

UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“ESTABILIZACIÓN DEL ADOBE CON ADICIÓN DE CENIZA DE
HOJA DE EUCALIPTO PARA SU USO EN VIVIENDAS
RURALES, PISCOBAMBA - 2022”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

Bach. JAVILIANO CUEVA MIGUEL ANGEL

Asesor:

Dr. COLONIA CERNA PEDRO ALEJANDRO

Huaraz – Ancash - Perú

2023





ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentado por el Bachiller en Ciencias de Ingeniería Agrícola **MIGUEL ANGEL JAVILIANO CUEVA**, denominada: "ESTABILIZACIÓN DEL ADOBE CON ADICIÓN DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA SU USO EN VIVIENDAS RURALES, PISCOBAMBA - 2022", asesorado por el Dr. **PEDRO ALEJANDRO COLONIA CERNA**, Escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADA

CON EL CALIFICATIVO (*)

DIECISEIS (16)

En consecuencia, queda en condición de ser calificada APTO por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 29 de Mayo de 2023.

Dr. TITO MONER TINOCO MEYHUAY

PRESIDENTE

Mag. FRANCISCO ESPINOZA MANCISIDOR

SECRETARIO

Mag. JAVIER ALBERTO COTOS VERA

VOCAL

Dr. PEDRO ALEJANDRO COLONIA CERNA

ASESOR

(*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADO CON EXCELENCIA (19 - 20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17 - 18), APROBADO (14 - 16), DESAPROBADO (00 - 13).



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE SHANCAJÁN TELEFAX 043-426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis denominada **"ESTABILIZACIÓN DEL ADOBE CON ADICIÓN DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA SU USO EN VIVIENDAS RURALES, PISCOBAMBA - 2022"**, presentado por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola **MIGUEL ANGEL JAVILIANO CUEVA**, sustentada el día 29 de Mayo del 2023, con Resolución Decanatural N° 223-2023 - UNASAM - FCA, la declaramos CONFORME.

Huaraz, 29 de Mayo de 2023.

Dr. TITO MONER TINOCO MEYHUAY
PRESIDENTE

Mag. FRANCISCO ESPINOZA MANCISIDOR
SECRETARIO

Mag. JAVIER ALBERTO COTOS VERA
VOCAL

Dr. PEDRO ALEJANDRO COLONIA CERNA
ASESOR

Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM
ANEXO 1
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

Presentado por:

con DNI N°:

para optar el Título Profesional de:

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11 ° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : de similitud.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).

Porcentaje		Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda <input checked="" type="radio"/>
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado		
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz,



FIRMA

Apellidos y Nombres: _____

DNI N°: _____

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

ESTABILIZACIÓN DEL ADOBE CON ADICIÓN DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO

AUTOR

MIGUEL ANGEL JAVILIANO CUEVA

RECUENTO DE PALABRAS

15772 Words

RECUENTO DE CARACTERES

81937 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

81 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.4MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 13, 2023 9:43 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 13, 2023 9:45 AM GMT-5**● 19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 14% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente

DEDICATORIA

A Dios, por la vida, su infinito amor y por todas sus bendiciones en la vida y por el éxito de esta presente investigación.

A mi Madre: Victoria Cueva Cruz y mi Padre Marcelo Javiliano Castillo, por confiar en mí y brindarme su amor y comprensión, así como su apoyo incondicional.

A mis hermanos Hugo Marcelo, Juan Carlos y Fidel Olmedo con profundo aprecio y agradecido el poder compartir conmigo los momentos más significativos que he vivido.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, en especial a los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias y la escuela profesional de Ingeniería Agrícola que contribuyeron a mi formación profesional.

Al Dr. Pedro Alejandro Colonia Cerna, asesor del presente trabajo, por su valioso asesoramiento y supervisión de la presente tesis.

A los miembros del jurado de tesis al Dr. Tito Moner Tinoco Meyhuay, Ing. Francisco Espinoza Mancisidor y Mag. Javier Alberto Cotos Vera, por su apoyo incondicional y sus observaciones certeras para mejorar esta presente investigación.

A mis amigos y compañeros de trabajo Yony Saavedra López y Vanessa Jara Egusquiza; quiénes me brindaron su apoyo en la realización de la tesis.

LISTA DE CONTENIDO

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Lista de contenido.....	iii
Tabla de contenido	iv
Contenido de tablas	vi
Contenido de figuras.....	vii
Lista de ecuaciones.....	viii
Contenido de anexos.....	ix
Resumen	x
Abstrac.....	xi

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Justificación.....	4
1.4.1. Justificación teórica	4
1.4.2. Justificación metodológica.....	4
1.4.3. Justificación práctica.....	4
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de investigación	5
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	5
2.1.2. Antecedentes nacionales	6
2.1.3. Antecedentes regionales.....	8
2.2. Bases teóricas	10
2.2.1. Adobe	10
2.2.2. Adobe estable.....	10
2.2.3. Fibras estabilizadoras	11
2.2.4. Suelo para adobes	12
2.3. Pruebas de laboratorio a emplear	13
2.3.1. Contenido de humedad (W%).....	13
2.3.2. Análisis granulométrico	13
2.3.3. Límites de Atterberg	13
2.3.4. Clasificación de suelos método SUCS.....	14
2.3.5. Resistencia a la compresión	17
2.4. Definiciones fundamentales	17
2.5. Variables.....	18

III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Materiales	19
3.1.1. Materiales de campo	19
3.1.2. Materiales de gabinete	19
3.1.3. Materiales de laboratorio	19
3.2. Métodos	20
3.2.1. Tipo de investigación	20
3.3. Diseño de investigación.....	20
3.3.1. Población y muestra	21
3.3.2. Hipótesis	21
3.3.3. Comparación de la hipótesis planteada.....	22
3.3.4. Coeficiente de variación	22
3.3.5. Prueba de Duncan	23
3.4. Lugar de ejecución	23
3.5. Procedimiento.....	25
3.5.1. Determinación de las propiedades físicas del suelo.....	25
3.5.2. Elaboración de los adobes.....	27
3.5.4. Evaluación de la resistencia a la compresión.....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1. Resultados	30
4.1.1. Propiedades para clasificación del suelo.....	30
4.1.2. Clasificación del suelo	33
4.1.3. Evaluación de la resistencia a la compresión.....	34
4.1.4. Resultados estadísticos.....	39
4.2. Contrastación de hipótesis	41
4.3. Discusión	42
4.3.1. Propiedades para clasificación del suelo.....	42
4.3.2. Evaluación de la resistencia a la compresión.....	43
4.3.3. Resultados estadísticos.....	44
V. CONCLUSIONES	46
VI. RECOMENDACIONES	47
VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	48
VIII. ANEXOS	52

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1	Composición química de la ceniza la parte foliar del eucalipto.....	12
Tabla 2	Simbología SUCS.....	14
Tabla 3	Distribución de muestras para el diseño completamente al azar.	21
Tabla 4	Intervalo del coeficiente de variación (c.v).	22
Tabla 5	Promedio del contenido de humedad.....	30
Tabla 6	Análisis granulométrico.....	30
Tabla 7	Resultados de los límites de Atterberg”	30
Tabla 8	Prueba de cinta de barro.	32
Tabla 9	Prueba de presencia de arcilla	32
Tabla 10	Esfuerzo (kg/cm ²) sobre el adobe patrón compuesto por 0 % de ceniza.....	34
Tabla 11	Esfuerzo (kg/cm ²) sobre el adobe compuesto por 1.5 % de ceniza.....	35
Tabla 12	Esfuerzo (kg/cm ²) sobre el adobe compuesto por 2.5 % de ceniza.....	35
Tabla 13	Esfuerzo (kg/cm ²) sobre el adobe compuesto por 5 % de ceniza.....	36
Tabla 14	Esfuerzo (kg/cm ²) sobre el adobe compuesto por 7.5 % de ceniza.....	37
Tabla 15	Esfuerzo (kg/cm ²) sobre el adobe compuesto por 10 % de ceniza.....	37
Tabla 16	Análisis de varianza para la compresión de los bloques.	39
Tabla 17	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la compresión de los bloques.	40

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 Caracteres establecidos por SUCS para clasificar los suelos.....	15
Figura 2 Ábaco de casagrande.....	16
Figura 3 Imagen satelital de la cantera Carhuamaray.....	24
Figura 4. Ubicación de laboratorio de ensayo.....	24
Figura 5 Dimensionamiento para unidad de adobe.....	27
Figura 6 Composición del adobe tradicional (patrón).....	28
Figura 7. Adobe patrón + ceniza foliar de eucalipto.....	28
Figura 8 Análisis granulométrico por tamizado.....	31
Figura 9 Clasificación del suelo según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).	33
Figura 10 Resumen de la resistencia a la compresión (kg/cm ²) de adobes elaborados con ceniza.....	38
Figura 11 Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la resistencia a la compresión de seis tratamientos.	41

CONTENIDO DE ECUACIONES

Ecuación 1. Modelo aditivo lineal.....	20
Ecuación 2. Coeficiente de variación	22
Ecuación 3. Amplitud mínima significativas.....	23
Ecuación 4. Porcentaje promedio de humedad del suelo.....	25
Ecuación 5. Porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz.....	25
Ecuación 6. Porcentaje de peso retenido acumulados.....	25
Ecuación 7. Resistencia	29
Ecuación 8. Desviación estándar.....	34
Ecuación 9. Resistencia característica a la compresión.....	34

CONTENIDO DE ANEXOS

Anexo A. Valores de carga (kg) y esfuerzo (kg/cm ²) en los tratamientos de estudio.....	52
Anexo B. Resultados de 3R Geoingeniería.....	53
Anexo C. Sección fotográfica.....	64

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo general, evaluar la estabilidad del adobe con adición de ceniza de hoja de eucalipto para su uso en viviendas rurales, Piscobamba - 2022 y una hipótesis alterna que se evaluó fue, que al menos algún porcentaje de adición de ceniza de hoja de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a la compresión del adobe estabilizado para su uso en viviendas rurales, Piscobamba - 2022. El método de investigación se enmarcó en un enfoque aplicativo y cuantitativo, donde la población y muestra fue de 30 adobes. Los resultados mostraron que a mayor cantidad de ceniza de hoja de eucalipto incrementó la resistencia a la compresión comparado con el adobe patrón, donde los tratamientos T₄ (adobe con 5% de c.h.e.) y T₅ (adobe con 7.5% de c.h.e), obtuvieron una mayor resistencia a la compresión cuyos valores fueron de 30.50 kg/cm² y 30.28 kg/cm² respectivamente, seguido del T₆ (adobe con 10 % de c.h.e.) y T₃ (adobe con 2.5 % de c.h.e.) quiénes a su vez son estadísticamente iguales, finalmente el T₂ (adobe con 1.5% de c.h.e.) y T₁ (adobe patrón con 0% de c.h.e.) como los de menor resistencia. Como conclusión se obtuvo que la elaboración de adobe que mejor resistencia presenta es la que cuenta con el 5 % de ceniza de hoja de eucalipto, el cual es superior al adobe patrón e incluso a adobes con otros porcentajes de ceniza; por lo que se puede mencionar que al agregar ceniza de hoja de eucalipto mejora las características del adobe; donde el porcentaje de 5% y 7.5% de ceniza superó en más del 100% a la resistencia del adobe patrón (13.52 kg/cm²).

Palabras clave: Ceniza de hoja de eucalipto, adobe, resistencia a la compresión, estabilización.

ABSTRACT

The present thesis had as a general objective was raised, to evaluate the stability of adobe with addition of eucalyptus leaf ash for use in rural dwellings, Piscobamba - 2022 and an alternative hypothesis that was evaluated was, that at least some percentage of eucalyptus leaf ash addition will significantly influence the resistance to Compression of stabilized adobe for use in rural dwellings. The research method was framed in an applicative and quantitative approach, where the population and sample was 30 adobes. The results showed that the greater the amount of eucalyptus leaf ash, the compressive strength increased compared to the standard adobe, where the treatments T₄ (adobe with 5% c.h.e.) and T₅ (adobe with 7.5% c.h.e.) obtained a higher compressive strength whose values were 30.50 kg/cm² and 30.28 kg/cm² respectively, followed by T₆ (adobe with 10% c.h.e.) and T₃ (adobe with 2.5% c.h.e.) who in turn are statistically equal, and finally T₂ (adobe with 1.5% c.h.e.) and T₁ (pattern adobe with 0% c.h.e.) as those with the least resistance. As a conclusion, it was obtained that the elaboration of adobe that presents the best resistance is the one that has 5% eucalyptus leaf ash, which is superior to the standard adobe and even to adobes with other percentages of ash; so it can be mentioned that adding eucalyptus leaf ash improves the characteristics of adobe; where the percentage of 5% and 7.5% ash exceeded the resistance of the standard adobe by more than 100% (13.52 kg/cm²).

Keywords: Eucalyptus leaf ash, adobe, compressive strength, stabilization.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Salvador (2019), El uso generalizado de adobe como material de construcción principal en numerosos países es indicativo de las normas culturales de quienes viven en regiones propensas a desastres, Egipto fue uno de los primeros lugares donde los ladrillos de barro se cocieron al sol, y se han descubierto muchos artefactos que atestiguan el uso de paja como refuerzo principal en estos ladrillos. Los adobes se hicieron originalmente sin refuerzo, por lo que se produjeron grietas y agujeros cuando se secó el barro. En áreas donde la economía está en apuros, los residentes rurales con frecuencia recurren a la construcción de adobe para sus hogares. Esto representa alrededor del 30% de la población mundial.

Sánchez y Soria (2015), hacen referencia que las civilizaciones edificaron sus casas y espacios donde habitaban con la tierra, debido a que se encontraba de forma más accesible y eran fácilmente moldeables, lo que les permitió utilizarlo en sus diferentes actividades. Es por ello que el 20 % de los espacios culturales a nivel mundial están hechas en parte o en su totalidad con el suelo que los rodeaba.

Caballero et al. (2010), Menciona la cantidad de barro formada en forma de ladrillo, también conocido como adobe, es utilizado en diferentes construcciones, ya sea en la elaboración de casas, recintos y muros; permitiendo que se ahorre un 40% del costo de un ladrillo el cual tiene un proceso más sofisticado y por ende mayor inversión, además de esa ventaja económica es necesario reconocer que es de fácil elaboración y transporte debido a que se fabrica en el mismo lugar, así mismo, cabe señalar que es reutilizable una vez que se deje de usar y no requiere de proceso de cocción, evitando de esta manera la contaminación ambiental.

Moreno y García (2019), señalan que en la actualidad el CO₂ emitido al ambiente viene de las construcciones, debido a que los materiales están compuestos por un 45 a 65 % de componentes de la corteza terrestre, en contraste con el adobe que tienen procesos básicos y por lo tanto un efecto mínimo en el ambiente. Por lo cual, es conveniente considerar que la construcción de las casas con adobe es una opción de bajo costo el cual se puede edificar.

Trujillo et al. (2018), hace referencia que, el adobe es utilizado en el Perú de manera muy popular en los campos o medios rurales debido a su bajo costo, ya que muchos de los pobladores tienen poco ingreso económico, por lo tanto, les hace más factible poder elaborar sus propias viviendas utilizando este material de construcción; al cual se le suma sus propias características rústicas y típicas haciéndolo más favorable y propicio para su diario vivir.

Márquez (2018), señala el peligro continuo que enfrentan las edificaciones de adobe debido a la naturaleza hidrofílica del material, que hace que absorba la humedad ambiental y posteriormente se vuelva menos resistente a los elementos, y en áreas con precipitaciones constantes al ser un muro o pared, eventualmente ceden.

