUELO VIRGEN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES			f'c	
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)		
M-1	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.10 kn	1,131.87 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.32 kg/cm²
M-2	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.12 kn	1,133.91 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.34 kg/cm²
M-3	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.09 kn	1,130.85 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.31 kg/cm²
M-4	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.13 kn	1,134.93 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.35 kg/cm²
M-5	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.10 kn	1,131.87 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.32 kg/cm²
M-6	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.11 kn	1,132.89 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.33 kg/cm²
M-7	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.12 kn	1,133.91 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.34 kg/cm²
M-8	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.09 kn	1,130.85 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.31 kg/cm²
M-9	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.08 kn	1,129.83 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.30 kg/cm²
M-10	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.13 kn	1,134.93 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.35 kg/cm²
M-11	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.11 kn	1,132.89 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.33 kg/cm²
M-12	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.09 kn	1,130.85 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.31 kg/cm²
M-13	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.12 kn	1,133.91 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.34 kg/cm²
M-14	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.08 kn	1,129.83 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.30 kg/cm²
M-15	50%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	11.13 kn	1,134.93 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.35 kg/cm²

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero
- P : Carga Máxima
- A : Área de la Superficie de Carga



f'c PROMEDIO **11.33 kg/cm²**

**MONTAÑA**  
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

*Samaniel Juanito Falcon Pardave*  
Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218968

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
<b>NORMA:</b>	NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA
<b>PROYECTO:</b>	"ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ELABORADO CON TIERRA PROVENIENTE DE SEDIMENTOS DE HUAYCO LAS MORAS - HUANUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	Bach. Calin, Alania Lino
<b>FECHA:</b>	OCTUBRE DEL 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE SUELO VIRGEN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES				f'c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	12.95 kn	1,320.51 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.21 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	13.01 kn	1,326.63 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.27 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	13.00 kn	1,325.61 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.26 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	13.05 kn	1,330.71 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.31 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	13.02 kn	1,327.65 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.28 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	12.99 kn	1,324.59 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.25 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	13.05 kn	1,330.71 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.31 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	13.03 kn	1,328.67 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.29 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	13.01 kn	1,326.63 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.27 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	13.02 kn	1,327.65 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.28 kg/cm <sup>2</sup>
M-11	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	13.01 kn	1,326.63 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.27 kg/cm <sup>2</sup>
M-12	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	12.99 kn	1,324.59 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.25 kg/cm <sup>2</sup>
M-13	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	13.05 kn	1,330.71 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.31 kg/cm <sup>2</sup>
M-14	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	13.04 kn	1,329.69 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.30 kg/cm <sup>2</sup>
M-15	75%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	13.05 kn	1,330.71 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.31 kg/cm <sup>2</sup>

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero
- P : Carga Máxima
- A : Área de la Superficie de Carga

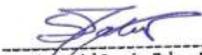


f'c PROMEDIO **13.27 kg/cm<sup>2</sup>**

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

 **MONTAÑA**  
AQUINO GARCIA KEVIN JOEL  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

  
Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218968



**MONTAÑA**

LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



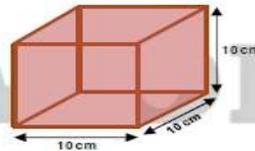
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
<b>NORMA:</b>	NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA
<b>PROYECTO:</b>	"ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE ELABORADO CON TIERRA PROVENIENTE DE SEDIMENTOS DE HUAYCO LAS MORAS - HUANUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	Bach. Callin, Alania Lino
<b>FECHA:</b>	OCTUBRE DEL 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE SUELO VIRGEN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES			f'c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	
M-1	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.76 kn	1,505.08 kg	10.000	10.000	10.000	15.05 kg/cm²
M-2	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.82 kn	1,511.20 kg	10.000	10.000	10.000	15.11 kg/cm²
M-3	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.80 kn	1,508.16 kg	10.000	10.000	10.000	15.09 kg/cm²
M-4	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.79 kn	1,508.14 kg	10.000	10.000	10.000	15.08 kg/cm²
M-5	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.81 kn	1,510.18 kg	10.000	10.000	10.000	15.10 kg/cm²
M-6	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.77 kn	1,506.10 kg	10.000	10.000	10.000	15.06 kg/cm²
M-7	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.78 kn	1,507.12 kg	10.000	10.000	10.000	15.07 kg/cm²
M-8	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.79 kn	1,508.14 kg	10.000	10.000	10.000	15.08 kg/cm²
M-9	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.82 kn	1,511.20 kg	10.000	10.000	10.000	15.11 kg/cm²
M-10	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.86 kn	1,515.27 kg	10.000	10.000	10.000	15.15 kg/cm²
M-11	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.81 kn	1,510.18 kg	10.000	10.000	10.000	15.10 kg/cm²
M-12	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.78 kn	1,507.12 kg	10.000	10.000	10.000	15.07 kg/cm²
M-13	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.80 kn	1,509.16 kg	10.000	10.000	10.000	15.09 kg/cm²
M-14	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.83 kn	1,512.22 kg	10.000	10.000	10.000	15.12 kg/cm²
M-15	100%	13/09/2024	11/10/2024	28 días	14.84 kn	1,513.23 kg	10.000	10.000	10.000	15.13 kg/cm²

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero
- P : Carga Máxima
- A : Área de la Superficie de Carga



f'c PROMEDIO **15.10 kg/cm²**

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

 **MONTAÑA**  
  
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

  
 Ing. Samuel Juanito Palcon Pardave  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218968

## ANEXO 5

### CERTIFICADO DE CALIDAD DEL EQUIPO DE ENSAYO



## CERTIFICADO DE CALIDAD

*El equipo identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.*

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** PRENSA DE CONCRETO.

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:** La máquina de prueba de compresión hidráulica se utiliza para la prueba de compresión de hormigón y otros materiales de construcción, carga manual, visualización digital del valor de la presión y la relación de carga.

#### **CARACTERÍSTICAS:**

Carga manual, Cubierta protectora

Capacidad de carga máxima: 2000 kN

Espacio de compresión: 360 mm

Carrera del pistón: 120 mm

Tamaño de las placas de compresión superiores: 300 mm

Tamaño de las placas de compresión inferiores: 300 mm

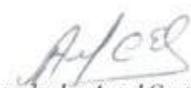
Dimensión (marco de carga: 900×400×1250 mm

Energía: 220V, 50Hz /60Hz, 1.3kW

**MODELO:** STYE-2000

**SERIE:** 221165

**FECHA:** 22/03/2024

  
Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad

 Telf: +51 522 0723  
Cel: 945 183 033  
945 181 317 / 970.055 989

 ventas@pys.pe  
apozo@pys.pe  
www.pys.pe

 Calle 4, Mz. F1 Lt. 5  
Urb. Virgen del Rosario - Lima 31



## ANEXO 6

### PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

