



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL
CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO
Y CENIZA DE CARBON VEGETAL EN LA
PROVINCIA DE EL COLLAO 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL
CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO
Y CENIZA DE CARBON VEGETAL EN LA
PROVINCIA DE EL COLLAO 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. WILFREDO DAVID SUÑO PACORI

ASESOR DE TESIS

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1004-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 05 de septiembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-7400 presentado por el (la) Bachiller: ALEXIS ERON MAMANI LUQUE estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. ALEXIS ERON MAMANI LUQUE, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBON VEGETAL EN LA PROVINCIA DEL COLLAO 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- **1er Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- **2do Miembro** : Mgr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Dr. ARNALDO YANA TORRES.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: ALEXIS ERON MAMANI LUQUE; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBON VEGETAL EN LA PROVINCIA DEL COLLAO 2025** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : viernes 12 de septiembre del 2025
- **HORA** : 15:30 horas
- **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR V. VIANONTE GALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.

Archivo

Investigación



RESOLUCIÓN DECANAL N° 800-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 800 por el señor (a): ALEXIS ERON MAMANI LUQUE quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 630- 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 035- 2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): ALEXIS ERON MAMANI LUQUE, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBON VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 035- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBON VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO - APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): ALEXIS ERON MAMANI LUQUE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBON VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), Dr. **ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Yana Mena
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (s)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 512-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 24 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 5576, presentado por el señor (a) ALEXIS ERON MAMANI LUQUE solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO – N° 261-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 041-2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): ALEXIS ERON MAMANI LUQUE ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBON VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Cesar Guillormo Camargo Najjar de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 041-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBON VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): ALEXIS ERON MAMANI LUQUE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBON VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Dr. **ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR Y. YAMONTE CALLA
DECANO (e)
-CIP. 32730

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Fritz Y. Mamaní Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo 2025
Interesado (a)



17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 9% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 15% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.


Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBON VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ALEXIS ERON MAMANI LUQUE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73521503
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-4642-6362
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02428673
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: El Collao Latitud: S 16° 05' 07" Longitud: O 69° 38' 13"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/YsmDaWMfEZUz8JBC6</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 – Septiembre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de Materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
CALLE 10 DE ABRIL 1001
PUNO - PERÚ

DIRECTOR

[Firma]

Dr. Félix Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
OFICINA DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ALEXIS ERON MAMANI LUQUE, identificado con DNI Nro. 73521503, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBON VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 16 de octubre del 2025

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis padres, que siempre me han inspirado y apoyado en este camino académico. Su amor, esfuerzo y sacrificio me hicieron el día de hoy alcanzar esta meta. Gracias por orientarme, por creer en mí, por enseñarme la perseverancia, el compromiso.

Su ejemplo y perseverancia me han enseñado a no rendirme ante la adversidad. Esto también es gracias a ustedes; sin su apoyo incondicional, nada de esto hubiera sido posible.

Con gratitud y amor les dedico este trabajo como una pequeña muestra de agradecimiento por todo lo que han hecho por mí.



AGRADECIMIENTO

A Dios, fuente de sabiduría, fortaleza y guía en mi vida. Gracias por darme salud, paciencia y permitirme crecer en este camino académico. Sin ti, sin tus bendiciones, esto no hubiera sido posible.

A mis padres, por su amor, apoyo incondicional y sacrificio para que logre mis objetivos. Su ejemplo de trabajo y dedicación es mi mayor inspiración.

A mis asesores y profesores por sus conocimientos, guía y consejos en el desarrollo de esta investigación. Su orientación fue esencial para finalizar este trabajo.

A mis amigos, compañeros, que me animaron en las malas y me acompañaron en el camino. Su apoyo y palabras de aliento fueron fundamentales en este proceso.

A todos aquellos que de una manera u otra hicieron posible esta tesis, muchas gracias. ¡Esto también es gracias a usted!



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTO..... ii

ÍNDICE GENERAL..... i

ÍNDICE DE TABLAS..... iv

ÍNDICE DE FIGURAS..... vi

RESUMEN..... vii

ABSTRACT..... viii

INTRODUCCIÓN..... ix

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática..... 11

1.2 Planteamiento del problema..... 13

 1.2.1 Problema general 13

 1.2.2 Problemas específicos..... 13

1.3 Objetivos de la investigación 13

 1.3.1 Objetivo general 13

 1.3.2 Objetivos específicos..... 14

1.4 Justificación de la investigación 14

 1.4.1 Justificación técnica..... 14

 1.4.2 Justificación económica 15

 1.4.3 Justificación social 15

 1.4.4 Justificación ambiental..... 16

1.5 Hipótesis de la investigación 16

 1.5.1 Hipótesis general 16

 1.5.2 Hipótesis específicas..... 16

1.6 Variables e indicadores 17

 1.6.1 Variable independiente 17

 1.6.2 Variable dependiente..... 17



1.7 Operacionalización de variables..... 18

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación 19
2.1.1 Antecedentes internacionales..... 19
2.1.2 Antecedentes nacionales..... 21
2.1.3 Antecedentes locales..... 23
2.2 Bases teóricas 25
2.2.1 Corcho reciclado..... 25
2.2.2 Carbón..... 27
2.2.2.1 Cenizas de Carbón 27
2.2.2.2 Cenizas de carbón vegetal..... 28
2.2.2.3 Obtención de las cenizas de carbón vegetal 29
2.2.2.4 Composición y propiedades 30
2.2.3 Adobes 31
2.2.3.1 Beneficios del uso del adobe 32
2.2.3.2 Desventajas del uso del adobe 34
2.2.3.3 Adobes en el Perú 35
2.2.3.4 Requisitos generales para el adobe 37
2.2.3.5 Tipos de adobe 38
2.2.4 Composición del adobe 40
2.2.5 Proceso de elaboración del adobe..... 42
2.2.6 Ensayos al adobe 45
2.3 Marco conceptual..... 47

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación 49
3.2 Nivel de la investigación..... 50
3.3 Tipo de la investigación..... 50
3.4 Diseño de la investigación..... 51



3.5	Método de la investigación.....	52
3.6	Población y muestra de la investigación.....	52
3.6.1	Población.....	52
3.6.2	Muestra	53
3.7	Técnicas e instrumentos	54
3.7.1	Técnicas	54
3.7.2	Instrumentos.....	54
3.8	Validación y confiabilidad del instrumento	55
3.8.1	Validación.....	55
3.8.2	Confiabilidad.....	55
3.9	Plan de recolección y procesamiento de datos	55
3.9.1	Tratamiento del Corcho reciclado	55
3.9.2	Tratamiento de las Cenizas de carbón vegetal	57
3.9.3	Elaboración del adobe	58
3.9.4	Análisis e interpretación de los resultados	71

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados obtenidos.....	72
4.1.1	Propiedades del adobe tradicional producidas con materiales propios en la provincia de el collao	74
4.1.2	Impacto de la incorporación de corcho reciclado en proporciones del 3% y 6% en las propiedades del adobe.....	79
4.1.3	Impacto de la incorporación de ceniza de carbón vegetal en proporciones del 3% y 6% en las propiedades del adobe	91
4.2	Discusión de Resultados.....	110
CONCLUSIONES.....		112
RECOMENDACIONES.....		114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		115
ANEXOS		119



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Operacionalización de variables* 18