Gallo (2020), menciona que en Ancash callejón de Conchucos (Llamellin) se cuenta con muchas casas hechas de adobe y que a través del tiempo han sido perjudicados por los movimientos telúricos, y por consiguiente ha provocado perjuicios en los pobladores ya sea por el fallecimiento de familiares o amigos como también de sus bienes económicos, manifestando de esta manera que las estructuras edificadas con el adobe son endebles en presencia de un temblor de tierra, por lo que es necesario que los materiales de construcción cumplan con las normas decretadas para las edificaciones.

1.2. Planteamiento del problema

Ríos (2010), se refiere al uso del adobe como material de construcción en diferentes lugares del mundo por el bajo precio que equivale, no obstante, debido a la intervención de factores edafoclimáticos y sísmicos, además del tipo de suelo con el que se produce el adobe, siempre tiende a tener afinidad por el agua, reduciendo resistencia a la desintegración y compresión, por lo que la durabilidad es parcialmente corta, ya que dichos factores favorecen el agrietamiento y erosión del material de construcción llevándolo a una corrosión completa o parcial.

A la luz de esto, el esfuerzo actual busca explorar la aplicación de la ceniza de hoja de eucalipto en la estabilización del adobe para uso en viviendas rurales, con características únicas de la hoja de eucalipto del distrito de Piscobamba, provincia de Mariscal Luzuriaga y el material (suelo) de la cantera Carhuamaray a un kilómetro de la plaza central de Piscobamba. Los cuáles serán tratados en el laboratorio de 3R Geingeniera S.A.C. con adiciones de 1.5%, 2.5%, 5%, 7.5% y 10% en peso para mejorar la durabilidad del adobe, adquirir información novedosa que luego se puede compartir con expertos en el campo y campos adyacentes.

Formulación del problema

¿De qué manera influirá en la estabilización del adobe la adición de ceniza de hoja de eucalipto para su uso en viviendas rurales, Piscobamba – 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

“Evaluar la estabilidad del adobe con adición de ceniza de hoja de eucalipto para su uso en viviendas rurales, Piscobamba - 2022”.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las características físicas y mecánicas del suelo a emplear para la elaboración del adobe mediante el sistema unificado de clasificación de suelos, con los ensayos de análisis granulométricos y límites de consistencia.
- Establecer la proporción de ceniza de hoja de eucalipto para la elaboración del adobe estabilizado de 10 cm x 10cm x 10cm de espesor.
- Determinar la resistencia a la compresión del adobe convencional y del adobe estabilizado con 1.5%, 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de adición de ceniza de hoja de eucalipto.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

El desmoronamiento del adobe se puede evitar utilizando ceniza de hoja de eucalipto, que se probará utilizando las Normas ASTM para Diseño y Construcción con Suelo Reforzado (ASTM D-422, ASTM D-2216, ASTM D-4318 y NTP E. 080), dichas normas garantizarán los resultados del procesamiento de información, por ende los hallazgos obtenidos serán un aporte nuevo al conocimiento las cuales serán difundidas a los estudiantes y profesionales del área y afines así mismo servirán como antecedentes para investigaciones futuras.

1.4.2. Justificación metodológica

La prueba de resistencia a la compresión de la presente investigación: estabilización del adobe con adición de ceniza de hoja de eucalipto para su uso en viviendas rurales, Piscobamba - 2022, se desarrolló en el laboratorio 3R Geoingeniería S.A.C. Según las normas ASTM C-422, ASTM D-2216, ASTM D-4318 y la NTP E.080, las cuales actualmente están vigentes y se aplican en trabajos de investigación. Por lo tanto, los resultados obtenidos tienen validez y confiabilidad.

1.4.3. Justificación práctica

Los resultados del presente trabajo, estabilización del adobe con adición de ceniza de hoja de eucalipto para su uso en viviendas rurales, Piscobamba - 2022, considero que es una solución a la realidad del problema de la resistencia a la compresión del adobe en su aplicación en las diferentes construcciones rurales, beneficiándose de esta manera y contribuyendo a mejorar la calidad de vida en las zonas rurales de nuestro país.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Montenegro y Godoy (2019), presentaron una tesis titulada: “caracterización del adobe reforzado con fibras naturales y artificiales para la recuperación de construcciones tradicionales en la Comuna de Zuleta” y tuvo como objetivo general : averiguar, si las fibras naturales y artificiales incrementan las propiedades físicas del adobe, con el fin de recomendar su uso en las viviendas de la comunidad de Zuleta, el método que utilizó fue: cuantitativa experimental por que se modifican la dosificación del adobe por un porcentaje de fibras naturales y artificiales, cuyos resultados demuestran que: la resistencia a la compresión del adobe con la fibra artificial al 20% fue de 33.8 kg/cm², seguido de 31.4 kg/cm² con la fibra artificial al 50%. Asimismo, encontró que la fibra de cabuya al 30% le dio la menor resistencia (16.1 kg/cm²) donde se comprueba que cumplieron con la norma E 0.80 debido a que los resultados superaron 10.2 kg/cm² para las construcciones tradicionales, conclusión: los adobes que contenían fibras naturales como la paja y cabuya se deterioraron fácilmente debido a su límite de aplastamiento que estuvo entre 40 y 50 toneladas., por lo tanto, perdió su forma inicial al ser sacados de la máquina universal de 200 toneladas, por otro lado los adobes que contenían fibra artificial no se vieron afectados por la compresión lo que no modificó su estructura inicial por lo que afirmaron que la utilización de fibras artificiales adicionados en el adobe incrementan las resistencia a la compresión y flexión.

Ureña y Llumitasig (2017), hacen referencia en su tesis titulado: “estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala”, con el objetivo de: determinar la resistencia a la compresión del adobe artesanal o tradicional estabilizado con estiércol de vaca, savia de penca de tuna, sangre de toro y paja; donde se

evaluó sus características frente movimientos telúricos a escala, y utilizando como método: la experimentación en el cual se estudió la resistencia en kg/cm^2 obtenida en los adobes elaborados de manera tradicional con (estiércol de vaca, savia de penca de tuna, paja, sangre de toro) en diferentes mezclas y cantidades, cuyos resultados muestran que: los adobes tradicionales fabricados con barro y agua, lograron soportar una resistencia igual a $9,84 \text{ kg/cm}^2$ y con paja $10,08 \text{ kg/cm}^2$ los cuales fueron obtenidos a los 30 días, sin embargo, cabe resaltar que se consiguió un aumento (2,44%) con respecto al adobe tradicional con una resistencia de $10,36 \text{ kg/cm}^2$ y cuando se utilizó la sangre de toro en el adobe, los resultados que obtuvieron manifestaron tener un aumento de 5,28% al adobe tradicional; cabe así mismo, resaltar que con la sangre de toro y estiércol de vaca alcanzaron una resistencia a la compresión de $11,29 \text{ kg/cm}^2$, consiguiendo de esta manera un aumento de la resistencia en 14,74% con respecto al adobe tradicional típico o también conocido como el adobe artesanal. Donde concluyeron que: el adobe tradicional mezclado con la sangre de toro, el estiércol de vaca, logró tener la mejor resistencia a la compresión ($11,29 \text{ kg/cm}^2$) a los 30 días.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Thajana, (2016), publicó en su trabajo de investigación titulada: “Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de aserrín y viruta, Cajamarca 2016” donde tuvo como objetivo evaluar la adición de viruta y aserrín de eucalipto en porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5% en las propiedades físicas y mecánicas del adobe compactado, donde empleó una metodología experimental con una población de 140 bloques de adobe compactados con los porcentajes de adición de fibra vegetal: aserrín y viruta: los resultados mostraron que la adición de viruta de eucalipto para los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%, obtuvieron una resistencia a compresión de 28.04 kg/cm^2 , 29.79 kg/cm^2 y 30.94 kg/cm^2 respectivamente, la adición de aserrín de eucalipto para los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%, obtuvieron una resistencia a compresión de 21.01 kg/cm^2 , 18.53 kg/cm^2 y 13.64 kg/cm^2 respectivamente. Motivo por el cual llega a la conclusión que: la hipótesis se cumple parcialmente debido a que los ensayos demostraron que las unidades de adobe compactado con adición de viruta en sus diversos porcentajes obtuvieron una resistencia mínima de 28.04 kg/cm^2 cumpliendo la hipótesis; por otro lado, las unidades de adobe compactado con adición de aserrín obtuvieron una resistencia mínima de 13.64 kg/cm^2 demostrando lo contrario, ambas en resistencia a compresión.

Chávez (2021), presentó una tesis titulado: “propiedades físicas y mecánicas de unidades de adobe modificados con incorporación de cenizas de tallo de cebada, Cusco - 2021”, tuvo como objetivo “determinar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe modificado con incorporación de cenizas de tallo de cebada”, para ello empleó una metodología Experimental, donde se desarrolló ciertos ensayos como la resistencia a la flexión, resistencia a la compresión y ensayo de succión y absorción con el agregado natural de Ceniza de tallo de cebada en el adobe, de tal forma determinó las siguientes correspondencias de 3%, 6% y 9% alcanzando una población de especímenes que fueron ensayadas en las edades de 7,14 y 28 días finalmente los resultados mostraron positivamente, en la dosificación de 6% de ceniza de tallo de cebada se observó las propiedades físicas y mecánicas: al aumentar el % de absorción del adobe en 4.45% en base al adobe tradicional; al aumentar la succión del adobe en un 18.10% en base al adobe tradicional; al aumentar el f_m del adobe en un 4.72% en base al adobe tradicional y al disminuir la resistencia a la flexión del adobe en un 1.48% en base al adobe tradicional.

Hurtado (2018), señala en su trabajo de experimental cuyo título es: “características físicas y mecánicas de unidades de adobe con hojas de pino y aserrín en el distrito de Socota, Cajamarca, 2018” con el objetivo de: evaluar las características físicas y mecánicas del suelo y del adobe tradicional tomados de la cantera Vega en Cajamarca, cuyo método fue: una investigación experimental basada en pruebas de laboratorio donde se evaluó todas sus características mecánicas y físicas del adobe. Los resultados: demostraron que el tipo de suelo con el que trabajó en su investigación estaba clasificado como CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad), además consiguió una resistencia a la flexión de 1.38 kg/cm² cuando se agrega un mínimo porcentaje (2%) de hojas de pino el cual fue superior en 66.27% al adobe que se tenía como patrón, sin embargo, no fue mejor que lo que menciona la norma, por otro lado el adobe con 3% de hojas de pino logró un valor de 13.17 kg/cm²; superando al adobe patrón en más del 10%. Como conclusión: menciona que al agregar hojas de pino en un porcentaje de 3% al adobe supera en 11.42% la resistencia del adobe patrón.

Mendoza (2018), menciona en su trabajo de investigación titulada: “evaluación de la resistencia del adobe fabricado con adición de ceniza y arena” donde tuvo como objetivo: analizar la resistencia del adobe fabricado con adición de arena y ceniza, y para ello se planteó un método: el cual utiliza una metodología cuantitativa experimental siguiendo lo recomendado en la norma E-080, donde utiliza la prueba de comparación de

medias T Student para muestras independientes, donde sus resultados: muestran que al elaborar un adobe con 10% de ceniza y 25 % de arena, se logra un aumento de 64.88% en la resistencia a la compresión, sin embargo, este resultado no demostró que exista un aumento en la flexión, además se registró que el adobe con estos dos elementos (ceniza y arena) no menguan, ni retiene la penetración del agua, por consiguiente llega a la conclusión: que al agregar ceniza y arena solo contribuye significativamente a la compresión más no a la absorción del agua y flexión, debido a que se comportan de manera muy similar.

Idrogo (2018), en la investigación que realizó y que lleva como título: “propiedades mecánicas del adobe compactado tradicional y el adobe compactado con ceniza de biomasa arbórea” tuvo como objetivo: evaluar las características mecánicas del adobe elaborado de manera tradicional y el adobe elaborado con ceniza de biomasa arbórea, para ello el método utilizado fue: experimental no probabilística (por conveniencia) donde elaboró 36 unidades experimentales (adobes) de los cuales la mitad fue para las pruebas de laboratorio a compresión y la otra mitad fue para pruebas de flexión y los resultados fueron : que cuando se agrega 8 y 10 % de ceniza en la elaboración del adobe se acortan las características mecánicas del adobe donde se alcanzó 3.82 kg/cm² y 3.69 kg/cm² para los porcentajes de 8 y 10 % respectivamente, de esta manera se pudo comparar con el resultado del adobe patrón (3.71 kg/cm²) y se observa que hay una variación de 2.96%, como conclusión determina que: al elaborar adobe con la adición de ceniza de planta de eucalipto, en 8% y 10% no mejora las propiedades o características mecánicas.

2.1.3. Antecedentes regionales

León (2019), hace referencia en su investigación que lleva como título: “resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz” donde planteó su objetivo: en evaluar la resistencia a la compresión en adobes elaborados con 2% y 3% con cenizas de cáscara de huevo y arroz respectivamente. El método que empleó es experimental y complementado con la observación científica, donde trabajan con dos grupos donde uno de ellos son adobes patrón y el otro grupo es de adobes elaborados con 2% y 3% con cenizas de cáscara de huevo y arroz respectivamente. Los resultados: se muestran que el adobe que fue elaborado con ceniza al 1% de cascara de huevo y arroz, logró alcanzar 11.24 kg/cm², 13.50 kg/cm² y 14.30 kg/cm² de resistencia a los 10, 20 y 30 días de secado respectivamente y los adobes elaborados con ceniza al 1% cáscara de huevo y 2% de ceniza cascara de arroz logró una

resistencia promedio de 10.57 kg/cm²; 13.35 kg/cm² y 15.27 kg/cm², a los 10, 20 y 30 días de secado respectivamente; como conclusión: menciona que no se pudo superar la resistencia que alcanzó el adobe patrón, sin embargo, cabe mencionar que el grupo de adobe que contenía 2% de ceniza de cascara de arroz alcanzó valores más altos que el grupo con adobes hechos con ceniza al 1%, por que hace referencia que al haber más ceniza con SiO, la resistencia a la compresión se ve afectada por el tiempo que transcurre para el secado del adobe.

Vega (2020), indica en su tesis titulado: “resistencia a compresión de adobe con fibra de maguey, centro poblado de Hualcan - Carhuaz 2018” donde planteó el objetivo: “determinar la resistencia a compresión de adobe con fibra de maguey, centro poblado de Hualcan – Carhuaz 2018”, cuyo método: utilizado fue totalmente práctico e investigativo donde hace uso de pruebas típicas y ortodoxas de la metodología científica. Sus resultados: muestran que el adobe que tenía agregado la fibra de maguey logró 18.71 kg/cm² de resistencia y el adobe que se le adicionó fibra de maguey en un 10%, 20% y 30% alcanzó a tener 20.12 kg/cm², 25.26 kg/cm² y 28.54 kg/cm², de resistencia respectivamente, por lo tanto, estos resultados demostraron ser superiores a lo descrito por la norma (E- 080), conclusión: cuando se elabora un adobe con agregados de fibra de maguey se tiene una mejor resistencia a la compresión, resultando de esta forma muy favorable la adición de la fibra.

Villacaqui (2022), hace referencia en su trabajo de investigación titulada: “estabilización del adobe con adición de viruta y aserrín de eucalipto para viviendas rurales” y que fijó el objetivo general: en determinar la estabilidad del adobe agregando aserrín y viruta de eucalipto para su uso en las casas rurales; donde utilizó el método: de investigación aplicada y cuantitativa mediante ensayos, utilizando un diseño completamente al azar, y como resultado: encontró que al incorporar viruta de eucalipto en la elaboración de adobe en diferentes porcentajes tales como: 0.5%, 1.5%, 3.0%, 4.5% y 5.5%, alcanzan una resistencia a compresión de 24.77 kg/cm², 27.13 kg/cm², 33.92 kg/cm², 34.03 kg/cm² y 32.17 kg/cm² respectivamente, además la incorporación de aserrín de eucalipto en las mismas mezclas se logra una resistencia de 22.92 kg/cm², 12.90 kg/cm², 10.96 kg/cm², 10.56 kg/cm² y 10.51 kg/cm² respectivamente. Concluyendo que los adobes que fueron elaborados agregando una cantidad de 4.5% de viruta y 4.5 % de aserrín mostraron obtener los mejores

valores con respecto a la resistencia de compresión por lo cual considera que dicha cantidad tiene el nivel adecuado para la estabilización del adobe.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Adobe

El adobe es considerado uno de los elementos de construcción más antiguos en el mundo por lo que su elaboración es de barro con forma de ladrillo el cual es secado al sol, sin embargo, la norma E-080 (2017), lo describe como un trozo de tierra sólida sin cocer, además menciona que se puede agregar diferentes materiales para mejorar su estabilidad.

a. Requisitos generales para el adobe

El adobe debe ser sólido, el cual debe tener una perforación perpendicular en la parte que se asienta y sólo puede tener perforaciones paralelas a su cara, la cual no es más que el 12% del área de dicha cara. Así mismo no tener imperfecciones (malformación, impurezas, grietas, etc.) que permitan disminuir su resistencia (norma E-080, 2017).

b. Formas y dimensiones

Los adobes pueden ser de forma cuadrada o rectangular. Sus magnitudes tendrían que estar de la siguiente manera:

- En caso de ser rectangular el largo tendría que ser el doble del ancho.
- Debe existir una relación 4 a 1 entre el largo y la altura.
- La altura tendría que estar por encima de los ocho centímetros
(E-080, 2017)

2.2.2. Adobe estabilizado

Esta forma de adobe se reconoce cuando se le han añadido sustancias como cemento y cal, entre otras, para aumentar su estabilidad y resistencia a la compresión en condiciones de humedad. Por lo tanto, un adobe completamente estable evita absorber agua al 4% de su masa, y para poder cumplir con esta propiedad necesita que se adicione algún material asfáltico en porcentaje de 6 al 12 % del peso que presenta (E-080, 2017).

2.2.3. Fibras estabilizadoras

Las fibras que controlan la dilatación y contracción son considerados estabilizantes, debido a que al momento de construir incorporan sus propiedades de adhesión típicas de las fibras a la tierra con la que se mezcla, de esta manera se forman entramados al momento de unirlos. Las fibras pueden ser de procedencia vegetal como son las gramíneas, cortezas de coco, hojarascas, fibras de maguey o pitera), animal (lana, pelo de llama, crines de cabello) y artificial (filamentos de caucho), estas hebras o fibras descritos anteriormente brindan cualidades significativas a las estructuras como es imposibilitar la presencia de fisuras en el adobe, además articulan y la hacen flexible ante movimientos telúricos (Arteaga et al. 2011).

a. Paja

Mantilla (2018), manifiesta que la paja es la hierba o pasto seco que se desarrolla a más de 3000 m.s.n.m. de altitud; típico de las zonas alto andinas del Perú, por ende, la existencia de esta hierba de procedencia vegetal existe en gran cantidad y tiene características filamentosas debido al tipo de talla que tiene, por lo que es utilizado en la elaboración de los adobes, con el fin de brindarles estabilidad a las presiones, al momento de mezclarlo con el agua y la tierra, motivo por el cual, cuando se tenga el material construido (adobe) no se tenga grietas o rajaduras cuando haya terminado el secado de la masa de barro en forma de ladrillo.

b. Ceniza

Es un subproducto de la combustión de biomasa que produce dos tipos de residuos: las cenizas de fondo, formadas por material total o parcialmente quemado y que contienen una fracción gruesa mezclada con impurezas minerales y cenizas volantes, que son arrastradas por el flujo de gases hacia el exterior de una cámara de combustión y contienen partículas finas que se recogen tras su precipitación. (CEDEX, 2014).

c. Aplicación de la ceniza de hoja de eucalipto

Pese a que no existe estudios referentes al uso de las cenizas obtenidas de la ignición vegetal en materiales de construcción, sin embargo, sí se utilizan en componentes de baja y media resistencia, cambiándolo de manera fragmentaria algún elemento como el cemento, con el fin de no alterar sus propiedades. Sin embargo, se utiliza como sustitución

de cemento en morteros, en 5 a 30 %, por lo cual es sugerido su uso debido al contenido de material silíceo que presenta y, por lo tanto, accionador en materiales trabajados con cemento (CEDEX, 2014).

d. Ceniza de hoja de eucalipto

Procede de la ignición de la parte foliar del eucalipto, en la tabla 1, observaremos con mayor detalle su composición química.

Tabla 1

Composición química de la ceniza la parte foliar del eucalipto.

Nombre del compuesto	Formula química	Porcentaje
Óxido de potasio	(K ₂ O)	31.26 %
Óxido de magnesio	(MgO)	28.75 %
Óxido de calcio	(CaO)	20.24 %
Trióxido de aluminio	(Al ₂ O ₃)	6.53 %
Dióxido de silicio	(SiO ₂)	5.63 %
Pentóxido de fósforo	(P ₂ O ₅)	3.74 %
Trióxido de hierro	(Fe ₂ O ₃)	2.79 %
Óxido de manganeso	(MnO)	0.36 %
Trióxido de azufre	(SO ₃)	0.25 %
Cloruro	(Cl ⁻)	0.23 %
Dióxido de titanio	(TiO ₂)	0.15 %
Óxido de zinc	(ZnO)	0.04 %
Dióxido de zirconio	(ZrO ₂)	0.03 %
Bromuro	(Br)	0.02 %

Nota: en la tabla se indica la composición química de la ceniza de la parte foliar del eucalipto, tomado de Carrillo, 2018, p.36

2.2.4. Suelo para adobes

El material tierra (suelo) para la elaboración del adobe tendría que tener entre sus características más comunes de su estructura la cantidad de arena entre 55 a 70 % además el nivel de limo debe estar entre 15 a 25 %, seguido de la arcilla con un porcentaje de 10 a 20 %. Esta jerarquía este sujeto a variación en el momento en que se elaboren adobes estilizados (norma E-080, 2017).

2.3. Pruebas de laboratorio a emplear

2.3.1. Contenido de humedad (W%)

La proporción de agua en el suelo se puede calcular pesando una muestra fresca y luego pesando la misma muestra después de que se haya secado en un horno. Esta medida puede llegar a tener un cero por ciento (muestra totalmente seca) hasta llegar al valor más alto que se estime, lo que no significa que puede ser el 100 % (ASTM D 2216).

2.3.2. Análisis granulométrico

El análisis granulométrico es el proceso de cuantificar la proporción de tamaños de partículas constituyentes del suelo. La clasificación se realizará por las dimensiones que alcancen las partículas del suelo los cuales serán retenidos en diferentes tamices, y una vez se tenga estos datos se podrá elaborar una gráfica granulométrica, donde se observa su composición (ASTM D 422).

2.3.3. Límites de Atterberg

Atterberg desarrolló en 1946 para clasificar los suelos con partículas extremadamente finas a los cuales se les considera pesados o arcillosos en función de la cantidad de agua presente en su estabilidad, se emplean los límites de consistencia con los cuales se puede saber la plasticidad del suelo por ello estos límites se establecen utilizando la malla número 40, evidentemente que, para determinarlo, el suelo tiene que ser tamizado por el número de malla mencionado.

a. Límite líquido (L.L.) Es el contenido de agua manifestado en porcentaje en función del peso seco de la muestra utilizada, por lo que el suelo transforma su estado líquido a un estado plástico (ASTM D4318-00).

b. Límite plástico (L.P.)

Es el contenido de agua manifestado en porcentaje en función al peso de la muestra seca en la estufa, por lo que el suelo transforma su estado semisólido a un estado plástico (ASTM D4318-00).

c. Índice de plasticidad (I.P.)

Es la diferencia numérica entre el L.L. y el L.P.

2.3.4. Clasificación de suelos método SUCS

El método de clasificación SUCS (sistema unificado de clasificación de suelos) para los suelos tiene que cumplir con los siguientes parámetros:

- Cantidad expresa en porcentaje que atraviesa el tamiz número 200.
- Gráfica donde se observe la disposición granulométrica.
- Propiedades de compresión y plasticidad.

El SUCS, hace uso de 10 símbolos para describir el tipo de suelo según su característica (tabla 2) además se tiene en cuenta que existen tres clases de suelo los cuales son: grano grueso, grano fino y altamente orgánico (Mantilla, 2018).

Tabla 2

Simbología SUCS.

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
G	Grava	Pt	Turba
S	Arena	H	Alta Plasticidad
M	Limo	L	Baja Plasticidad
C	Arcilla	W	Mal Graduado
O	Limo o arcilla orgánica	P	Bien Graduado

Nota: en la tabla se indica la simbología SUCS con su respectiva descripción, tomado de Mantilla (2018).

Figura 1

Caracteres establecidos por SUCS para clasificar los suelos.

DIVISIONES PRINCIPALES		Simbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDETIFICACIÓN DE LABORATORIO			
SUELOS DE GRANO GRUEGO. Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4.76mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GM Gravas, bien graduadas, mezclas grava - arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz numero 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% - >GW, GP, SW, SP. >12% - >GM, GC, SM, SC. 5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo.			
		Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GP Gravas, mal graduadas, mezclas grava - arena, pocos finos o sin finos.				
		Gravas limosas , mezclas grava - arena - limo.	GM				
		Gravas arcillosas, mezclas grava - arena - arcilla.	GC				
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4.76mm).	Arenas limpias (poco o sin finos)	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		CU = D60/D10 >4 CC. = (D30)²/D10 x D60 entre 1 y 3 No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP < 4. Límites de Atterberg sobre de la línea A o IP > 7. CU = D60/D10 >6 CC. = (D30)²/D10 x D60 entre 1 y 3 Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP < 4. Límites de Atterberg sobre de la línea A o IP > 7.		
			SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.				
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.			Encima de línea A con IP entre 4 y 7 con casos límite que requieren doble símbolo.	
			SC Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.				
		SUELOS DE GRANO FINO. Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50			ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	
						CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.							
Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.						
	CH Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.						
	OH Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos inorgánicos						
Suelos muy orgánicas		PT Turba y otros suelos de alto contenido orgánico					

Nota: tomado de Borselli (2017).



a. Los suelos constituidos por granos gruesos (SGS)

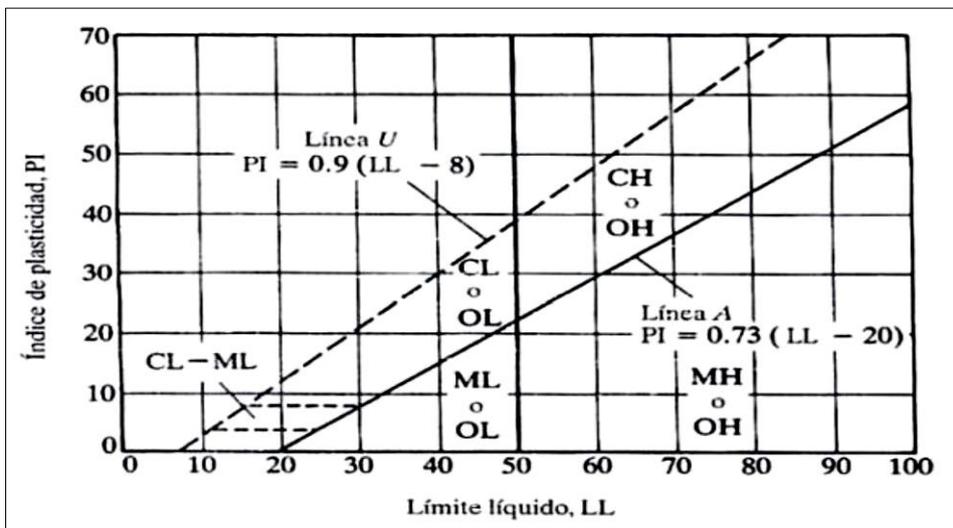
Son los que se dividen en gravas (retenidos en el tamiz número cuatro) y arenas (no retenidos por el tamiz número cuatro), de los cuales existe una subdivisión de cuatro clases complementarias (W, P, M y C) para las gravas y arenas, es decir que las gravas tanto como las arenas tienen este tipo de subdivisión, toda esta división está en función de la cuantía, de los finos y la conformación de la gráfica granulométrica (Mantilla, 2018).

b. Los suelos constituidos por de granos finos (SGF)

Son los que se dividen en limos y arcillas, de acuerdo a sus límites de consistencia. Los cuales se subdividen en dos clases complementarios donde el "L.L." puede ser bajo o alto. Sin embargo, es necesario mencionar que este tipo de suelo tiene partículas que atraviesan el tamiz número 200 en una cantidad del 50 por ciento, donde los límites de consistencia están bajo la recta "A" la gráfica de ábaco de casagrande (Mantilla, 2018).

Figura 2

Ábaco de casagrande.



Nota: tomado de Crespo (2004).

En la figura 2, se describen seis grupos los cuales podemos observar que los grupos CL y CH que están conformados por arcillas inorgánicas, tienen la siguiente indicación: CL está dentro de un L.L. < 50% e I.P. > 7%, y el CH está dentro de un L.L. > 50%. Por otro lado, los grupos ML y MH que están conformados por limo inorgánico tienen su propia indicación como es el caso de un: ML esta entre un L.L. < 50% e I.P. seguido de

un MH el cual tiene un L.L. $\geq 50\%$. No obstante, los dos ultimo grupos son para un tipo de suelo orgánico los cuales se les describe como OL y OH, cuentan con sustancias orgánicas de carácter coloide lo induce que el L.L. de las partículas finas (arcilla) incremente, sin ningún tipo de alteración en el I.P. (Mantilla, 2018).

2.3.5. Resistencia a la compresión

La norma E-080, (2017), describe que una característica de los componentes de construcción como es el caso de bloques de cemento, barro, etc. para soportar una carga por unidad de área en centímetros o metros cuadrados de acuerdo al tamaño del componente. Es decir que cuando exista alta resistencia existirá una mejor calidad para edificaciones que son construidas a partir de dichos componentes, cuando es lo contrario no se tendrá durabilidad ni resistencia esperada en los componentes; para obtener este valor numérico expresado en kg/cm^2 , se debe evaluar una cantidad no menor de cuatro bloques, en donde se tendrá un valor final (f_0) que estará por encima del 80 % y un valor admisible que de carácter exiguo que será $10.2 \text{ km}/\text{cm}^2$; cabe resaltar que estos valores serán obtenidos, de las unidades que están totalmente secas.

2.4. Definiciones fundamentales

- a. **Adobe.** – es una masa de barro seco (no sufrió ningún tipo de cocción) en forma de ladrillo, elaborado con paja o alguno otro material que le brinda la estabilidad ante condiciones externas, norma E-080, (2017).
- b. **Adobe estabilizado.** - es un adobe al que se le agregó en su elaboración materiales como cemento, cal, etc. con el propósito de acrecentar la resistencia, humedad y compresión, además de brindarle solides, norma E-080, (2017).
- c. **Análisis de varianza.** - es un método estadístico esto permite descomponer toda la variabilidad de los resultados de un experimento en sus distintos orígenes. (tratamientos o niveles de factor, error experimental, interacción de niveles, covariables, bloques) (DEI, 2018).

- d. **Ceniza foliar de eucalipto.** - sustancia concentrada obtenida de hoja de eucalipto conservando sus propiedades esenciales y constitutivas (Carrillo, 2018).
- e. **Compresión.** – Cuando se somete a una carga de aplastamiento, la tensión máxima que puede soportar un material. (Ríos, 2017).
- f. **Dosificación.** - es la cantidad de material indicada de manera proporcional, para la elaboración de concreto, con el propósito de otorgar solidez y resistencia necesaria para una adherencia acertada, este valor tendrá como unidad de medida a los gramos / metro, norma E-080, (2017).