Tabla 2 *Límites del suelo empleado para el adobe*..... 72

Tabla 3 *Gradación en la exploración 1* 73

Tabla 4 *Absorciones de los adobes tradicionales*..... 74

Tabla 5 *Variaciones en las dimensiones de los adobes tradicionales de 40*20*10* 75

Tabla 6 *Alabeos en los adobes* 75

Tabla 7 *Resistencia a la compresión de los adobes tradicionales* 76

Tabla 8 *Resistencias a tracción de los adobes tradicionales* 77

Tabla 9 *Resistencias a pilas de los adobes tradicionales* 78

Tabla 10 *Absorciones de los adobes + 3% de COREC* 79

Tabla 11 *Variaciones en las dimensiones de los adobes + 3% de COREC*..... 79

Tabla 12 *Alabeos en los adobes + 3% de COREC*..... 80

Tabla 13 *Resistencia a la compresión de los adobes + 3% de COREC* 80

Tabla 14 *Resistencias a tracción de los adobes + 3% de COREC* 81

Tabla 15 *Resistencias a pilas de los adobes + 3% de COREC* 82

Tabla 16 *Absorciones de los adobes + 6% de COREC* 82

Tabla 17 *Variaciones en las dimensiones de los adobes + 6% de COREC*..... 83

Tabla 18 *Alabeos en los adobes + 6% de COREC*..... 84

Tabla 19 *Resistencia a la compresión de los adobes + 6% de COREC* 84

Tabla 20 *Resistencias a tracción de los adobes + 6% de COREC* 85

Tabla 21 *Resistencias a pilas de los adobes + 6% de COREC* 86

Tabla 22 *Resumen respecto absorción* 86

Tabla 23 *Resumen respecto a la variación de las dimensiones*..... 87

Tabla 24 *Resumen respecto al alabeo* 88

Tabla 25 *Resumen respecto a la compresión*..... 88

Tabla 26 *Resumen respecto a la tracción*..... 89



Tabla 27 <i>Resumen respecto a compresión de pilas</i>	90
Tabla 28 <i>Absorciones de los adobes + 3% de CECVE</i>	91
Tabla 29 <i>Variaciones en las dimensiones de los adobes + 3% de CECVE</i>	92
Tabla 30 <i>Alabeos en los adobes + 3% de CECVE</i>	93
Tabla 31 <i>Resistencia a la compresión de los adobes + 3% de CECVE</i>	93
Tabla 32 <i>Resistencias a tracción de los adobes + 3% de CECVE</i>	94
Tabla 33 <i>Resistencias a pilas de los adobes + 3% de CECVE</i>	95
Tabla 34 <i>Absorciones de los adobes + 6% de CECVE</i>	95
Tabla 35 <i>Variaciones en las dimensiones de los adobes + 6% de CECVE</i>	96
Tabla 36 <i>Alabeos en los adobes + 6% de CECVE</i>	96
Tabla 37 <i>Resistencia a la compresión de los adobes + 6% de CECVE</i>	97
Tabla 38 <i>Resistencias a tracción de los adobes + 6% de CECVE</i>	98
Tabla 39 <i>Resistencias a pilas de los adobes + 6% de CECVE</i>	98
Tabla 40 <i>Resumen respecto absorción</i>	99
Tabla 41 <i>Resumen respecto a la variación de las dimensiones</i>	100
Tabla 42 <i>Resumen respecto al alabeo</i>	100
Tabla 43 <i>Resumen respecto a la compresión</i>	101
Tabla 44 <i>Resumen respecto a la tracción</i>	102
Tabla 45 <i>Resumen respecto a compresión de pilas</i>	103
Tabla 46 <i>Resumen respecto absorción</i>	104
Tabla 47 <i>Resumen respecto a la variación de las dimensiones</i>	105
Tabla 48 <i>Resumen respecto al alabeo</i>	106
Tabla 49 <i>Resumen respecto a la compresión</i>	107
Tabla 50 <i>Resumen respecto a la tracción</i>	108
Tabla 51 <i>Resumen respecto a compresión de pilas</i>	109



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Adobes</i>	36
Figura 2 <i>Corcho reciclado</i>	56
Figura 3 <i>Obtención de cenizas</i>	57
Figura 4 <i>Gradación en la exploración 1</i>	73
Figura 5 <i>Absorciones de los adobes tradicionales</i>	74
Figura 6 <i>Resistencia a la compresión de los adobes tradicionales</i>	76
Figura 7 <i>Resistencias a tracción de los adobes tradicionales</i>	77
Figura 8 <i>Resistencias a pilas de los adobes tradicionales</i>	78
Figura 9 <i>Resumen respecto absorción</i>	87
Figura 10 <i>Resumen respecto a la compresión</i>	89
Figura 11 <i>Resumen respecto a la tracción</i>	90
Figura 12 <i>Resumen respecto a compresión de pilas</i>	91
Figura 13 <i>Resumen respecto absorción</i>	99
Figura 14 <i>Resumen respecto a la compresión</i>	101
Figura 15 <i>Resumen respecto a la tracción</i>	102
Figura 16 <i>Resumen respecto a compresión de pilas</i>	103
Figura 17 <i>Resumen respecto absorción</i>	104
Figura 18 <i>Resumen respecto al alabeo</i>	106
Figura 19 <i>Resumen respecto a la compresión</i>	107
Figura 20 <i>Resumen respecto a la tracción</i>	108
Figura 21 <i>Resumen respecto a compresión de pilas</i>	109



RESUMEN

La investigación titulada "Evaluación de las propiedades del adobe tradicional con incorporación de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal en la provincia de el collao 2025" tiene como objetivo evaluar las propiedades del adobe tradicional modificado con corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal en cantidades variables (3% y 6%) en la provincia de el collao. Para ello, se empleó una metodología de diseño experimental, con un enfoque cuantitativo, nivel explicativo y de aplicación práctica. Los resultados obtenidos evidencian que los adobes modificados presentan mejoras significativas en comparación con el adobe tradicional. Los adobes tradicionales presentaron una absorción de agua promedio de 17.47%, una resistencia a compresión de 10.25 kg/cm², y un alabeo de 1.29 mm. La incorporación del 3% de corcho reciclado aumentó la resistencia a la compresión a 10.36 kg/cm², mientras que el 6% de corcho mostró una resistencia de 10.01 kg/cm², además de reducir la absorción de agua a 16.98%. Con el 3% de corcho, la resistencia a tracción y a pilas también mejoró. Por otro lado, los adobes con 3% de ceniza de carbón vegetal alcanzaron una resistencia a compresión de 11.87 kg/cm², mientras que con el 6%, la resistencia aumentó a 13.95 kg/cm². La absorción de agua disminuyó a 16.12%, y la variación dimensional se redujo con alabeos de 1.27 mm y 1.26 mm para las mezclas con 3% y 6% de ceniza, respectivamente. En conclusión, la modificación del adobe tradicional con corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal en las proporciones evaluadas mejora significativamente las propiedades del material, lo que puede contribuir a la sostenibilidad y eficiencia en la construcción en la región de el collao.

Palabras Clave: Adobe tradicional, corcho reciclado, ceniza de carbón vegetal, propiedades del adobe.