2.5. Variables

a. Variable dependiente

- Resistencia a la compresión del adobe.

b. Variable independiente

- Porcentaje de ceniza de hoja de eucalipto.
- Características físicas y mecánicas del suelo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

La presente investigación se ejecutó con diferentes tipos de materiales en tres lugares distintos los cuales se detallan a continuación.

3.1.1. Materiales de campo

- Adobera de madera con una dimensión de 10 x 10 x 10 cm, tal cual indica la norma E-080.
- Agua potable (12 lts).
- Ceniza de hoja de eucalipto (2.65 kg).
- Suelo (tierra seca 60 kg)
- Paja (1.20 kg)
- Equipo (balanza de kilogramos).
- Herramientas (lampa, pico, barreta, machete, balde y zaranda metálica).
- Tierra apropiada (barro limpio sin impurezas de contaminación).

3.1.2. Materiales de gabinete

- Equipos (laptop core i7, impresora a color)
- Hojas bond A-4 (80 gr.)
- Software (windows 10, google earth pro, infostad, office 2016: word y excel).

3.1.3. Materiales de laboratorio

- Equipos (balanza de precisión, estufa y una máquina de ensayo de compresión)
- Herramientas (espátula, recipiente o tara, probeta de 100 ml, tamices, cazoleta y tapa, recipiente lavadero, copa de casagrande, acanalador, mortero y mango).

3.2. Métodos

3.2.1. Tipo de investigación

El trabajo se enmarca bajo un enfoque aplicativo y cuantitativo, los cuales se detallan a continuación:

a. Investigación aplicada

El presente trabajo de investigación tiene un nivel aplicativo y explicativo, debido a que se necesita ejecutar la evaluación de compresión en los adobes dosificados con porcentajes de ceniza de hoja de eucalipto en adición respecto al peso del material (suelo).

b. Investigación cuantitativa

Tiene un nivel cuantificable debido a que se utiliza valores medibles expresado en números, que a su vez serán tratados estadísticamente para su análisis y obtener conclusiones lógicas.

3.3. Diseño de investigación

El diseño del siguiente trabajo de investigación es experimental que corresponde a un DCA (diseño completamente al azar), debido a que se realiza la manipulación de la variable independiente para determinar su influencia sobre la variable dependiente, sustituyendo ceniza de hoja de eucalipto a una mezcla tradicional en determinados porcentajes.

El modelo estadístico presenta el siguiente modelo aditivo lineal:

$$\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} \dots\dots\dots (01)$$

Dónde:

- γ_{ij} = Es el valor generado en el i-ésimo porcentaje de ceniza de hoja de eucalipto en los adobes por la j-ésima repetición.
- μ = Es el efecto de la media general.
- τ_i = Es el efecto de la i-ésimo porcentaje de ceniza de hoja de eucalipto en los adobes.
- ϵ_{ij} = Es el efecto aleatorio del error experimental en el i-ésimo ceniza de hoja de eucalipto en los adobes y la j-ésima repetición.

Para:

i = 1, 2, 3, 4, 5 y 6 porcentaje de ceniza de hoja de eucalipto en los adobes.

j = 1, 2, 3, 4 y 5 repetición.

Se realizó el análisis de variancia (F. tab. = 0.05) y se determinó el coeficiente de variabilidad. Además, se realizó la prueba de diferencias de medias con el comparador Duncan ($\alpha= 0.05$). Para estos análisis se utilizó el software infostad.

3.3.1. Población y muestra

El conjunto de unidades experimentales (población) para la investigación tiene un total de 30 adobes con una medida de 10 x 10 x 10 cm, los cuales están distribuidos en cinco unidades experimentales por adobes con 0%, 1.5%, 2.5%, 5%, 7.5% y 10 % de ceniza de hoja de eucalipto respectivamente, la muestra es de tipo no probabilístico intencional, los cuales están distribuidos de acuerdo a la tabla 3.

Tabla 3

Distribución de muestras para el diseño completamente al azar.

Descripción	Tratamientos					
	0%	1.5%	2.5%	5%	7.5%	10%
Ceniza de hoja de eucalipto (c.h.e.)						
Código	A	B	C	D	E	F
Unidades experimentales sometidas a resistencia a compresión	5	5	5	5	5	5
Total, de muestras	30					

Nota: en la tabla el termino unidades experimentales hace referencia a las repeticiones por tratamiento.

3.3.2. Hipótesis

Existen dos hipótesis que se plantearon en la presente investigación:

a. Hipótesis descriptiva

La adición de ceniza de hoja de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a la compresión del adobe estabilizado para su uso en viviendas rurales, Piscobamba – 2022.

b. Hipótesis estadística

- **Hipótesis alterna (Ha):** Al menos algún porcentaje de adición de ceniza de hoja de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a la compresión del adobe estabilizado para su uso en viviendas rurales, Piscobamba – 2022.
- **Hipótesis nula (Ho):** Ningún porcentaje de adición de ceniza de hoja de eucalipto influirá significativamente en la resistencia a la compresión del adobe estabilizado para su uso en viviendas rurales, Piscobamba – 2022.

3.3.3. Comparación de la hipótesis planteada

a. $F_{cal} > F_{tabular}$

Se acepta la hipótesis alterna por lo tanto se puede afirmar que existe diferencia al comparar sus medias por lo cual se ejecutará la prueba F al 1%

b. $F_{cal} < F_{tabular}$

Se acepta la hipótesis nula por lo tanto no se puede afirmar que existe diferencia al comparar sus medias.

3.3.4. Coeficiente de variación

$$Cv = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{Y}} \times 100 \dots\dots\dots(02)$$

Donde:

$\sqrt{CMe} \approx S$: Variación estándar

\bar{Y} : Media

Tabla 4

Intervalo del coeficiente de variación (c.v).

Intervalo de dispersión	Descripción de los intervalos
0 - 10	Excelente homogeneidad
10 -15	Muy buena homogeneidad
15 -20	Buena homogeneidad
>20	Datos muy variables

Nota: tomado de Calzada (1982).

3.3.5. Prueba de Duncan

También conocida como prueba de rangos múltiples.

$$Rp = r\alpha(p, f) S\bar{Y}_i = r\alpha(p, l) \sqrt{\frac{CM_e}{n}} \dots\dots\dots (03)$$

Donde:

Rp: Amplitudes mínimas significativas

α : Nivel de significancia (0.01 ó 0.05)

p: 2,3,4, ..., k

n: Número de réplicas o muestras

Para su cálculo se comparará el rango mayor Rp con la distancia del mayor promedio y el menor promedio, para un nivel de significación de $\alpha = 0.05$

3.4. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en campo y laboratorio:

a. Campo

Cantera Carhuamaray, situada en la provincia Mariscal Luzuriaga, distrito Piscobamba, a una distancia de 1 km de la plaza de Piscobamba, localizado en el Datum WGS84, zona 18sur, cuyas coordenadas son:

- 241490.43 m E.
- 9014467.91.m S.
- Altitud de 3281 msnm.

Aquí se fabricaron los adobes con el porcentaje de ceniza de eucalipto.

b. Laboratorio

Laboratorio 3R Geoingeniería S.A.C. ubicado en la provincia de Huaraz, distrito de Independencia, específicamente Jr. Recuay N°470 esq. Av. Confraternidad Int.Oeste N° 702. Urb. Centenario - Independencia, localizado en el Datum WGS84, zona 18sur, cuyas coordenadas son:

- 226942.12m E.
- 8956981.97m S.



- Altitud de 3047 msnm.

Aquí se evaluó los límites de consistencia y prueba de compresión del adobe para su uso en viviendas rurales de Piscobamba.

Figura 3

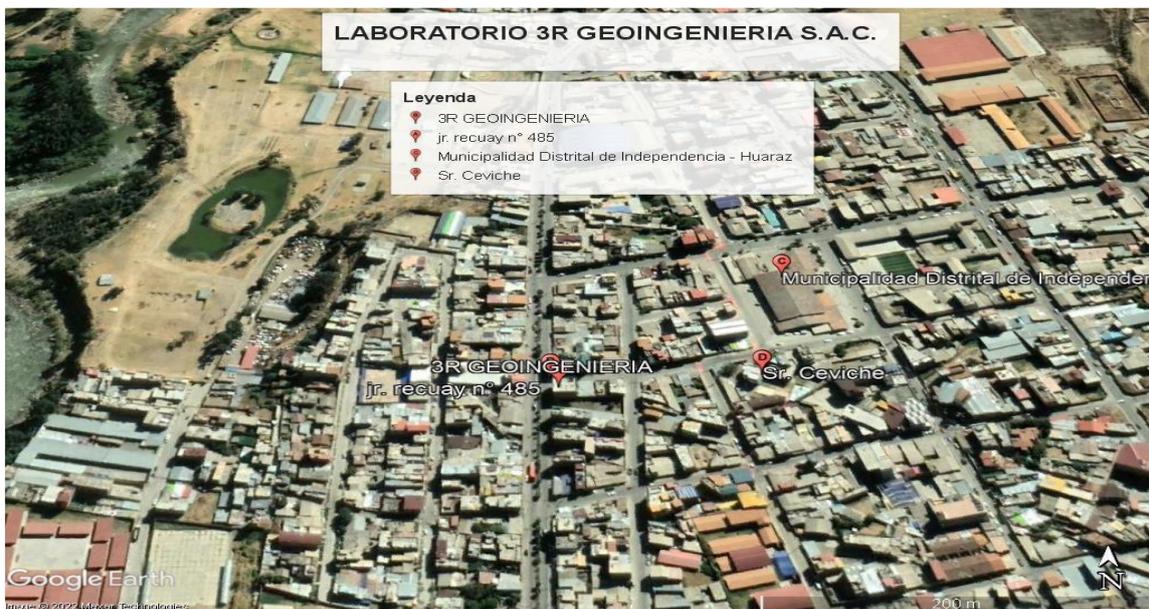
Imagen satelital de la cantera Carhuamaray.



Nota: tomado de Google Earth.

Figura 4

Ubicación de laboratorio de ensayo.



Nota: tomado de Google Earth.

3.5. Procedimiento

3.5.1. Determinación de las propiedades físicas del suelo

a. Contenido de humedad (W%)

1. Se procedió a tomar tres muestras de suelo en estado natural dentro de un recipiente y se pesó empleando una balanza electrónica.
2. Posteriormente se colocó el recipiente con la muestra en el horno a una temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un día.
3. Con las muestras secas obtenidas del horno, que fue pesado se obtuvo W%, para ello se utilizó la fórmula siguiente:

$$W (\%) = \frac{W_w}{W_{ms}} \times 100 \dots\dots\dots (04)$$

b. Prueba de granulometría

1. Se realizó el lavado del suelo y para ello se utilizó la malla número 200 hasta quedar libre de las partículas finas como el limo y la arcilla.
2. Lo que quedó en la malla fue trasladado a un recipiente para su secado al horno durante un día.
3. Una vez pasado este periodo (24 horas) se pesó la muestra.
4. Luego se tamizó la muestra desde la malla número cuatro hasta la 200, se tomó nota de los valores que se obtenían al pesar lo que iba quedando en cada uno de los tamices (PR) y una vez obtenido estos datos se aplicó la siguiente fórmula:

$$\%PR = 100 \times \frac{PR}{P_{ms}} \dots\dots\dots (05)$$

5. Con todos los valores obtenidos anteriormente se calculó (%PAR) y se empleó la siguiente fórmula:

$$\%PASA = 100 - \%PAR \dots\dots\dots (06)$$

6. Al finalizar la toma de los datos y hallar los valores de acuerdo a las fórmulas se realizó una gráfica granulométrica.

c. Límite de Atterberg

- Límite líquido (L.L.)

1. Se colocó la muestra que pasa el tamiz número 40 en una vasija de porcelana al cual se le adicionó agua y con el fin de obtener una masa uniforme se realizó el mezclado.
2. Una parte de la muestra se puso en la copa de Casagrande y con el acanalador se partió en dos mitades la muestra.
3. Posteriormente se hizo girar la manivela del equipo a una velocidad de 2 golpes/segundo, hasta que se consiguió un cerramiento de abertura de 0.5, en dicho proceso se registraba el número de golpes, pero se consideró el que cerró la abertura.
4. Luego se cogió una pequeña parte de la muestra donde se cerró la abertura y se evaluó su cantidad de agua (W%).
5. Este procedimiento descrito líneas arriba se volvió a repetir dos veces, pero se fue adicionando más agua en cada repetición teniendo siempre presente que el número de golpes que cerro la abertura estuvo en 6 y 35
6. Finalizando este proceso en cada repetición se evaluó el “W%”, luego se hizo una gráfica en papel semilogarítmico del comportamiento que alcanzaba, posicionando el L.L. como el valor de cantidad de agua para los 25 golpes.

- Límite plástico (L.P.)

1. Se colocó la muestra que pasa el tamiz número 40 en una vasija de porcelana al cual se le adicionó agua y con el fin de obtener una masa uniforme se realizó el mezclado.
2. Una vez obtenida la mezcla se hizo una esfera y se dividió en tres partes iguales aproximadamente
3. Se cogió una de las partes y se colocó sobre un vidrio limpio y totalmente plano y con la mano de manera homogénea y sutil se hizo un rollo.
4. Con el rollo hecho se le calculó el “w%”.
5. Para finalizar este procedimiento se repitió los mismos pasos con las otras partes de la esfera que se realizó en el punto “2” y con ello se determinó el L.P. el cual fue la media de la cantidad de agua (w%) que presenta.

- **Índice de plasticidad (I.P.)**

1. Se determinó el índice de plasticidad restando los valores L.L. – L.P.

d. Prueba de cinta de barro

1. Se formó un cilindro de 12 mm de diámetro con la muestra de barro, colocada en una mano.
2. Luego se aplanó poco a poco entre los dedos pulgar e índice.
3. Una vez aplanado se formó una cinta de cuatro milímetros de espesor y se la dejó descolgar.
4. Finalmente se tomó nota de la distancia que alcanzo.

e. Prueba de presencia de arcilla

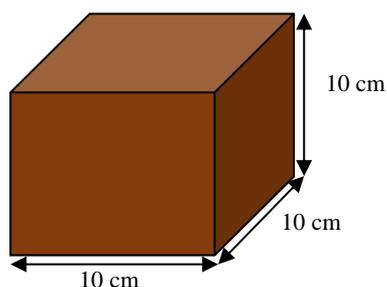
1. Se formó 04 bolitas con tierra de la cantera apto para la construcción, luego se adicionó una mínima porción de agua para moldear sobre las palmas de las manos sin que estas se deformen.
2. Se dejó secar las 04 bolitas por un tiempo de 48 horas en un lugar techado a temperatura ambiente.
3. Se presionó las 04 bolitas secas fuertemente con el dedo pulgar y el dedo índice de una mano, para evaluar si la tierra es apta para la elaboración de adobes.

3.5.2. Elaboración de los adobes

Las dimensiones de la adobera para la elaboración de adobes que se empleó es de 10 x 10 x 10 cm de espesor, esta medida se tomó de la norma E-080 para ensayos de rotura mínimo.

Figura 5

Dimensionamiento para unidad de adobe



a. Composición del Adobe:

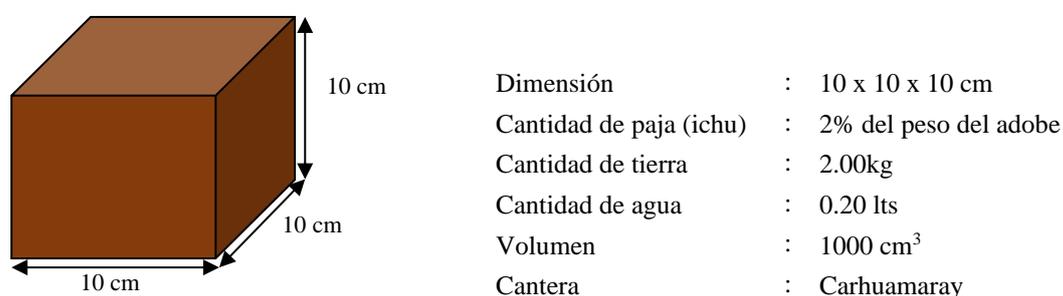
Respecto a la norma NTP E 0.80 tenemos:

- **Dosificación por 1 adobe Tradicional (Patrón):**

La cantidad de tierra seca necesaria para moldear cada adobe es de 2kg, mientras que la cantidad de agua utilizada es de 20% respecto al peso del adobe (o alrededor de 0,20 litros), y la cantidad de paja (ichu) utilizada es de 2% respecto al peso del adobe.

Figura 6

Composición del adobe tradicional (patrón).



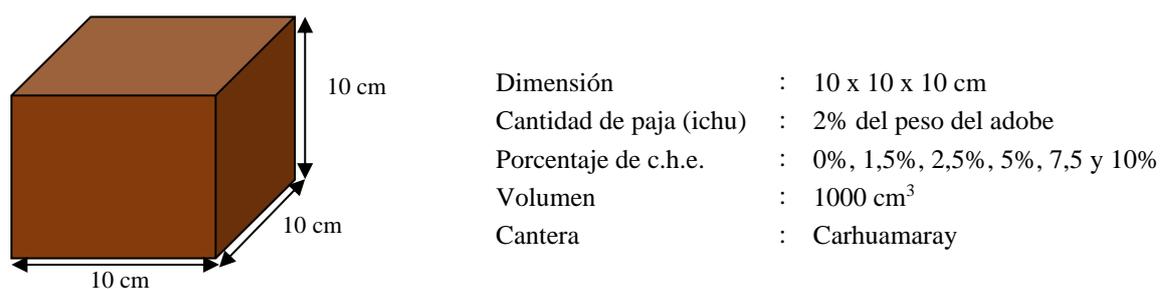
Nota: la figura, muestra las características del adobe tradicional.

b. Obtención y dosificación de fibra

1. Paja o Ichu: se utilizó una cantidad porcentual del 2%, con respecto al suelo seco que se empleó para la elaboración del adobe, esta porción tomada es debido al resultado más exitoso del trabajo experimental al que llegaron Estrada y Luna, (1979), citado por Mantilla, (2018); el tamaño aproximado del ichu alcanzó 5 cm.
2. Ceniza de hoja de eucalipto (c.h.e.): se empleó 1,5%, 2,5%, 5%, 7,5 y 10% de ceniza con respecto al peso del suelo con el que se elabora los adobes.

Figura 7

Adobe patrón + ceniza foliar de eucalipto.



Nota: la figura, muestra las características de los adobes elaborados.

c. Mezclado

1. Para realizar el mezclado primero se zarandeó la tierra y luego se preparó la masa de barro con dos días de anticipación, esta actividad es para mejorar la mezcla.
2. Se adicionó la respectiva fibra, en las cantidades establecidas de c.h.e. obteniendo masas de barro de manera uniforme.
3. Se dejó reposar por un periodo de 48 horas.
4. Finalmente se colocó la mezcla en una adobera cuadrada y una vez moldeado se retira la adobera y se dejó encima del piso para su secado.

d. Lugar para el secado del adobe

1. El lugar donde se secaron los especímenes fue completamente horizontal y limpio es decir sin ningún tipo de agente contaminante.

e. Área para el depósito de los adobes

1. En este lugar se colocaron todos los especímenes elaborados, el cual estuvo cubierto por un techo, de esta manera se consiguió que el adobe se seque a temperatura ambiente, debido que si lo hubiéramos expuesto al sol en los primeros días de haber sido fabricados se hubieran agrietado.

4.5.4. Evaluación de la resistencia a la compresión

Los ensayos se realizaron a los especímenes cuya dimensión es de 10 x 10 x 10 cm, determinando el esfuerzo de resistencia a compresión en base al área de la unidad y la carga que soporta, para ello se evaluó cuatro unidades de cada tratamiento de donde se utilizó los promedios de cada porcentaje de c.h.e. (f_o). Para ello se utilizó la siguiente ecuación:

$$f = \frac{Pu}{A} \dots\dots\dots (07)$$

(NTP. 399.613, 2003).

Donde:

A: Área de aplicación de la carga (cm²).

Pu: Carga aplicada (kg).

f: Resistencia a la compresión (kg/cm²).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Propiedades para clasificación del suelo

a. Contenido de humedad

Tabla 5

Promedio del contenido de humedad.

W (%) Promedio	6.64 %
-----------------------	--------

Nota: en la tabla se observa el contenido de W %, del suelo.

b. Análisis granulométrico

Tabla 6

Análisis granulométrico.

% Que pasa la malla N° 200	24.28 %
-----------------------------------	---------

Nota: en la tabla se aprecia que el suelo es apropiado para la elaboración de adobe, debido a que cuenta con 58.37% de arena, por lo tanto, se ubica en el rango propuesto por la norma E - 0.80 (55-70%).

c. Límites de consistencia o Atterberg

Tabla 7

Resultados de los límites de Atterberg.

Límite líquido (L.L.)	42.68 %
Límite plástico (L.P.)	29.01 %
Índice plasticidad (I.P.)	13.67 %

Nota: en la tabla se observa el porcentaje de los límites de consistencia.

En la figura 8, podemos observar el comportamiento del porcentaje acumulado que pasa por medio de las aberturas (mm) del tamiz, donde para los 3/8" se inicia el decrecimiento con 92.13% que pasa hasta el N° 200 con un 24.28 %, además se puede apreciar que el porcentaje de grava y arena con 17.34 y 58.37 respectivamente. Por lo tanto, podemos mencionar que la tierra analizada es apropiada para la preparación de los adobes debido a que se posiciona en un rango establecido por la norma E-0.80 (arena 55-70%).

d. Prueba de cinta de barro

Tabla 8

Prueba de cinta de barro.

Longitud de descolgado (cm)	Tiempo (min)	Valores	Descripción
15	10	0-10	Poco arcilloso
		10 - 20	Medio arcilloso

Nota: en la tabla observamos que la prueba alcanzo 15 cm antes de romperse.

En la tabla 8, podemos apreciar que la prueba de cinta de barro del suelo se descolgó a los 15 cm durante el tiempo estimado (10 min.), lo que nos indica que el suelo tiene poco y medio contenido de arcilla.

e. Prueba de presencia de arcilla

Tabla 9

Prueba de presencia de arcilla

Prueba de presencia de arcilla		
Numero de espécimen	Tiempo de Reposo	Rompimiento
Bola 01	48 horas	No se rompe
Bola 02	48 horas	No se rompe
Bola 03	48 horas	No se rompe
Bola 04	48 horas	No se rompe
Promedio		No se rompe

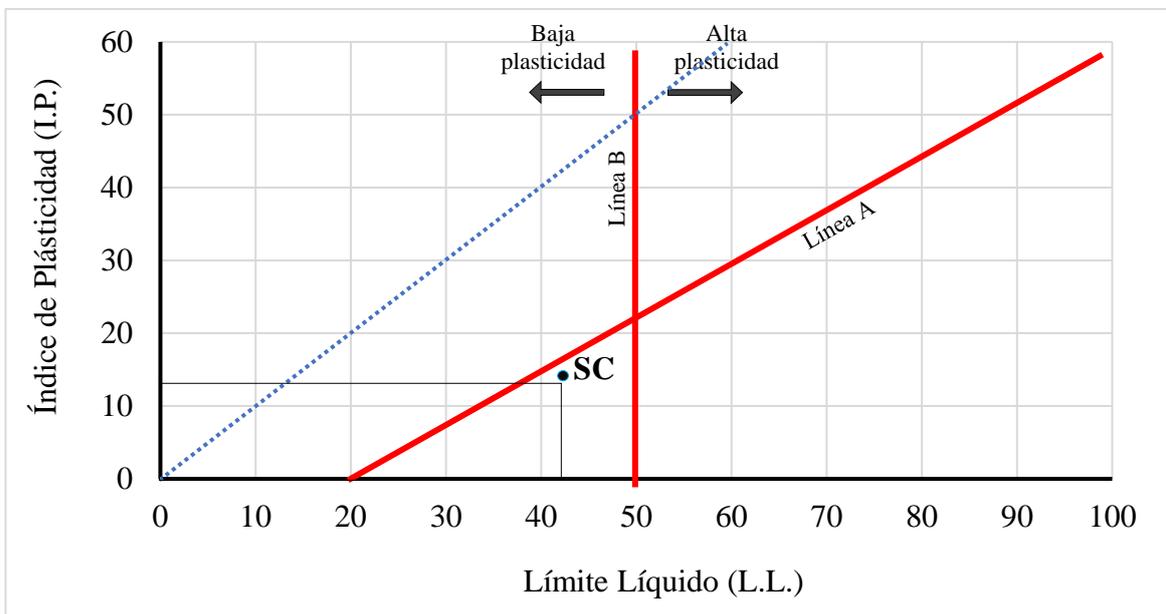
Nota: en la tabla se obtuvo como resultado el "no rompimiento" de ninguna de las 04 bolitas. Esto asegura que la tierra de la cantera es apta para la elaboración de los adobes.

4.1.2. Clasificación del suelo

El suelo con que se realizó la presente investigación mostró características físicas que la posicionan según SUCS por debajo de la línea "A", por lo cual podemos resaltar que el 50 % del suelo pasó por el tamiz número 200 (24.28%), de esta manera el suelo es clasificado como SC (Arena arcillosa con gravas y finos de regular plasticidad), según SUCS. La figura 9, muestra la ubicación gráfica de la clasificación, con un I.P. de 13.67 % y L.L. de 42.68 %.

Figura 9

Clasificación del suelo según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).



Nota: la figura muestra la gráfica del índice de plasticidad del suelo en relación con el límite líquido.

4.1.3. Evaluación de la resistencia a la compresión

Tabla 10

Esfuerzo (kg/cm²) sobre el adobe patrón compuesto por 0 % de ceniza.

N°	Código	Descripción	Carga (Kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (Kg/cm ²)
1	A-1	Adobe patrón con 0% de c.h.e.	1297.61	100.00	12.98
2	A-2	Adobe patrón con 0% de c.h.e.	1621.12	100.00	16.21
3	A-3	Adobe patrón con 0% de c.h.e.	1386.38	100.00	13.86
4	A-4	Adobe patrón con 0% de c.h.e.	1671.11	100.00	16.71
5	A-5	Adobe patrón con 0% de c.h.e.	1490.40	100.00	14.90
Promedio			1493.32	100.00	14.93

c.h.e.: ceniza de hoja de eucalipto.

Cálculo de la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \dots \dots \dots (08)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(16.21 - 14.93)^2 + (13.86 - 14.93)^2 + (16.71 - 14.93)^2 + (14.90 - 14.93)^2}{4 - 1}}$$

$$\sigma = 1.41 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo de la resistencia característica a la compresión del adobe patrón:

$$f'b = f_b - \sigma \dots \dots \dots (09)$$

$$f'b = 14.93 \text{ kg/cm}^2 - 1.41 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'b = 13.52 \text{ kg/cm}^2$$

El cálculo de la resistencia característica a la compresión del adobe patrón con 0% de ceniza de hoja de eucalipto fue obtenida de los cuatro mejores resultados de la columna esfuerzo (kg/cm²) de la tabla 10, en base a la norma E 080, de donde se obtiene 13.52 kg/cm², se observa que este supera al parámetro propuesto de la resistencia a la compresión de la unidad del adobe que es de 10.2 kg/cm².

Tabla 11*Esfuerzo (kg/cm²) sobre el adobe compuesto por 1.5 % de ceniza.*

N°	Código	Descripción	Carga (Kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (Kg/cm ²)
1	B-1	Adobe con 1.5% de c.h.e.	2100.00	100.00	21.00
2	B-2	Adobe con 1.5% de c.h.e.	2125.65	100.00	21.26
3	B-3	Adobe con 1.5% de c.h.e.	1950.80	100.00	19.51
4	B-4	Adobe con 1.5% de c.h.e.	2230.00	100.00	22.30
5	B-5	Adobe con 1.5% de c.h.e.	2550.83	100.00	25.51
Promedio			2191.46	100.00	21.92

c.h.e: ceniza de hoja de eucalipto.

$$\sigma = 2.19 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'b = 19.73 \text{ kg/cm}^2$$

La resistencia característica a la compresión de abobe estabilizado con 1.5 % de ceniza de hoja de eucalipto, presenta un resultado de 19.73 kg/cm², el cual fue obtenido de los cuatro mejores resultados de la columna esfuerzo (kg/cm²) de la tabla 11, en base a la norma E 080, del cual podemos mencionar que supera en 46 % al adobe patrón (13.52 kg/cm²).

Tabla 12*Esfuerzo (kg/cm²) sobre el adobe compuesto por 2.5 % de ceniza.*

N°	Código	Descripción	Carga (Kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (Kg/cm ²)
1	C-1	Adobe con 2.5% de c.h.e.	2680.65	100.00	26.81
2	C-2	Adobe con 2.5% de c.h.e.	2550.40	100.00	25.50
3	C-3	Adobe con 2.5% de c.h.e.	2660.39	100.00	26.60
4	C-4	Adobe con 2.5% de c.h.e.	2490.00	100.00	24.90
5	C-5	Adobe con 2.5% de c.h.e.	2530.81	100.00	25.31
Promedio			2582.45	100.00	25.82

c.h.e: ceniza de hoja de eucalipto.

$$\sigma = 0.80 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'b = 25.02 \text{ kg/cm}^2$$

La resistencia característica a la compresión de adobe estabilizado con 2.5 % de ceniza de hoja de eucalipto, presenta un resultado de 25.02 kg/cm², el cual fue obtenido de los cuatro mejores resultados de la columna esfuerzo (kg/cm²) de la tabla 12, en base a la norma E 080, del cual podemos mencionar que supera en 85 % al adobe patrón (13.52 kg/cm²).

Tabla 13

Esfuerzo (kg/cm²) sobre el adobe compuesto por 5 % de ceniza.

N°	Código	Descripción	Carga (Kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (Kg/cm ²)
1	D-1	Adobe con 5% de c.h.e.	3190.00	100.00	31.90
2	D-2	Adobe con 5% de c.h.e.	3225.55	100.00	32.23
3	D-3	Adobe con 5% de c.h.e.	3030.97	100.00	30.31
4	D-4	Adobe con 5% de c.h.e.	3440.90	100.00	34.41
5	D-5	Adobe con 5% de c.h.e.	3120.10	100.00	31.20
Promedio			3201.54	100.00	32.01

c.h.e: ceniza de hoja de eucalipto

$$\sigma = 1.47 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'b = 30.54 \text{ kg/cm}^2$$

La resistencia característica a la compresión de adobe estabilizado con 5 % de ceniza de hoja de eucalipto, presenta un resultado de 30.54 kg/cm², el cual fue obtenido de los cuatro mejores resultados de la columna esfuerzo (kg/cm²) de la tabla 13, en base a la norma E 080, del cual podemos mencionar que supera en 126 % al adobe patrón (13.52 kg/cm²).

Tabla 14*Esfuerzo (kg/cm²) sobre el adobe compuesto por 7.5 % de ceniza.*

N°	Código	Descripción	Carga (Kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (Kg/cm ²)
1	E-1	Adobe con 7.5% de c.h.e.	3012.40	100.00	30.12
2	E-2	Adobe con 7.5% de c.h.e.	3115.00	100.00	31.15
3	E-3	Adobe con 7.5% de c.h.e.	3092.27	100.00	30.92
4	E-4	Adobe con 7.5% de c.h.e.	3246.50	100.00	32.47
5	E-5	Adobe con 7.5% de c.h.e.	3384.18	100.00	33.84
Promedio			3170.07	100.00	31.07

c.h.e: ceniza de hoja de eucalipto

$$\sigma = 1.42 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'b = 30.28 \text{ kg/cm}^2$$

La resistencia característica a la compresión de adobe estabilizado con 7.5 % de ceniza de hoja de eucalipto, presenta un resultado de 30.28 kg/cm², el cual fue obtenido de los cuatro mejores resultados de la columna esfuerzo (kg/cm²) de la tabla 14, en base a la norma E 080, del cual podemos mencionar que supera en 124 % al adobe patrón (13.52 kg/cm²).