ABSTRACT

The research entitled "Evaluation of the properties of traditional adobe with the incorporation of recycled cork and charcoal ash in the province of Collao 2025" aims to evaluate the properties of traditional adobe modified with recycled cork and charcoal ash in varying amounts (3% and 6%) in the province of El collao. To this end, an experimental design methodology was used, with a quantitative, explanatory, and practical application approach. The results obtained show that the modified adobe bricks present significant improvements compared to traditional adobe. Traditional adobe bricks had an average water absorption of 17.47%, a compressive strength of 10.25 kg/cm², and a warping of 1.29 mm. The incorporation of 3% recycled cork increased the compressive strength to 10.36 kg/cm², while 6% cork showed a strength of 10.01 kg/cm², in addition to reducing water absorption to 16.98%. With 3% cork, tensile and pile strength also improved. On the other hand, adobe bricks with 3% charcoal ash achieved a compressive strength of 11.87 kg/cm², while with 6%, the strength increased to 13.95 kg/cm². Water absorption decreased to 16.12%, and dimensional variation was reduced with warping of 1.27 mm and 1.26 mm for mixtures with 3% and 6% ash, respectively. In conclusion, modifying traditional adobe with recycled cork and charcoal ash in the proportions evaluated significantly improves the material's properties, which can contribute to sustainability and efficiency in construction in the Collao region.

Keywords: Traditional adobe, recycled cork, charcoal ash, properties of adobe.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la construcción de viviendas sigue siendo un desafío en muchas regiones del mundo, especialmente en zonas rurales y urbanas marginales, donde las condiciones económicas no permiten el acceso a materiales de construcción convencionales. En este sentido, el adobe tradicional ha representado una solución efectiva y accesible, ampliamente utilizada por sus propiedades térmicas, acústicas y estructurales. Pero la construcción en adobe tiene restricciones de resistencia, durabilidad y el impacto ambiental de los materiales convencionales.

La adición de materiales reciclados y subproductos vegetales ha sido una forma prometedora de mejorar el adobe sin elevar los costos de producción. El corcho, ligero y flexible, añade aislamiento térmico y resistencia a la humedad a la mezcla. Por su parte, la ceniza de carbón vegetal, residuo de la combustión de madera, puede mejorar la resistencia a la compresión y disminuir la permeabilidad al agua, lo que podría prolongar la vida útil del adobe.

La presente investigación busca determinar las características del adobe tradicional mezclado con corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal en diferentes proporciones en la provincia de El Collao, 2025. Mediante la caracterización de las propiedades, las mezclas obtenidas, para así establecer la influencia de estos materiales reciclados en el comportamiento del adobe y poder así contribuir a la sostenibilidad y mejorar las condiciones constructivas en la zona. Esta investigación le da un nuevo uso a materiales reciclados y así mejorar la calidad del adobe y hacer una construcción más sostenible.

En este estudio se interpretarán los resultados obtenidos en cuanto a resistencia a la compresión y demás parámetros que definirán la viabilidad de estas mezclas para la construcción de viviendas en zonas rurales. También se hablará de los impactos



ambientales de esta alternativa y su potencial aplicación a gran escala para mejorar las condiciones de vida de las poblaciones rurales en el área de El Collao.

En ese sentido, la investigación se organiza de la siguiente manera: en el Capítulo I se aborda el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación; en el Capítulo II se revisa la literatura sobre la evaluación del adobe; en el Capítulo III se describe la metodología utilizada para la recolección y análisis de datos; en el Capítulo IV se presentan y discuten los resultados; y, finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel mundial uno de los mayores problemas en el sector de la construcción es la sostenibilidad de los materiales. La construcción en los países en vías de desarrollo tiene serios problemas de consumo excesivo de recursos naturales no renovables y genera gran cantidad de residuos. Los materiales convencionales de construcción, como el concreto y el acero, son altamente energéticos y consumidores de recursos en su fabricación, lo que impacta en la huella de carbono mundial. A pesar de los esfuerzos de sostenibilidad, muchos países continúan empleando materiales tradicionales que no solo son perjudiciales para el medio ambiente, sino también inasequibles para muchos en áreas rurales o en situación de pobreza (Bautista, 2022).

La construcción con adobe ha sido una práctica común en varias culturas alrededor del mundo, debido a sus propiedades térmicas y la disponibilidad de materiales locales. Sin embargo, el adobe tradicional, aunque accesible y sostenible en su origen, presenta limitaciones en términos de resistencia estructural y durabilidad frente a factores climáticos extremos. La necesidad de innovar en la construcción de viviendas sostenibles, mejorando las propiedades del adobe, se ha convertido en un tema de relevancia internacional. La integración de materiales reciclados y biodegradables, como el corcho reciclado y la ceniza



de carbón vegetal, podría representar una solución efectiva para mejorar las características del adobe y, de este modo, promover construcciones más eficientes, duraderas y ecológicas a nivel mundial (Bautista, 2022).

En el ámbito nacional la construcción con adobe aún es muy común en áreas rurales de muchos países, como en Perú. Pero el empleo de este material tiene ciertos inconvenientes, como su poca resistencia a la compresión, es susceptible a la humedad y se deteriora con el tiempo en condiciones climáticas adversas (lluvia, sol, etc.). Estos problemas han abierto la puerta a la búsqueda de alternativas que mejoren las características del adobe tradicional sin elevar el costo de producción (García, 2024).

En el Perú, a pesar de ser el adobe un material muy utilizado por ser barato y de fácil producción, el mismo es de baja calidad en muchos casos y no logra soportar las condiciones agresivas del medio ambiente. Pero, además, el empleo de materiales no renovables para edificar viviendas continúa siendo la regla, con la consiguiente degradación ambiental. La adición de materiales reciclados, como corcho y cenizas de carbón vegetal, es una forma novedosa de mejorar el adobe y hacer más perdurable la construcción con este material. "Este enfoque no solo puede mejorar la calidad de las viviendas, sino que también puede disminuir el impacto ambiental de la construcción en el país" (García, 2024).

En la provincia de el collao, ubicada en la región sur del Perú, el acceso a materiales de construcción de calidad y sostenibles es limitado, lo que ha llevado a una dependencia de materiales tradicionales, como el adobe. Si bien el adobe es un material accesible, barato y adaptado a las condiciones climáticas locales, su resistencia y durabilidad no son siempre suficientes para asegurar una vida útil prolongada de las viviendas, especialmente ante los efectos del cambio climático, como las lluvias intensas o las fluctuaciones térmicas extremas. Además, la falta de capacitación en técnicas de construcción modernas y la carencia de acceso a materiales de construcción alternativos hace que las viviendas en muchas zonas rurales, incluyendo el collao, sean vulnerables a daños y deterioro prematuro.

A nivel local, la situación se ve aún más complicada por la escasez de programas de capacitación y de acceso a tecnologías que permitan mejorar la calidad del adobe sin que esto implique un aumento significativo en los costos de construcción. La provincia de El Collao enfrenta retos adicionales relacionados con la pobreza, lo que limita la capacidad de las comunidades para acceder a materiales de construcción más avanzados. Sin embargo, la investigación de alternativas como la incorporación de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal en la mezcla de adobe podría proporcionar una solución viable para mejorar las propiedades del adobe tradicional, promoviendo viviendas más resistentes y sostenibles, adaptadas a las condiciones locales.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cuáles son las propiedades del adobe tradicional con incorporación de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal en la provincia de el collao 2025?

1.2.2 *Problemas específicos*

1. ¿Cuáles son las propiedades del adobe tradicional producidas con materiales propios en la provincia de el collao 2025?
2. ¿Cuál es el impacto de la incorporación de corcho reciclado en proporciones del 3% y 6% en las propiedades del adobe?
3. ¿Cuál es el impacto de la incorporación de ceniza de carbón vegetal en proporciones del 3% y 6% en las propiedades del adobe?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar las propiedades del adobe tradicional con adición de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal en la provincia de el Collao 2025.



1.3.2 Objetivos específicos

1. Evaluar las propiedades del adobe tradicional producidas con materiales propios en la provincia de el collao 2025.
2. Evaluar el impacto de la incorporación de corcho reciclado en proporciones del 3% y 6% en las propiedades del adobe.
3. Evaluar el impacto de la incorporación de ceniza de carbón vegetal en proporciones del 3% y 6% en las propiedades del adobe.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

La presente investigación de tipo tecnológico busca mejorar las características del adobe convencional al mezclarse con materiales reciclados como corcho y cenizas de carbón vegetal. El adobe como material constructivo es tradicional y barato, pero poco durable y resistente. Esta investigación pretende dar solución a estas restricciones, a través de la experimentación y análisis técnico, para mejorar el rendimiento del adobe sin aumentar significativamente sus costos de producción.

La adición de corcho molido reciclado y ceniza de carbón vegetal es una forma novedosa de mejorar la resistencia mecánica, impermeabilizar y mejorar las propiedades térmicas del adobe. El empleo de estos materiales reciclados es técnicamente factible y puede dar respuesta a los problemas de calidad estructural del adobe. Además, la caracterización de las propiedades físicas y mecánicas de estas mezclas permitirá definir ciertos parámetros que posibiliten el uso del adobe mejorado en la construcción de viviendas con resultados técnicos confiables para mejorar los procesos constructivos locales.



1.4.2 Justificación económica

Desde el punto de vista económico, el adobe tradicional continúa siendo una de las alternativas más accesibles para las poblaciones rurales, como en la provincia de El Collao, donde no se cuenta con recursos para la compra de materiales convencionales para la construcción. Pero lo que se ahorra al principio por ser tan barato el adobe, se pierde por su poca duración, teniendo que gastar más a la larga en reparaciones o reconstrucciones.

La idea de usar materiales reciclados (corcho, ceniza de carbón vegetal, etc.) puede mejorar la resistencia del adobe sin aumentar mucho los costos de producción. De hecho, la utilización de estos materiales reciclados podría abaratar costes en comparación con la compra de materiales convencionales y mejorar la calidad estructural de las viviendas. Además, el uso de materiales locales y reciclados promueve el uso de recursos locales, lo que apoya la sostenibilidad económica a largo plazo para las comunidades, al generar ahorros y disminuir la dependencia de materiales externos.

1.4.3 Justificación social

La mejora del adobe influye directamente en las condiciones de vida de las poblaciones rurales con acceso limitado a materiales de construcción de calidad. En la provincia de el Collao, muchas casas de adobe son inhabitables por falta de resistencia y durabilidad en temporada de lluvias o cambios extremos de temperatura. La presente investigación pretende dar una solución para que las familias puedan tener viviendas más resilientes y confortables, mejorando su calidad de vida.

Además, la creación de este modelo de adobe mejorado puede generar empleo local en la recolección, procesamiento y uso de materiales reciclados, capacitando a trabajadores locales y fomentando la innovación en la construcción. Esto puede impactar positivamente a la comunidad, fortaleciendo las redes sociales y creando pertenencia en la mejora de las condiciones de vivienda.

1.4.4 Justificación ambiental

Desde el punto de vista medioambiental, la investigación es relevante, ya que promueve el uso de materiales reciclados como el corcho y la ceniza de carbón vegetal, residuos industriales y agrícolas. Al mezclarlos en la fabricación del adobe, se reduce la extracción de nuevas materias primas y se reutilizan residuos, disminuyendo la huella de carbono y contribuyendo a solucionar el problema de residuos.

Y mejorando el adobe, se reducen las dependencias de materiales constructivos más contaminantes y costosos en términos energéticos, como el cemento o el acero. El uso de materiales reciclados en la construcción de viviendas favorece también la sostenibilidad en el tiempo, al reducir la huella ambiental que supone la producción de materiales convencionales. Por lo cual, esta investigación no solo ayuda a mejorar la vida, sino que también al planeta con prácticas constructivas más sostenibles.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

Las propiedades del adobe tradicional con adición de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal en la provincia de el Collao 2025, mejorarán de forma significativa.

1.5.2 Hipótesis específicas.

1. Las propiedades del adobe tradicional producidas con materiales propios en la provincia de el collao 2025, cumplirán con las especificaciones recomendadas.
2. La incorporación de corcho reciclado en proporciones del 3% y 6% tendrá un efecto significativo en las propiedades del adobe.
3. La incorporación de ceniza de carbón vegetal en proporciones del 3% y 6% tendrá un efecto significativo en las propiedades del adobe.



1.6 Variables e indicadores

1.6.1 Variable independiente

Corcho Reciclado

Ceniza de Carbón Vegetal

Indicadores:

- Incorporación de corcho reciclado en 3% y 6%
- Incorporación de ceniza de carbón vegetal en 3% y 6%

Tiempo de curado

Indicadores:

- Días de curado

1.6.2 Variable dependiente

Propiedades del Adobe Tradicional

Indicadores:

- Absorción
- Variación dimensional
- Alabeo
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la tracción
- Resistencia en pilas



1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍNDICE	VALOR FINAL	INST. DE MEDICIÓN	TIPO
VI Corcho Reciclado	El corcho reciclado es un material obtenido a partir del reciclaje de corchos de vino y otros productos de corcho.	Proporción de incorporación	Porcentaje de corcho reciclado en la mezcla (3% y 6%).	%	3% a 6%	(balanza de precisión)	Continua
Ceniza de Carbón Vegetal	Las cenizas de carbón vegetal son los residuos sólidos que quedan después de la combustión del carbón vegetal.	Proporción de incorporación	Porcentaje de ceniza de carbón vegetal en la mezcla (3% y 6%).	%	3% a 6%	(balanza de precisión)	Continua
Tiempo de curado	El tiempo de curado es el período necesario para que un material, alcance sus propiedades óptimas de resistencia y dureza.	Periodo de realización de ensayos	Días de curado	Días	7 a 28 días	Calendario	Discreta
VD Propiedades del Adobe Tradicional	El adobe tradicional con la incorporación de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal tiene propiedades mejoradas que afectan su resistencia, durabilidad, y eficiencia térmica.	Propiedades físicas	Absorción.	%	25%	NTP-E.080	Continua
			Variación en las dimensiones	mm	2%	NTP-E.080	Continua
			Alabeo	mm	2%	NTP-E.080	Continua
		Propiedades mecánicas	Resistencia compresiva	kg/cm ²	10.2 kg/cm ²	NTP-E.080	Continua
			Resistencia a tracción	kg/cm ²	0.81 kg/cm ²	NTP-E.080	Continua
Resistencia a pilas	kg/cm ²	6.12 kg/cm ²	NTP-E.080	Continua			