Tabla 15*Esfuerzo (kg/cm²) sobre el adobe compuesto por 10 % de ceniza.*

N°	Código	Descripción	Carga (Kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (Kg/cm ²)
1	F-1	Adobe con 10 % de c.h.e.	2970.15	100.00	29.70
2	F-2	Adobe con 10 % de c.h.e.	2418.30	100.00	24.18
3	F-3	Adobe con 10 % de c.h.e.	2892.95	100.00	28.93
4	F-4	Adobe con 10 % de c.h.e.	2540.15	100.00	25.40
5	F-5	Adobe con 10 % de c.h.e.	2612.90	100.00	26.13
Promedio			2686.89	100.00	26.87

c.h.e: ceniza de hoja de eucalipto

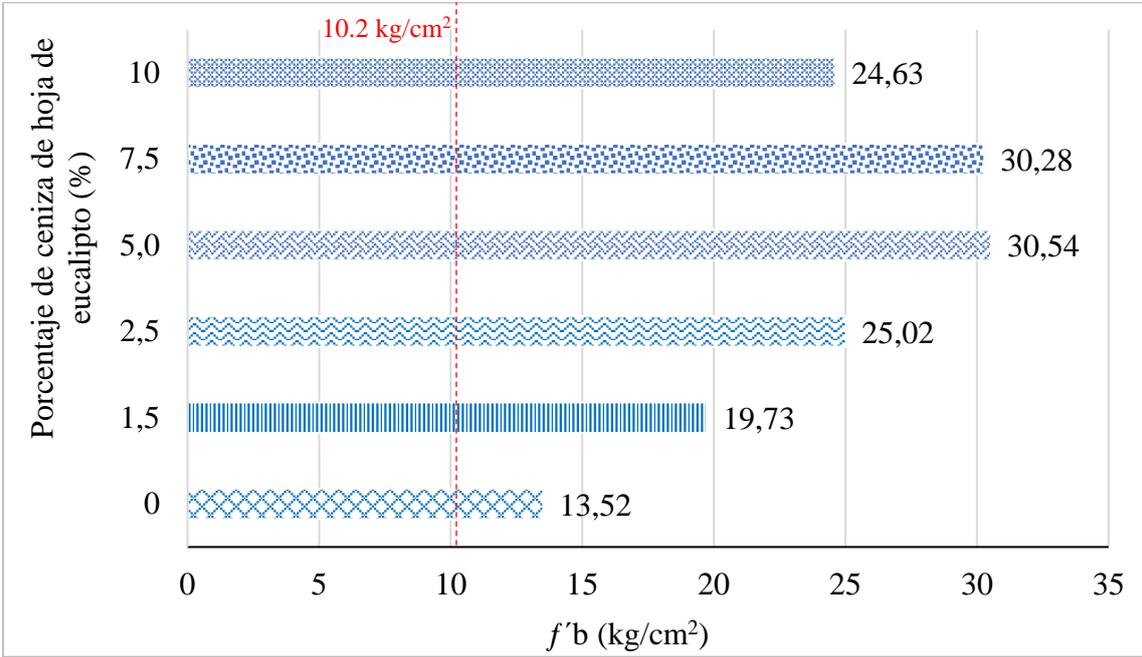
$\sigma = 2.23 \text{ kg/cm}^2$
$f'b = 24.63 \text{ kg/cm}^2$

La resistencia característica a la compresión de abobe estabilizado con 10 % de ceniza de hoja de eucalipto, presenta un resultado de 24.63 kg/cm^2 , el cual fue obtenido de los cuatro mejores resultados de la columna esfuerzo (kg/cm^2) de la tabla 15, en base a la norma E 080, del cual podemos mencionar que supera en 82 % al adobe patrón (13.52 kg/cm^2).

En la figura 10, se muestra el resumen general de la resistencia a compresión de los bloques con diferentes proporciones de ceniza de hoja de eucalipto en comparación con la compresión de la unidad del adobe que es 10.2 kg/cm^2 .

Figura 10

Resumen de la resistencia a la compresión (kg/cm^2) de adobes elaborados con ceniza.



Nota: la figura muestra la comparación de los adobes con diferentes niveles de ceniza.

4.1.4. Resultados estadísticos

Para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos en estudio con respecto al porcentaje de ceniza de hoja de eucalipto evaluados al término de la elaboración de los adobes, se realizó el análisis de varianza (tabla 16), donde se observa que existe alta significación estadística entre los tratamientos, es decir que al menos un tratamiento en estudio es diferente a los demás. Cabe así mismo señalar que presenta 6.82 % de coeficiente de variabilidad (c.v.), indicándonos una excelente homogeneidad de datos. Se realizó la prueba rango múltiple de Duncan (tabla 17).

Tabla 16

Análisis de varianza para la compresión de los bloques.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. Tab.	Significación
Tratamientos	5	10368720.40	2073744.08	68.36	2.62	AS
Error Experimental	24	728097.40	30337.39			
Total	29	11096817.80				

CV = 6.82 %

Promedio = 2554.28

AS: alta significación estadística al 1- 5% de probabilidad.

En la tabla 17, se puede apreciar la prueba de rango múltiple de Duncan para la compresión de los bloques, donde se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, sin embargo, los tratamientos T₄ (adobe con 5% de c.h.e.) y T₅ (adobe con 7.5% de c.h.e), son estadísticamente similares, manteniendo el mayor número de compresión, pero diferentes y superiores al T₆ (adobe con 10 % de c.h.e.) y T₃ (adobe con 2.5 % de c.h.e.) quienes a su vez son iguales estadísticamente, seguido de los T₂ (adobe con 1.5% de c.h.e.) y T₁ (adobe patrón con 0% de c.h.e.) quienes son los de menor compresión y difieren entre todos los tratamientos. La figura 11, muestra con mayor detalle este comportamiento.

Tabla 17*Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la compresión de los bloques.*

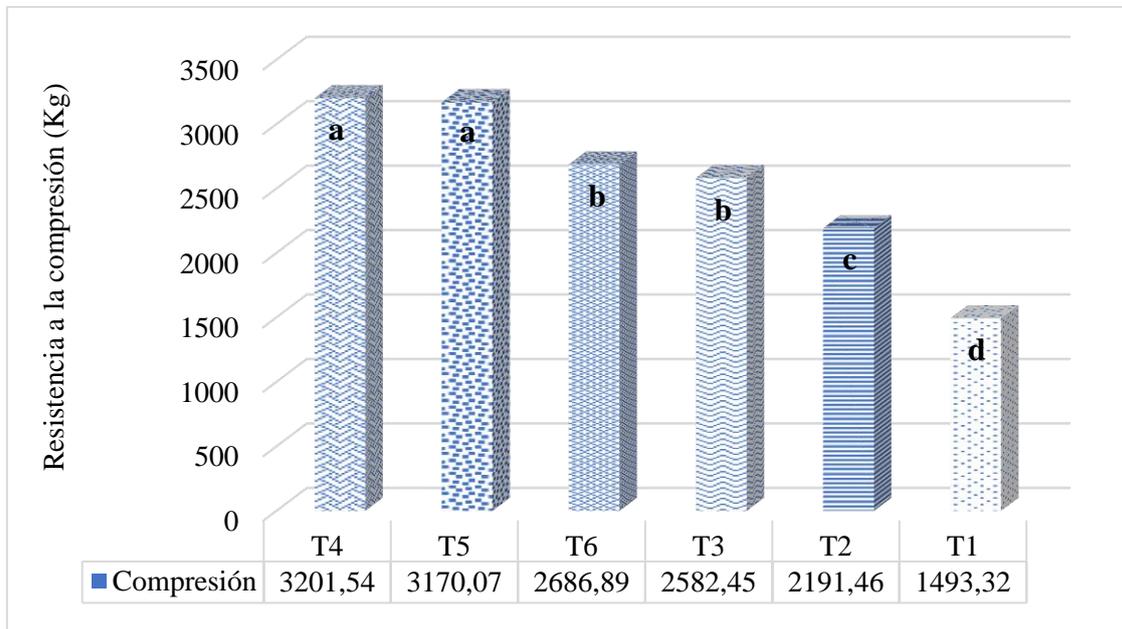
Claves	Tratamientos	Promedio (Kg)	Significancia
T ₄	Adobe con 5% de c.h.e.	3201.54	a
T ₅	Adobe con 7.5% de c.h.e.	3170.07	a
T ₆	Adobe con 10 % de c.h.e.	2686.89	b
T ₃	Adobe con 2.5% de c.h.e.	2582.45	b
T ₂	Adobe con 1.5% de c.h.e.	2191.46	c
T ₁	Adobe patrón con 0% de c.h.e.	1493.32	d

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.
c.h.e.: ceniza de hoja de eucalipto.

La figura 11, muestra la resistencia de compresión evaluado en sus cinco repeticiones en cada uno de los tratamientos al final de la elaboración de los adobes, nos muestra que el tratamiento T₄ tiene la mayor compresión (3201.54 kg) en comparación con todos los demás tratamientos que le siguen los cuales son T₅, T₆, T₃, T₂ y T₁ con 3170.07; 2686.89, 2582.45, 2191.46 y 1493.32 kg respectivamente, donde el T₆ que tenía mayor cantidad de ceniza (10%) resistió una compresión semejante a la de menos ceniza (2.5 %), cabe precisar también, que el adobe patrón con 0 % de ceniza fue el que menos resistencia de compresión obtuvo.

Figura 11

Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la resistencia a la compresión de seis tratamientos.



T₁: Adobe patrón con 0% de ceniza de hoja de eucalipto.

T₂: Adobe con 1.5% de ceniza de hoja de eucalipto.

Donde: T₃: Adobe con 2.5% de ceniza de hoja de eucalipto.

T₄: Adobe con 5% de ceniza de hoja de eucalipto.

T₅: Adobe con 7.5% de ceniza de hoja de eucalipto.

T₆: Adobe con 10 % de ceniza de hoja de eucalipto.

4.3. Contrastación de hipótesis

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza que se observa en la tabla 16, nos muestran claramente que hay significación estadística, por lo cual, la comparación de la hipótesis con respecto a los tratamientos en estudio se indica de la siguiente manera:

a. $F_{cal} > F_{tabular}$

Se acepta la hipótesis alterna por lo tanto se puede afirmar que existe diferencia al comparar sus medias por lo cual se ejecutó la prueba F al 1%

b. $F_{cal} < F_{tabular}$

Se acepta la hipótesis nula por lo tanto no se puede afirmar que existe diferencia al comprar sus medias.

Nos permite mencionar que todos de los tratamientos en los cuales se le agregó ceniza de hoja de eucalipto tienen un efecto significativo en la carga o esfuerzo (kg/cm^2) del adobe estabilizado para las viviendas rurales, es decir que el $F_c > F_t$ por lo que se acepta la hipótesis alterna (H_a).

4.3. Discusión

4.3.1. Propiedades para clasificación del suelo

La tierra que ha sido utilizada para el presente experimento presenta un 6.64% de humedad en el suelo el cual es similar al suelo que utilizó Idrogo (2018) cuyo valor fue 6.60%, sin embargo, es probable que la cantidad de agua ($w\%$) no determine una clasificación de suelo con características similares, por lo que es necesario contar con los análisis granulométricos, para una correcta clasificación.

El análisis granulométrico nos dió como resultado 24.28%, que pasa por el tamiz de malla número 200 (tabla 6), lo que nos manifiesta que el suelo es apropiado para la elaboración de adobe, debido a que presenta un 58.37% de arena, posicionándolo dentro del rango de 55 – 70 % que la norma E 080 establece, tal como le pasó a Villacaqui (2022) quien obtuvo un 35.23% que pasó por la malla número 200, con un 64.77% de arena, no obstante, Thajana (2016) consiguió un 26.42% utilizando el mismo número de malla, por lo que el 73.58% fue de arena y debido a estos resultados que sobrepasaron el rango establecido por la norma, agregó mayor contenido de arcilla a su suelo para equilibrar los datos con los que trabajó.

En la tabla 7, podemos observar claramente que los límites de Atterberg están en 42.68 % (L.L.), 29.01% (L.P.) y 13.67 % (I.P.); ubicándolo de este modo en una clasificación según SUCS: como SC (Arena arcillosa con gravas y finos de regular plasticidad), cabe precisar que este tipo de clasificación también lo obtuvo Villacaqui (2022) y Thajana, (2016) pero con la indicación de baja plasticidad, donde su índice de plasticidad en la carta de casagrande, lo posiciona sobre la línea A, caso contrario es nuestro resultado que lo ubica por debajo de la línea “A” tal como se aprecia en la figura 2, asimismo está cerca al límite de una alta plasticidad por ello se le denomina regular plasticidad además de

contar con grava en 17.34 % y fino de 24.28 %; a todo esto es necesario mencionar que la clasificación de suelo que obtuvo Idrogo (2018) fue de CL, es decir que presenta características inorgánicas y arcillosas.

La tabla 8, nos muestra que la longitud de colgado es de 15 cm a los 10 min, ubicándolo como material terreo recomendable para la preparación de adobes, ya que no alcanzó valores mayores a 20 cm ni menores a 10 cm es decir que no cuenta con exceso ni poco contenido de arcilla tal como menciona la norma E 0.80, (2017).

La tabla 9, nos muestra que ninguna de las 04 bolitas se rompió, esto asegura que la tierra de la cantera Carhuamaray cuenta con presencia de arcilla, por lo cual es apto para la elaboración de adobes, tal como menciona la norma E 0.80, (2017).

4.3.2. Evaluación de la resistencia a la compresión

La evaluación de los adobes preparados con 0%, 1.5%, 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de ceniza de hoja de eucalipto (c.h.e.) respectivamente, obtenidos en la presente investigación tuvo valores superiores a la resistencia de compresión de la unidad del adobe que es 10.2 kg/cm^2 , manifestado en la norma E 0.80 tal como se puede apreciar en la figura 8, por lo que podemos mencionar que la adición de c.h.e. influye en la resistencia a compresión, sin embargo, estos resultados obtenidos discrepan con los de Idrogo (2018) quien dedujo que al aumentar su contenido de ceniza de la planta de eucalipto, disminuyó el esfuerzo en kg/cm^2 de 6.13 kg/cm^2 para 8% de ceniza y 4.56 kg/cm^2 para 10 % de ceniza), estos resultados que obtuvo, probablemente sean por la calidad de la ceniza que utilizó (biomasa general) y no solo hojas, también pudo ser por el tipo de suelo con el que trabajó ya que ni siquiera superaron el abobe patrón con 0% de c.h.e que realizamos en esta investigación, por lo que podemos resaltar que el tipo de suelo con el que se trabajó es el adecuado, asimismo, cabe resaltar que los tratamientos que mejor comportamiento mostraron en esta investigación fueron los de 5% de c.h.e. con 30.54 kg/cm^2 y un 7.5% de c.h.e. con 30.28 kg/cm^2 , sin embargo el 10% de c.h.e. fue disminuyendo la compresión e igualando a la dosis de 2.5 % de c.h.e. probablemente se deba a los óxidos de potasio, magnesio y calcio que presenta la ceniza (tabla 1), lo que haría que el exceso de estos óxidos compacten y sean más susceptibles a la falta de resistencia a compresión caso contrario a menores cantidades donde faltaría más compactación.

La investigación de Márquez (2018), obtuvo la mayor resistencia de compresión con 4.5% de viruta de eucalipto el cual alcanzó 50.77 kg/cm², de esta misma manera Villacaqui (2022), en su tesis, obtuvo mejor resistencia (34.91 kg/cm²) a medida que aumentaba el aserrín y viruta del eucalipto obteniendo su mejor resultado a 4.5 % , estas respuestas que obtuvieron difieren frente a todos nuestros resultados e incluso al más alto que fue de 30.54 kg/cm² con 5% de c.h.e., posiblemente esta respuesta se deba a que utilizaron la viruta el cual tiene propiedades estabilizantes que generen más flexibilidad, formando redes al unirse por lo que se genera mayor adherencia tal como mencionan Arteaga et al. (2011), estas características frente a la ceniza de hojas de eucalipto que evidentemente presentan características más alcalinas que fibrosas. Sin embargo, estos resultados, muestran ser superiores a los obtenidos por Ureña y Llunitasig (2017), quiénes reportaron solo un 14.74% con respecto a su adobe patrón, por lo tanto, es necesario no solo depender de una buena mezcla o aditivo, sino de la calidad de suelo que se trabaje.

4.3.3. Resultados estadísticos

Teniendo en cuenta todos los resultados anteriores y lo que se presenta en la tabla 16, se acepta la hipótesis que se planteó, ya que se evidencia diferencias altamente significativas con respecto al contenido de ceniza de hojas de eucalipto en el adobe, lo cual se constató con la prueba de rango múltiple de Duncan (tabla 17), donde la adición de c.h.e. aumenta la resistencia a compresión de adobe estabilizado. Estos resultados guardan relación con las investigaciones de Villacaqui (2022), Márquez (2018), Thajana, (2016) y Hurtado (2018), para los que obtuvieron incremento de resistencia a compresión a medida que adicionaban materiales en la elaboración del adobe patrón. Cabe así mismo, resaltar que la resistencia a la compresión por medio de la ceniza fue superior a lo alcanzado por Montenegro y Godoy (2019), cuando utilizó el 50% de fibra artificial.

De acuerdo a los resultados de Idrogo (2018), que obtuvo en su tesis, descartó el uso de ceniza de plantas de eucalipto en la preparación del adobe, debido a que no incrementó la compresión en los adobes con más porcentaje de ceniza, sin embargo, es necesario acotar que esta respuesta podría verse afectado debido a las características del suelo con el que trabajó, en esta investigación se contó con un tipo de suelo SC, cuyas características pudieron haber generado una mejor fricción interna y por ende, un mayor soporte, tal como menciona (Pérez, 2014).

La figura 11, nos muestra que los tratamientos con mejor resistencia a compresión son el T₄ (adobe con 5% de c.h.e.) y T₅ (adobe con 7.5% de c.h.e) en comparación con los demás, por lo que podemos mencionar que la ceniza cumple su principal función en porcentajes superiores a 5% tal como menciona CEDEX, (2014) sin embargo, el contenido de 10 % de c.h.e. no mejoró la resistencia a la compresión, aunque fue mejor que el adobe patrón con 0% de ceniza, es posible que esto se deba al exceso de ceniza que ocasionó mayor absorción de agua y por ende menor retención de fricción interna.

V. CONCLUSIONES

1. Se evaluó la estabilidad del adobe con adición de ceniza de hoja de eucalipto para su uso en viviendas rurales, Piscobamba - 2022, donde se logró evidenciar una mayor resistencia a la compresión cuando se acrecienta el porcentaje de ceniza de hoja de eucalipto, no obstante, es necesario tener presente que un porcentaje igual o superior al 10 % disminuye la resistencia a la compresión.
2. Las características físicas y mecánicas del suelo con el que se realizó la presente investigación cuentan con un límite líquido, plástico e índice de plasticidad de 42.68%, 29.01% y 13.67% respectivamente, así como 17.34% de grava, 58.37 % de arena y 24.28 % de fino, con 15 cm de longitud de descolgado en la prueba de cinta de barro, como no rompimiento de ninguna de las cuatro bolitas en la prueba de presencia de arcilla, lo que le posiciona como un suelo apto para la preparación del adobe, según la norma E 0.80 con una clasificación por el SUCS como SC (Arena arcillosa con gravas y finos de regular plasticidad).
3. La proporción de ceniza de hoja de eucalipto en la preparación del adobe estabilizado que mejor resistencia presenta es la que cuenta con el 5 % de ceniza de hoja de eucalipto, el cual es superior al adobe patrón e incluso adobes con otros porcentajes de ceniza; por lo que se puede mencionar al agregar ceniza de hoja de eucalipto mejora las características del adobe.
4. La resistencia a la compresión del adobe elaborado con: 0 %, 1.5%, 2.5, 5%, 7.5% y 10 %, de ceniza de eucalipto, alcanzó una resistencia de 13.52 kg/cm², 19.73 kg/cm², 25.02 kg/cm² 30.54 kg/cm², 30.28 kg/cm² y 24.63 kg/cm², respectivamente, de los cuales, el de 1.5% de ceniza supera en 46% la resistencia del adobe patrón (13.52 kg/cm²), el de 2.5% y 10 % de ceniza lo supera en 82% la resistencia del adobe patrón (13.52 kg/cm²) y el de 5% y 7.5% de ceniza supera en más del 100% a la resistencia del adobe patrón (13.52 kg/cm²).

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar adobes estabilizados con ceniza de hoja de eucalipto para la construcción de viviendas más resistente en las zonas rurales, donde abundan las plantaciones de eucalipto, siendo una técnica de construcción económica, biodegradable y resistente ante cualquier evento sísmico.
2. Se recomienda realizar el secado de las muestras de adobe en un lugar techado a temperatura ambiente, para proteger del viento y de la exposición directa del sol, para evitar fisuras durante el proceso de secado.
3. Realizar el experimento considerando otros tipos de suelo y en diferentes localidades con la finalidad de evaluar el potencial benéfico de la ceniza de hojas de eucalipto en la preparación del adobe.
4. Se recomienda que el porcentaje de adición de ceniza de hoja de eucalipto, en la producción de adobes estabilizados sea al 5% ya que en esta cantidad se presentó la mejor resistencia a la compresión.
5. Para medidas reales de 29x29x10cm, se recomienda utilizar una cantidad de 11kg de tierra seca para cada adobe con 5% de ceniza de hoja de eucalipto (0.55kg) con 20% de agua respecto al peso del adobe (2.20 lts) y 2% de cantidad de paja (ichu) respecto al peso del adobe (0.22kg).

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Arteaga, K., Medina, O., y Gutiérrez, O. (2011). Bloque de tierra comprimida como material constructivo. *Revista Facultad de Ingeniería, UPT*, 20(39), 55-68. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413940770005>
- Borselli, L. (2017). Geotecnia I. Clasificación y estudio de las propiedades mecánicas de los suelos. [Diapositiva de PowerPoint] https://www.lorenzo-boselli.eu/geotecnia/geotecnia_1_parte_ii.pdf
- Caballero, M., Silva, L. y Montes, J. (2010). Resistencia Mecánica del adobe compactado incrementada por bagazo de agave [Conferencia]. *Memorias del XVI congreso internacional anual de la SOMIN*, Nuevo León, México. <http://somin.org.mx>
- Calzada, B. (1982). Métodos estadísticos para la investigación. 5^{ed}. Milagros. Lima 673 p.
- Carrillo, R. (2018). Sustitución del cemento por 8% y 16% en combinación del molusco *trachy cardium procerum* (pata de mula) y hoja de eucalipto en mortero y determinar su resistencia [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/4370>
- Centro de estudios y experimentación de obras públicas (CEDEX) (2014). Catálogo de residuos utilizables en construcción. Ceniza procedente de la biomasa. Obtenido de <http://www.cedexmateriales.es>.
- Chávez, S. (2021). Propiedades Físicas y Mecánicas de Unidades de Adobe Modificados con Incorporación de Cenizas de Tallo de Cebada, Cusco – 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/102647>.

- Crespo, V. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Editorial Limusa. México.
- Departamento de estadística e informática (DEI). 2018. *Guía del curso de métodos estadísticos para la investigación I*. Universidad Nacional Agraria la Molina”
- Gallo Gonzáles, RI (2020). *Análisis de estructuras ante los eventos sísmicos en las viviendas construidas con adobe en la localidad de Llamellin, Ancash-2020*.
- Hurtado, O. (2018). *Características físicas y mecánicas de unidades de adobe con hojas de pino y aserrín en el distrito de Sócota, Cajamarca, 2018* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12692/27661>
- León, B. (2019). *Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz* [Tesis de Pregrado, Universidad San Pedro]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USAN PEDRO/11411>
- Mantilla, J. (2018). *Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1996>
- Márquez, J. (2018). *Estabilización del adobe con adición de viruta de eucalipto, Chíncha 2018* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario%20FF/Downloads/M%C3%A1rquez_DJM.pdf
- Mendoza, K. (2018). *Evaluación de la resistencia del adobe fabricado con adición de ceniza y arena* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1661>
- Montenegro, M., y Godoy, I. (2019). *Caracterización del adobe reforzado con fibras naturales y artificiales para la recuperación de construcciones tradicionales en la Comuna de Zuleta* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17674>
- Moreno, P., y García, J. (2019). *Estabilización de adobes con fibras de bambú. Caso de estudio: proyecto de construcción de viviendas de interés social en el barrio “El pantanal”, Granada, Nicaragua*. *Arquitectura*, 4(8), 2-18. <http://www.revistas.uni.edu.ni/index.php/arquitectura>

- Norma E-080. (2017). Diseño y construcción con tierra reforzada. Ministerio de vivienda y construcción. Diario oficial el peruano. N° 121-2017
- NTP. 399.613. (2003). Métodos de Muestreo y ensayo de unidades de albañilería.
- Pérez, C. (2014). Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1313>
- Rios, E. (2010). Efecto de la adición de látex y jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Institucional. Obtenido de http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/117.
- Salvador, O. (2019). Evaluación del comportamiento a compresión de las unidades de adobe convencional frente a las unidades de adobe estabilizado con cemento y asfalto Caraz 2019 [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/42695>
- Sánchez, R., y Soria, F. (2015). Innovación Tecnología y saber tradicional: BTC y adobe, desarrollos paralelos en la cultura constructiva. *15° SIACOT - Ecuador*, 1(1), 1-10.
- Sociedad Americana para pruebas y Materiales (ASTM). (2023). normas internacionales D2216, D422, D4318-00. <https://www.astm.org>
- Thajana, C. (201). Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7328/CARHUANAMBO%20VILLANUEVA,%20Jhenifer%20Thajana.pdf?sequence=5>
- Trujillo, M., Chávez, J., y Torres, E. (2018). Construcciones de adobe resistentes a exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones. *Revista de Investigación Científica UNTRM*, 1(1), 60-64. <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/267289>
- Ureña, M. y Llumitasig, S. (2017). Estudio de la resistencia a compresión del adobe tradicional estabilizado con paja, savia de penca de tuna, estiércol, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico utilizando un modelo a escala [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26585>

- Vega, S. (2020). Resistencia a compresión de adobe con fibra de maguey, Centro Poblado de Hualcan - Carhuaz 2018 [Tesis de Pregrado, Universidad San Pedro]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/14257>
- Villacaqui, Y. (2022). Estabilización del adobe con adición de viruta y aserrín de eucalipto para viviendas rurales [Tesis de Pregrado, Universidad Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5048>

VIII. ANEXOS

Anexo A. Valores de carga (kg) y esfuerzo (kg/cm²) en los tratamientos de estudio.

Anexo A.1. Valores de carga (kg) de los adobes con ceniza de hoja de eucalipto.

	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆
Repetición	0%	1.5%	2.5%	5%	7.5%	10%
	c.h.e.	c.h.e.	c.h.e.	c.h.e.	c.h.e.	c.h.e.
1	1297.61	2100.00	2680.65	3190.00	3012.40	2970.15
2	1621.12	2125.65	2550.40	3225.55	3115.00	2418.30
3	1386.38	1950.80	2660.39	3030.97	3092.27	2892.95
4	1671.11	2230.00	2490.00	3440.90	3.246.50	2540.15
5	1490.40	2550.83	2530.81	3120.10	3120.18	2612.90
Promedio	1493.32	2191.46	2582.45	3201.50	3084.96	2686.89

c.h.e.: ceniza de hoja de eucalipto.

Anexo A.2. Valores de esfuerzo (kg/cm²) de los adobes con ceniza de hoja de eucalipto.

	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆
Repetición	0%	1.5%	2.5%	5%	7.5%	10%
	c.h.e.	c.h.e.	c.h.e.	c.h.e.	c.h.e.	c.h.e.
1	12.98	21.00	26.81	31.90	30.12	29.70
2	16.21	21.26	25.50	32.26	31.15	24.18
3	13.86	19.51	26.60	30.31	30.92	28.93
4	16.71	22.30	24.90	34.41	32.47	25.40
5	14.90	25.51	25.31	31.20	33.84	26.13
Promedio	14.93	21.91	25.82	32.02	31.70	26.87

c.h.e.: ceniza de hoja de eucalipto.

Anexo B. Resultados de 3R Geoingeniería.



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica



RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



SOLICITA : BACH. JAVILIANO CUEVA MIGUEL ANGEL
 TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE ADOBE CON ADICION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA SU USO EN VIVIENDAS RURALES, PISCOBAMBA - 2022"
 ENTIDAD : UNASAM, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA
 FECHA : 20 DE OCTUBRE DE 2022 INFORME N° 571-2022-3R-LG

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA N°		M-01
CANTERA		CARHUAMARAY
UBICACIÓN		PISCOBAMBA - MARISCAL LUZURIAGA - ANCASH
MUESTRA		Mab-1
PROF. NIVEL FREÁTICO (mts)		---
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA POR MALLA DE PORCION DE MATERIAL MENOR DE 3"	3"	100.00
	2"	100.00
	1 1/2"	100.00
	1"	100.00
	3/4"	100.00
	3/8"	92.13
	N° 4	82.66
	N° 10	71.54
	N° 20	56.00
	N° 40	44.40
N° 60	34.91	
N° 140	24.81	
N° 200	24.28	
Coef. Uniformidad	Cu.	---
Coef. Concavidad	Cc.	---
LIMITES DE	LL.	42.68
	LP.	29.01
CONSISTENCIA	IP.	13.67
HUMEDAD NATURAL		6.64
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS) ASTM D-2487		SC
DESCRIPCIÓN		Arena arcillosa con gravas y finos de regular plasticidad



REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 00131871



Reynaldo M. Reyes Roque

Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57500
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Nota:
Las muestras de suelo fueron traídas por el solicitante para su análisis en el laboratorio.