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Según Brito et al., (2021) en su trabajo titulado “Elaboración de adobe sostenible tras incorporaciones de materiales estabilizadores”, el propósito principal de esta investigación es llevar a cabo una revisión detallada sobre el estado del arte del adobe como un material de construcción sostenible y autóctono. El adobe ha sido utilizado a lo largo de la historia, especialmente en regiones rurales, debido a sus características de sostenibilidad y bajo impacto ambiental. A lo largo de esta revisión, también se describen algunos de los materiales más utilizados para la estabilización del adobe, con el fin de mejorar sus propiedades y prolongar su vida útil. Estos materiales estabilizadores, como cal, ceniza, o cemento, son esenciales para reforzar el adobe y hacerlo más resistente a factores como la humedad o las variaciones térmicas. La metodología planteada inicia con la identificación y recolección adecuada de las muestras de suelo para la elaboración del adobe. Esta etapa es fundamental, ya que de las características del suelo dependerá la calidad final del material. Después de haber recolectado las muestras, se realizaron algunas pruebas manuales en el campo para tener una idea empírica de la calidad del suelo, como la prueba de plasticidad, de humedad y de granulación. Luego, se llevaron a



cabo pruebas de laboratorio más sofisticadas, físicas, químicas y mineralógicas, para caracterizar con exactitud el suelo y garantizar la elección del apropiado para la elaboración del adobe. Las pruebas físicas determinan la densidad, resistencia a la compresión y porosidad del suelo, y las pruebas químicas y mineralógicas revelan la composición del suelo y su potencial para mezclarse con otros materiales estabilizadores. En conclusión, esta investigación no solo explora la posibilidad de mejorar la calidad del adobe con métodos contemporáneos, sino que también ofrece una metodología para optimizar su uso en la construcción sostenible. Los resultados sugieren que a través de métodos tradicionales de elaboración combinados con pruebas científicas se puede generar un adobe de mayor calidad, más eficiente y de menor impacto ambiental.

Según Bautista (2022) en su estudio denominado "Adobe reforzado con fibras de coco, cascarilla de arroz, paja, ceniza volante, arcilla cocida y su aplicación a la construcción", tiene como objetivo analizar las propiedades mecánicas de adobes elaborados con materiales estabilizantes diversos, tanto de origen vegetal, como la fibra de coco y la cascarilla de arroz, como residuos industriales generados en la fabricación de artesanías de arcilla cocida, como las cenizas volantes y el chamote. El uso de estos materiales reciclados no solo permite mejorar las propiedades del adobe, sino que también ofrece una alternativa sostenible para la reutilización de desechos, provenientes de la industria alfarera, que actualmente impactan negativamente al medio ambiente debido a un manejo inadecuado. Este problema es especialmente relevante en las fábricas y talleres artesanales del municipio de Ráquira, que enfrentan dificultades para gestionar estos residuos. Durante el proceso de investigación, se desarrollaron diversas mezclas de adobes, utilizando tanto fibras naturales como residuos de talleres artesanales, con el fin de determinar la proporción ideal de estos materiales en la mezcla de cada muestra de adobe. El objetivo fue identificar la cantidad óptima que no comprometiera la resistencia e integridad del bloque, y que al mismo tiempo permitiera reducir el uso de materiales nocivos para el medio ambiente, creando un material innovador y útil para la construcción. Los

resultados obtenidos indicaron que el uso de fibras naturales y aglomerantes permitió la producción de unidades de adobe reforzado cuyas propiedades físicas y mecánicas superaron a las de los adobes tradicionales, especialmente en las pruebas de compresión, flexión y absorción. Sin embargo, se observó que se podría mejorar aún más el desempeño de los bloques si se aumentara la granulometría de las arenas en unos milímetros, específicamente al utilizar una malla de 6x6 mm durante el cribado del suelo. Aunque los materiales aglomerantes utilizados en el proyecto no mejoraron el coeficiente de absorción del adobe, se evidenció que el deterioro de las piezas fue rápido cuando fueron sometidas a la prueba de inmersión en agua. Por ello, se recomienda realizar nuevas pruebas que utilicen chamote en la mezcla, eliminando las fibras vegetales y añadiendo arenas finas y cal apagada. Se espera que con estos ajustes se logre una mejor resistencia tanto a los esfuerzos de compresión como a la absorción de agua, mejorando así las propiedades del adobe para su uso en la construcción.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Según Alejandro y Gonzales, (2021) nos dice que el presente estudio "Revestimiento de muros con paneles de corcho para mejorar el confort térmico de las viviendas unifamiliares de adobe en el poblado de Manchaybamba - Pacucha", tiene como objetivo evaluar la mejora del confort térmico en viviendas unifamiliares de adobe a través del revestimiento de los muros con paneles de corcho. Este material, proveniente del alcornoque, es reconocido por sus propiedades de aislamiento térmico, lo que podría contribuir a una mayor eficiencia energética dentro de las viviendas. Para validar el impacto de este revestimiento, se realizó un registro de temperaturas en tres viviendas de adobe con diferentes dimensiones durante un periodo de tiempo determinado. Con los datos obtenidos, se calculó la conductividad térmica de cada vivienda para identificar cuál presentaba la peor capacidad de aislamiento térmico. A partir de este análisis, se seleccionó la vivienda con mayor conductividad térmica para proceder con su revestimiento interior con paneles de corcho. Después de aplicar el revestimiento, se repitió el proceso



de medición de temperatura para comparar los resultados y evaluar si se lograba una mejora en la resistencia térmica de la vivienda. Los resultados indicaron que el revestimiento de paneles de corcho redujo la conductividad térmica en un 10.43% en comparación con la vivienda sin revestir. Además, el análisis de los registros de temperaturas mostró que la vivienda 1 presentó la menor diferencia de temperatura entre el interior y el exterior, con una variación de solo 1.1°C. En contraste, las viviendas 2 y 3 tuvieron diferencias de 2.60°C y 3.50°C, respectivamente, lo que indicaba que estas viviendas presentaban una mayor resistencia a las temperaturas externas. El análisis comparativo entre la vivienda 1 con y sin revestimiento mostró mejoras significativas en los parámetros térmicos: el coeficiente total de transferencia de calor mejoró en un 26.92%, la resistencia térmica aumentó en un 36.83%, y la conductividad térmica se redujo en un 10.43%. Estos resultados confirmaron que el revestimiento con paneles de corcho mejoró notablemente el confort térmico de la vivienda, lo que sugiere que, bajo condiciones similares o mejores, este tipo de revestimiento podría beneficiar a otras viviendas de adobe, mejorando su eficiencia térmica y confort interior.

Además Sandoval (2021) en su investigación titulada "Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal", busca determinar el efecto de la adición de ceniza de carbón y cal en distintas proporciones (en peso) al adobe sobre su erosión y resistencia. La investigación se desarrolló en el distrito de Túcume, al norte de Lambayeque, donde se realizaron diferentes pruebas y análisis de campo y laboratorio. En primer lugar, se llevaron a cabo pruebas en el lugar para determinar el mejor material para hacer adobes y luego pruebas de laboratorio para determinar el suelo más adecuado para la elaboración de adobes. De los resultados obtenidos se eligió el suelo que mejor se adaptaba para la elaboración de adobes resistentes. La ceniza de carbón se recogió de una ladrillera artesanal local y la cal se recogió en el norte de Lambayeque, las cuales se mezclaron en diferentes porcentajes (3%, 5%, 8%, 10% y 12%) en relación al peso del adobe. La finalidad fue determinar cómo afectaban estas inclusiones en las propiedades

físicas y mecánicas del adobe en comparación con el adobe local tradicional. Además, se levantaron muros tipo patrón con los adobes modificados y tradicionales y se realizó una prueba simulada de inundación para medir la resistencia al agua de los muros construidos con los diferentes tipos de adobe. En este ensayo se pudo notar cómo el adobe mezclado con ceniza de carbón y cal reaccionaba ante la exposición al agua y la erosión. Los resultados de los ensayos revelaron que la resistencia a la erosión y la resistencia a la compresión del adobe mejoraron al agregarse 10% de ceniza de carbón y cal. Esta proporción de incorporación fue la que mejor funcionó para hacer más resistente el material a la erosión y mejorar su resistencia a cargas, por lo que el 10% es la proporción ideal para mejorar el adobe sin afectar su estructura.