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayllo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC





3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



SOLICITA	: BACH. JAVILIANO CUEVA MIGUEL ANGEL	CALICATA	: M-01
TESIS	: *ESTABILIZACIÓN DE ADOBE CON ADICION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA SU USO EN VIVIENDAS RURALES, PISCOBAMBA - 2022*	MUESTRA	: Mab-01
		CANTERA	: CARHUAMARAY
		FECHA	: 20 DE OCTUBRE DE 20

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216

POZO	: M-01			
MUESTRA	: Mab-01			
CANTERA	: CARHUAMARAY			
FRASCO N°	ACH - R17	ACH - R18		
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	119.32	115.93		
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)	112.92	109.86		
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	6.40	6.07		
(4) Pfr (gr)	19.22	15.84		
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	93.70	94.02		
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	6.83	6.46		
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	6.64			



Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua

INGENIERÍA S.A.C.
Ingeniería Civil Especializada
Laboratorio Geotécnico



 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestría en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayllo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
 RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



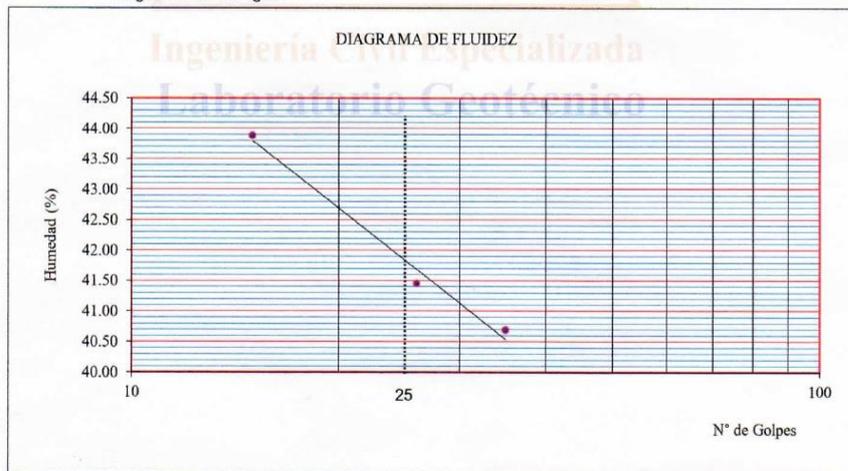
SOLICITA	: BACH. JAVILIANO CUEVA MIGUEL ANGEL	CALICATA	: M-01
TESIS	: *ESTABILIZACIÓN DE ADOBE CON ADICION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA SU USO EN VIVIENDAS RURALES. PISCOBAMBA - 2022*	MUESTRA	: Mab-01
		CANTERA	: CARHUAMARAY
		FECHA	: 20 DE OCTUBRE DE 2022

LIMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO ASTM D-4318

Ensayo	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	ALC - R16	ALC - R17	ALC - R18	ALC - P16	ALC - P17	ALC - P18
Frasco N°						
N. De golpes	15	26	35			
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	50.18	49.34	48.24	18.89	19.07	19.13
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	44.05	43.45	42.43	17.52	17.69	17.76
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	6.13	5.89	5.81	1.37	1.38	1.37
(4) Pfr (gr)	30.08	29.24	28.15	12.79	12.96	13.02
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	13.97	14.21	14.28	4.73	4.73	4.74
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	43.88	41.45	40.69	28.96	29.18	28.90

Nota: Pfr = Peso del frasco
 P.S.H. = Peso del suelo humedo
 P.S.S. = Peso del suelo seco
 Pagua = Peso del agua



Límite Líquido (L.L.) =	42.68	Límite Plaástico (L.P.) =	29.01	Índice Plasticidad (I.P.) =	13.67
-------------------------	-------	---------------------------	-------	-----------------------------	-------

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestría en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayllo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC



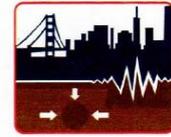


3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



SOLICITA	: BACH. JAVILIANO CUEVA MIGUEL ANGEL	CALICATA	: M-01
PROYECTO	: "ESTABILIZACIÓN DE ADOBE CON ADICION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA SU USO EN VIVIENDAS RURALES, PISCOBAMBA - 2022"	TIPO SUEL	: SC
		MUESTRA	: Mab-01
		CANTERA	: CARHUAMARAY
		FECHA	: 20 DE OCTUBRE DE 2022

INFORME N° 571-2022-3R-LG

PRUEBA "CINTA DE BARRO"

(NORMA E080, ANEXO 01)

Diametro : 12 mm

Espesor : 4 mm



Longitud de descolgado	Tiempo	Valores (*)		Interpretación
	min	cm	Descripción	
15 cm	10	0 - 10	Poco arcilloso	El suelo tiene poco y medio contenido de arcilla. Recomendable para la construcción de muros
		10 - 20	Medio arcilloso	
		20 - 25	Muy arcilloso	

Nota: El ensayo ha sido realizado por el interesado.

(*) Valores de referencia de la NTE 080, Anexo N° 01

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayllo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOBES

INFORME N° 571-2022-3R-LG

SOLICITA : BACH. JAVILIANO CUEVA MIGUEL ANGEL

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE ADOBE CON ADICION DE CENIZA DE HOJA
DE EUCALIPTO PARA SU USO EN VIVIENDAS RURALES,
PISCOBAMBA - 2022"

ENTIDAD : UNASAM, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

FECHA : 28 DE NOVIEMBRE DE 2022

DOSIFICACION: En peso: En volumen:



N°	ESPECIMEN DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES		ESPEJOR (cm)	CARGA (Kg)	ÁREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)
		ANCHO(cm)	LARGO (cm)				
1	ADOBE PATRON CON 0% DE CHE (A-1)	10.00	10.00	10.00	1,297.61	100.00	12.976
2	ADOBE PATRON CON 0% DE CHE (A-2)	10.00	10.00	10.00	1,621.12	100.00	16.211
3	ADOBE PATRON CON 0% DE CHE (A-3)	10.00	10.00	10.00	1,386.38	100.00	13.864
4	ADOBE PATRON CON 0% DE CHE (A-4)	10.00	10.00	10.00	1,671.11	100.00	16.711
5	ADOBE PATRON CON 0% DE CHE (A-5)	10.00	10.00	10.00	1,490.40	100.00	14.904

OBSERVACIONES:

Las muestras de Adobe fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Róque
Ing. Reynaldo M. Reyes Róque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayllo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOBES

INFORME N° 571-2022-3R-LG

SOLICITA : BACH. JAVILIANO CUEVA MIGUEL ANGEL

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE ADOBE CON ADICION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA SU USO EN VIVIENDAS RURALES, PISCOBAMBA - 2022"

ENTIDAD : UNASAM, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

FECHA : 28 DE NOVIEMBRE DE 2022

DOSIFICACION: En peso: En volumen:



ESPECIMEN		DIMENSIONES		ESPEJOR	CARGA	ÁREA	f'c
N°	DESCRIPCIÓN	ANCHO(cm)	LARGO (cm)	(cm)	(Kg)	cm2	(Kg/cm2)
1	ADOBE CON 1.5% DE CHE (B-1)	10.00	10.00	10.00	2,100.00	100.00	21.000
2	ADOBE CON 1.5% DE CHE (B-2)	10.00	10.00	10.00	2,125.65	100.00	21.257
3	ADOBE CON 1.5% DE CHE (B-3)	10.00	10.00	10.00	1,950.80	100.00	19.508
4	ADOBE CON 1.5% DE CHE (B-4)	10.00	10.00	10.00	2,230.00	100.00	22.300
5	ADOBE CON 1.5% DE CHE (B-5)	10.00	10.00	10.00	2,550.83	100.00	25.508

OBSERVACIONES:

Las muestras de Adobe fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 00131871



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayllo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeotecnica.com 954 709 070 3R Geotecnica SAC





3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOBES

INFORME N° 571-2022-3R-LG

SOLICITA : BACH. JAVILIANO CUEVA MIGUEL ANGEL

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE ADOBE CON ADICION DE CENIZA DE HOJA
DE EUCALIPTO PARA SU USO EN VIVIENDAS RURALES,
PISCOBAMBA - 2022"

ENTIDAD : UNASAM, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

FECHA : 28 DE NOVIEMBRE DE 2022

DOSIFICACION: En peso: En volumen:



N°	ESPECIMEN DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES		ESPEJOR (cm)	CARGA (Kg)	ÁREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)
		ANCHO(cm)	LARGO (cm)				
1	ADOBE CON 2.5% DE CHE (C-1)	10.00	10.00	10.00	2,680.65	100.00	26.807
2	ADOBE CON 2.5% DE CHE (C-2)	10.00	10.00	10.00	2,550.40	100.00	25.504
3	ADOBE CON 2.5% DE CHE (C-3)	10.00	10.00	10.00	2,660.39	100.00	26.604
4	ADOBE CON 2.5% DE CHE (C-4)	10.00	10.00	10.00	2,490.00	100.00	24.900
5	ADOBE CON 2.5% DE CHE (C-5)	10.00	10.00	10.00	2,530.81	100.00	25.308

OBSERVACIONES:

Las muestras de Adobe fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 00131871



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57800
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeingenieria.com 954 709 070 3R Geingeniería SAC



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOBES

INFORME N° 571-2022-3R-LG

SOLICITA : BACH. JAVILIANO CUEVA MIGUEL ANGEL

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE ADOBE CON ADICION DE CENIZA DE HOJA
DE EUCALIPTO PARA SU USO EN VIVIENDAS RURALES,
PISCOBAMBA - 2022"

ENTIDAD : UNASAM, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

FECHA : 28 DE NOVIEMBRE DE 2022

DOSIFICACION: En peso: En volumen:



N°	ESPECIMEN DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES		ESPEJOR (cm)	CARGA (Kg)	ÁREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)
		ANCHO(cm)	LARGO (cm)				
1	ADOBE CON 5% DE CHE (D-1)	10.00	10.00	10.00	3,190.00	100.00	31.900
2	ADOBE CON 5% DE CHE (D-2)	10.00	10.00	10.00	3,225.55	100.00	32.256
3	ADOBE CON 5% DE CHE (D-3)	10.00	10.00	10.00	3,030.97	100.00	30.310
4	ADOBE CON 5% DE CHE (D-4)	10.00	10.00	10.00	3,440.90	100.00	34.409
5	ADOBE CON 5% DE CHE (D-5)	10.00	10.00	10.00	3,120.10	100.00	31.201

OBSERVACIONES:

Las muestras de Adobe fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



 *Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr*
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeotecnica.com 954 709 070 3R Geotecnica SAC





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOBES

INFORME N° 571-2022-3R-LG

SOLICITA : BACH. JAVILIANO CUEVA MIGUEL ANGEL

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE ADOBE CON ADICION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA SU USO EN VIVIENDAS RURALES, PISCOBAMBA - 2022"

ENTIDAD : UNASAM, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

FECHA : 28 DE NOVIEMBRE DE 2022

DOSIFICACION: En peso: En volumen:



N°	ESPECIMEN DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES		ESPESOR (cm)	CARGA (Kg)	ÁREA cm2	f'c (Kg/cm2)
		ANCHO(cm)	LARGO (cm)				
1	ADOBE CON 7.5% DE CHE (E-1)	10.00	10.00	10.00	3,012.40	100.00	30.124
2	ADOBE CON 7.5% DE CHE (E-2)	10.00	10.00	10.00	3,115.00	100.00	31.150
3	ADOBE CON 7.5% DE CHE (E-3)	10.00	10.00	10.00	3,092.27	100.00	30.923
4	ADOBE CON 7.5% DE CHE (E-4)	10.00	10.00	10.00	3,246.50	100.00	32.465
5	ADOBE CON 7.5% DE CHE (E-5)	10.00	10.00	10.00	3,384.18	100.00	33.842

OBSERVACIONES:

Las muestras de Adobe fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 00131871





3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOBES

INFORME N° 571-2022-3R-LG

SOLICITA : BACH. JAVILIANO CUEVA MIGUEL ANGEL

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE ADOBE CON ADICION DE CENIZA DE HOJA
DE EUCALIPTO PARA SU USO EN VIVIENDAS RURALES,
PISCOBAMBA - 2022"

ENTIDAD : UNASAM, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

FECHA : 28 DE NOVIEMBRE DE 2022

DOSIFICACION: En peso: En volumen:



N°	ESPECIMEN DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES		ESPEJOR (cm)	CARGA (Kg)	ÁREA cm2	f'c (Kg/cm2)
		ANCHO(cm)	LARGO (cm)				
1	ADOBE CON 10% DE CHE (F-1)	10.00	10.00	10.00	2,970.15	100.00	29.702
2	ADOBE CON 10% DE CHE (F-2)	10.00	10.00	10.00	2,418.30	100.00	24.183
3	ADOBE CON 10% DE CHE (F-3)	10.00	10.00	10.00	2,892.95	100.00	28.930
4	ADOBE CON 10% DE CHE (F-4)	10.00	10.00	10.00	2,540.15	100.00	25.402
5	ADOBE CON 10% DE CHE (F-5)	10.00	10.00	10.00	2,612.90	100.00	26.129

OBSERVACIONES:

Las muestras de Adobe fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayllo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeingenieria.com 954 709 070 3R Geingeniería SAC

Anexo C. Sección fotográfica.

Fotografías 1 - 2. Prueba de campo para determinar la presencia de arcilla.



Fotografías 3 - 6. Toma de la muestra de suelo y hojas de eucalipto (Carhuamaray - provincia de Mariscal Luzuriaga).



Fotografías 7 – 8. Preparación de la ceniza hoja de eucalipto.



Fotografías 9 – 10. Preparación de la mezcla para el adobe.



Fotografía 11 – 14. Preparación del adobe conforme a la cantidad de ceniza de hoja de eucalipto.



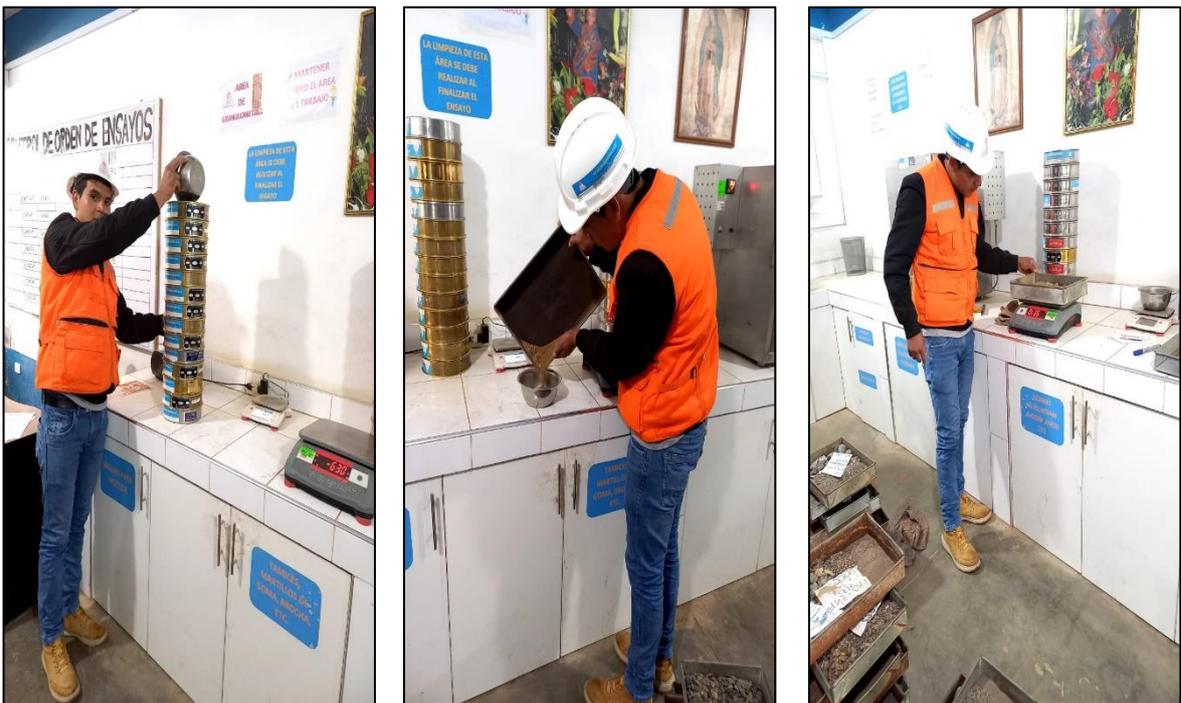
Fotografía 15 – 17. Formación de adobes y su preparación para el secado.



Fotografía 18-20. Prueba de las propiedades físicas del suelo: cinta de barro, límite líquido, límite de plasticidad.



Fotografía 21-23. Prueba de las propiedades físicas del suelo: análisis granulométrico, tamizado, pesado.



Fotografía 24-25. Acomodo de adobes de acuerdo al porcentaje de ceniza, para su evaluación.



Fotografía 26-27. Preparación de los adobes en la máquina de compresión.