2.1.3 Antecedentes locales

Según Quiro (2022) su investigación titulada "Adobe con incorporación de corcho para mejorar las propiedades mecánicas y termoaislantes en viviendas de clima gélido, Puno 2022", surge de la problemática que enfrentan las zonas rurales con clima gélido, donde las viviendas, generalmente construidas con adobe sin ningún tipo de aglomerante, son muy susceptibles a las variaciones extremas de temperatura a lo largo del año. El objetivo principal de este estudio es mejorar las propiedades mecánicas y termoaislantes del adobe mediante la incorporación de corcho en viviendas ubicadas en climas gélidos. La investigación busca ofrecer una solución viable para mitigar los efectos adversos de las fluctuaciones térmicas a lo largo del año, específicamente en el centro poblado de Puyutira, en el distrito de Tirapata. El enfoque metodológico utilizado en esta investigación es de tipo hipotético-deductivo, con un diseño experimental. A través de la selección y análisis de datos recolectados, se orienta a un enfoque cuantitativo y un tipo de investigación aplicada, ya que se enfoca en comprender y abordar directamente la problemática existente, así como en proponer soluciones innovadoras y prácticas. Los resultados obtenidos durante los ensayos de resistencia a la compresión mostraron que la albañilería tradicional de adobe alcanzó una resistencia de 35.10 kg/cm². Con la incorporación de 0.5 kg de corcho

granulado, la resistencia disminuyó a 28.01 kg/cm^2 , y con 1.0 kg de corcho granulado, la resistencia fue de 25.50 kg/cm^2 . En cuanto al ensayo de permeabilidad, el tiempo de saturación para el adobe tradicional fue de $52,009$ segundos, mientras que el adobe con 0.5% de corcho mostró un tiempo de $52,046$ segundos, y el adobe con 1.0% de corcho presentó un tiempo de $52,107$ segundos. La investigación concluye que, aunque la incorporación de corcho disminuye la resistencia a la compresión, tiene un impacto positivo en las propiedades termoaislantes, ya que la temperatura interna de las viviendas revestidas con corcho se mantuvo más estable en comparación con las viviendas tradicionales, que experimentaron una caída significativa de temperatura. Además, la adición de corcho también reduce la permeabilidad del adobe, lo que contribuye a mejorar la eficiencia energética y el confort térmico en el interior de las viviendas.

Además Flores (2024) en su tesis de investigación "Análisis de propiedades físico-mecánicas de muro de adobe con incorporación de ceniza de tallo de trigo y arena sílica, Puno-2023", El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el impacto de la adición de cenizas de tallo de trigo (CTT) y arena sílica (AS) en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de los muros de adobe en la región de Puno durante el año 2023. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, con un diseño experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo, lo que permitió realizar un análisis detallado de los efectos de estos materiales sobre el comportamiento del adobe. Los resultados obtenidos indicaron que la adición de CTT y AS en distintas dosificaciones (2% , 3% y 4%) tuvo efectos notables en las propiedades físico-mecánicas de las unidades de albañilería, cumpliendo con las especificaciones de la norma E.080 y E.070 para adobes de tipo I a V. En cuanto a las variaciones dimensionales de los bloques, se encontraron cambios de 0.19% , 0.44% y 0.35% para las diferentes dosificaciones, lo que indica un impacto mínimo y dentro de los rangos aceptables para adobes de tipo I a V. En cuanto al alabeo, los resultados fueron de 1.55% y 1.571% , 1.563% y 1.429% , 1.679% y 1.500% y 1.714% y 1.571% , respectivamente, lo que también clasifica los bloques como adobes de tipo I a V. Respecto

a la absorción de agua, se observó una disminución significativa con las dosificaciones de CTT y AS: el valor de absorción disminuyó un 20.75% a 54.38%. En cuanto a la resistencia (f_b), se registraron valores de 10.78 kg/cm², 11.63kg/cm², 12.51kg/cm² y 13.56g/cm², lo que representó un incremento del 7.88% al 25.79% en comparación con los adobes sin aditivos. La resistencia a la compresión(f_m) también mostró una mejora significativa, pasando de 6.63 kg/cm² a 9.55 kg/cm², lo que representó un aumento de hasta 44.04%. La resistencia en muretes también mejoró considerablemente, pasando de 0.47 kg/cm² a 1.83 kg/cm², lo que representó un incremento de hasta 289.36%, lo que demuestra la efectividad de la adición de CTT y AS en la mejora estructural del adobe.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Corcho reciclado

El corcho reciclado es un material producido a partir de la reutilización de tapones, fragmentos o residuos de corcho provenientes de la industria del corcho. El corcho es una sustancia natural obtenida de la corteza del alcornoque (*Quercus suber*), y es conocido por sus propiedades de aislamiento térmico, acústico y su ligereza. El reciclaje del corcho implica procesar estos residuos para transformarlos en nuevos productos, lo que permite reducir el impacto ambiental de la industria del corcho y aprovechar de manera eficiente un recurso natural (Labrin & Pacheco, 2023).

2.2.1.1. Proceso de obtención del corcho reciclado:

- **Recolección de residuos de corcho:** El proceso comienza con la recolección de fragmentos de corcho que surgen como subproductos de la fabricación de tapones de corcho, así como otros desechos generados en la producción de productos de corcho. Esto puede incluir corcho triturado o tapones de corcho ya usados, que a menudo se desechan.

- Limpieza y preparación: Los residuos de corcho recolectados se limpian para eliminar impurezas y contaminantes. Este proceso puede incluir la eliminación de etiquetas, adhesivos y otros elementos no deseados que podrían estar adheridos al corcho.
- Trituración y molienda: Una vez limpios, los trozos de corcho se trituran o muelen en partículas más pequeñas para facilitar su procesamiento. En algunos casos, este polvo o fragmentos más pequeños se mezclan con otros materiales, como resinas o aglutinantes, para mejorar sus propiedades o darles una forma determinada (Quiro, 2022).

2.2.1.2. Propiedades del corcho reciclado

El corcho reciclado conserva muchas de las propiedades del corcho natural, entre las que destacan:

- Ligereza: Es un material muy ligero, lo que lo convierte en una opción atractiva para aplicaciones en las que se requiere reducir el peso de los productos.
- Aislante térmico y acústico: Al igual que el corcho natural, el corcho reciclado tiene excelentes propiedades de aislamiento, tanto térmico como acústico, lo que lo hace útil en la construcción y en productos que requieren aislamiento.
- Resistencia y durabilidad: Aunque el corcho reciclado es más flexible y menos denso que el corcho natural, sigue siendo un material resistente y duradero.
- Ecológico: Al ser un material reciclado, su uso contribuye a la reducción de residuos y al aprovechamiento eficiente de recursos, lo que lo hace más sostenible que el corcho no reciclado.
- Bajo impacto ambiental: El proceso de reciclaje del corcho tiene un menor impacto ambiental comparado con la producción de corcho nuevo, ya que evita la necesidad de cosechar la corteza del árbol y disminuye la cantidad de residuos generados (Quiro, 2022).

2.2.2 Carbón

El carbón es un material orgánico de origen vegetal, la principal fuente de energía eléctrica en el mundo. Cerca del 41% de la energía mundial se genera a partir de este recurso, siendo una de las principales fuentes para la generación de electricidad. El carbón es una mezcla heterogénea de compuestos químicos, entre ellos nitrógeno, oxígeno, hidrógeno y azufre, que forman parte de su estructura química. De hecho, estos representan casi el 98% del carbón que se utiliza para generar electricidad (Castillo, 2023).

La combustión del carbón es una forma de generar energía, ya que al quemarse libera calor. Esta combustión se lleva a cabo entre 400°C y 700°C, en donde la materia orgánica del carbón se descompone en dióxido de carbono (CO_2) y otros gases. Pero el humo de la combustión del carbón lleva consigo gran cantidad de compuestos inorgánicos que se desprenden al aire. Estos residuos, partículas y contaminantes, son una de las mayores preocupaciones ambientales del carbón como fuente de energía, pues contaminan el aire y causan calentamiento global (Quiñones, 2023).

2.2.2.1 Cenizas de Carbón

Las cenizas de carbón, residuo de la combustión del carbón, están asociadas a las cenizas volantes y su mezcla, la cual, según la norma ASTM, puede ser utilizada para fines industriales. Estas cenizas tienen una alta disponibilidad debido a la presencia de partículas finas, especialmente aquellas que miden menos de 0.075 mm, que permanecen retenidas en una malla número 200. Además, contienen un alto porcentaje de puzolanas, que son materiales capaces de reaccionar con el cemento y mejorar sus propiedades mecánicas. Las reacciones microestructurales que ocurren en la mezcla de ceniza de carbón y cemento producen sustancias puzolánicas, que contribuyen a una mejora en la resistencia del material final. Estas reacciones son tanto amorfas como cristalinas, lo que implica una complejidad estructural que favorece la resistencia del compuesto (Osorio, 2022).

Sin embargo, a pesar de sus ventajas, las cenizas de carbón también son una de las principales fuentes de contaminación a nivel mundial. Su acumulación en la atmósfera en forma de cenizas suspendidas puede provocar la aceleración de procesos electrostáticos y mecánicos. La principal diferencia entre los residuos de ceniza de carbón y otros tipos de residuos radica en el tamaño de las partículas, las cuales, al caer por gravedad, varían considerablemente, con algunas partículas alcanzando hasta un 80% del residuo total generado en las industrias.

La ceniza de carbón, como subproducto de la quema, también puede ser utilizada como sustituto parcial del cemento. La finura de la ceniza, es decir, el tamaño de sus partículas, juega un papel importante en la mejora de las propiedades del cemento. En condiciones de alta temperatura, las partículas de ceniza de carbón se reducen a tamaños muy pequeños, lo que les otorga propiedades pozo-lánicas que favorecen las reacciones químicas. Los ensayos sobre la finura de la ceniza han mostrado que sus partículas oscilan entre $400 \text{ cm}^2/\text{g}$ y $550 \text{ cm}^2/\text{g}$, lo que contribuye a una mayor reactividad. A pesar de que las partículas de ceniza son finas, su resistencia mecánica es limitada en comparación con otros materiales puzolánicos debido a su tamaño y la forma en que interactúan con los componentes químicos del cemento (Polo & Arce, 2022).

De acuerdo con la norma ASTM, las partículas de ceniza de carbón que quedan después de la quema industrial deben tener un tamaño superior a 0.075 mm y quedar atrapadas en una malla número 200. Diversos estudios han verificado que, mediante el uso adecuado de la ceniza volante de carbón, es posible mejorar las propiedades del material (Gonzales, 2022).

2.2.2.2 Cenizas de carbón vegetal

Las cenizas de carbón vegetal son el residuo inorgánico que queda después de la combustión incompleta del carbón vegetal. Este material está compuesto principalmente por minerales como óxidos de calcio, magnesio, silicio y potasio, entre otros, que no se queman durante el proceso de carbonización. Las cenizas de carbón vegetal tienen una

textura fina y ligera, y pueden tener propiedades alcalinas debido a su contenido en óxidos alcalinos (Travezaño, 2021).

En la industria de la construcción, las cenizas de carbón vegetal se utilizan a menudo como aditivo en la fabricación de materiales como el concreto, ya que pueden mejorar ciertas propiedades del material, como la resistencia a la compresión y la durabilidad. Además, estas cenizas tienen la capacidad de absorber humedad y actúan como un reforzante natural en la mezcla de concreto, ayudando a mejorar su consistencia y trabajabilidad. También son ecológicas, ya que contribuyen al reciclaje de un subproducto y reducen la cantidad de desechos generados por la combustión del carbón (Sanchez, 2023).

2.2.2.3 Obtención de las cenizas de carbón vegetal

- **Proceso de pirólisis (carbonización):** El carbón vegetal se obtiene mediante un proceso llamado pirólisis, en el cual la madera o biomasa es calentada a temperaturas elevadas en un ambiente con poco o nulo oxígeno. Este proceso causa la descomposición térmica de los materiales orgánicos, generando gas y líquido (que pueden ser aprovechados para producir energía), y dejando como residuo un sólido poroso y carbonoso: el carbón vegetal.
- **Combustión del carbón vegetal:** Las cenizas se generan cuando el carbón vegetal es quemado o incinerado en un proceso de combustión. Durante la combustión, los compuestos orgánicos presentes en el carbón se oxidan y se convierten en compuestos inorgánicos, principalmente óxidos de elementos como silicio, calcio, magnesio, fósforo y otros minerales.
- **Recolección de las cenizas:** Después de la combustión, las cenizas se recogen y se separan de los gases de escape a través de sistemas de filtración o precipitadores. Este proceso puede realizarse en instalaciones industriales o de pequeña escala, dependiendo del volumen de carbón que se queme. Las cenizas de carbón vegetal

generalmente se encuentran en forma de polvo fino, con una textura ligera y a menudo con una tonalidad gris o blanca, dependiendo de la mineralogía de la biomasa utilizada (Sanchez, 2023).

2.2.2.4 Composición y propiedades

La composición de las cenizas de carbón vegetal varía dependiendo de la biomasa utilizada, pero en general son ricas en minerales inorgánicos, como la sílice (SiO_2), que es el principal componente de las cenizas, y otros metales como el calcio (Ca), el potasio (K), el magnesio (Mg) y el fósforo (P). Estas cenizas también pueden contener trazas de metales pesados, dependiendo de la madera utilizada, aunque en general las cenizas de carbón vegetal tienen niveles bajos de estos elementos tóxicos.

Las propiedades de las cenizas de carbón vegetal incluyen:

- **Alta alcalinidad:** Debido a la presencia de óxidos de calcio y otros compuestos alcalinos, las cenizas de carbón vegetal tienen un pH elevado, lo que las hace útiles en aplicaciones de estabilización de suelos, mejora de la calidad del suelo y como material adsorbente.
- **Bajo contenido de carbono:** A pesar de ser un subproducto de la combustión del carbón, las cenizas de carbón vegetal tienen un bajo contenido de carbono no quemado, lo que las hace relativamente estables y menos susceptibles a la reoxidación en comparación con otros tipos de residuos carbonosos.
- **Estructura porosa:** La textura ligera y porosa de las cenizas de carbón vegetal hace que tengan aplicaciones en la construcción, como aditivos en el concreto, o como material de relleno en la mejora de propiedades mecánicas y térmicas de ciertos materiales (Sanchez, 2023).

2.2.3 Adobes

Desde tiempos remotos, la construcción de viviendas ha recurrido al uso del adobe tradicional, un material compuesto principalmente por una mezcla de barro y arena, que en ocasiones es combinado con paja y luego secado al sol. Este material ha sido empleado en la edificación tanto en áreas urbanas como rurales a lo largo de la historia. Hoy en día, se vuelve cada vez más importante emplear materiales de construcción como el adobe de alta calidad, debido a su bajo costo, a la vez que ofrece beneficios térmicos y de aislamiento que no son fácilmente alcanzados por otros materiales. A pesar de que la construcción de viviendas suele requerir materiales más caros y, en algunos casos, generadores de contaminación ambiental durante su proceso de fabricación, el adobe presenta una alternativa viable (Ascensão et al., 2025).

A continuación, se destacan algunas de las principales características del adobe como una opción sostenible.

Entre las numerosas ventajas del adobe, se encuentran las siguientes:

- Su bajo costo de producción y adquisición.
- La posibilidad de crear formas arquitectónicas suaves y redondeadas.
- La capacidad de ofrecer un bajo consumo energético gracias a sus propiedades aislantes.
- Su facilidad para ser modificado en futuras reformas, así como su alta adaptabilidad para la instalación de sistemas de tuberías y redes eléctricas.
- Su efectividad para bloquear el ruido exterior, creando un ambiente más tranquilo dentro de las viviendas.
- Es un material sostenible que favorece el concepto de economía circular, ya que puede ser reutilizado o reciclado con facilidad (Salih et al., 2020).

Si a estas ventajas inherentes del adobe tradicional se le suman mejoras en sus propiedades térmicas, económicas y culturales, se obtiene un material no solo respetuoso con el medio ambiente, sino también en armonía con las tradiciones y costumbres de muchas comunidades rurales. El adobe ha sido utilizado como material de construcción a

lo largo de milenios, y según lo menciona (Cárdenas et al., 2021) , diversas culturas antiguas tienen registros de su uso. La evolución de los ladrillos hacia formas más complejas en la construcción con adobe también implica un nivel mayor de planificación y estandarización en los procesos de construcción, reflejando la utilización de herramientas precisas, como la "vara medidora" o regla del constructor.

El adobe artesanal se utiliza de manera extendida en diversas regiones debido a la abundancia de sus materiales constitutivos, su bajo costo y la notable protección que ofrece frente a condiciones climáticas adversas, lo que lo convierte en una opción atractiva para la construcción (Alioui et al., 2024).

Su elaboración artesanal inicia con la elección de un terreno cercano a la obra, donde se cava la tierra. Este suelo, usualmente lodoso, se mezcla con pasto seco y agua hasta formar una pasta maleable. Luego, la mezcla se vierte en moldes de madera y se deja secar al aire libre, aprovechando las condiciones naturales del lugar para un secado eficiente. Cabe resaltar que en la mayoría de los casos la compactación del adobe se lleva a cabo de forma manual o con prensas y sin necesidad de maquinaria pesada. La adición de estabilizantes o aditivos cementantes a la mezcla es poco común, ya que el método constructivo vernáculo depende de la calidad de los materiales naturales y la proporción de la mezcla para alcanzar la resistencia requerida (Travezaño, 2021).

Este proceso artesanal ha sido utilizado por siglos y, aunque no es el más tecnificado, aún es un proceso relevante por ser sustentable y de bajo impacto ambiental. Además, el adobe es un material naturalmente adaptable a las condiciones térmicas, aislando del calor y del frío, por lo que es perfecto para zonas con climas extremos.

2.2.3.1 Beneficios del uso del adobe

El adobe como material constructivo vernáculo posee grandes ventajas que lo convierten en una alternativa constructiva para muchas aplicaciones. En primer lugar, una de sus principales ventajas es su bajo costo. Esto se debe a que los materiales



constructivos (tierra y paja) están disponibles en muchos lugares, lo que lo hace barato y asequible, sobre todo en zonas rurales o pobres (Leon, 2019).

Otra ventaja del adobe es que es un excelente aislante térmico. En el invierno, los muros de adobe almacenan el calor y mantienen el interior cálido sin necesidad de calefacción. En el verano, el adobe aísla del calor exterior y evita que éste penetre al interior de las construcciones, manteniéndolas frescas sin necesidad de aire acondicionado. Este confort térmico convierte al adobe en una elección muy atractiva en climas extremos (Gamero, 2021).

Pero más allá de sus características térmicas, el adobe también es un buen aislante acústico. En comparación con materiales constructivos contemporáneos como el cemento o el acero, el adobe proporciona mejor aislamiento acústico, haciéndolo idóneo para lugares donde se busca reducir el ruido exterior o mejorar la privacidad sonora en el interior de las edificaciones (Gamero, 2021).

Y hablando de su relación con otros materiales, el adobe se comporta de manera similar a la madera. Este material puede absorber la humedad de la madera y así evitar que proliferen hongos y polillas. Este efecto protector hace que las edificaciones de adobe sean más duraderas y resistentes a daños biológicos (Alejo, 2022).

El adobe es, además, un material muy versátil. Su maleabilidad permite dar formas arquitectónicas complejas (curvas suaves, estructuras parabólicas, etc.), dando libertad creativa a arquitectos y constructores. Esta maleabilidad es una de las razones por las que el adobe ha sido usado durante siglos en diferentes culturas para construir casas, templos y demás estructuras (Alejo, 2022).

Y hablando de impacto ambiental, el adobe es totalmente reciclable. Una de sus mayores ventajas es que, en caso de ser necesario, el adobe puede ser molido y rehumedecido para ser reutilizado en nuevas construcciones. Esta propiedad convierte al adobe en un material sostenible, pues no genera muchos residuos y puede ser reutilizado cuando la construcción llega al final de su vida útil (Mendoza, 2018).

En cuanto a la durabilidad, las edificaciones de adobe bien construidas pueden durar más de 100 años sin deteriorarse. Esto se debe a que el adobe es resistente si se cuida, por lo que las construcciones de adobe son para toda la vida. En teoría, un edificio de adobe puede durar siglos si se cuida, lo que lo convierte en un material muy duradero.

Finalmente, el adobe es resistente al fuego. Gracias a su estructura química, el adobe puede resistir altas temperaturas sin destruirse, por lo que es seguro en zonas de incendio. Esta propiedad lo equipara o supera en resistencia al fuego a otros materiales de construcción como el ladrillo o el acero (Mendoza, 2018).

2.2.3.2 Desventajas del uso del adobe

Si bien el adobe tiene muchos beneficios, también tiene desventajas y limitaciones que se deben tener en cuenta al seleccionarlo como material de construcción. Uno de los mayores inconvenientes es que el adobe es susceptible a la humedad. Este material puede absorber agua y deteriorarse si no se toman medidas preventivas. Además, el adobe tarda en secarse, hasta tres días para estar lo suficientemente duro.

Aunque el adobe se puede fabricar con muchos tipos de suelo, no todos los suelos son apropiados para producir buen adobe. Deben emplearse suelos adecuados para que el material final sea resistente y perdure. En algunas localidades los suelos no son aptos y esto afecta la calidad del adobe (Cruzatt & Herrera, 2024).

Otro aspecto a tener en cuenta es que las estructuras de adobe requieren un mantenimiento constante, especialmente en las paredes exteriores, que son más susceptibles a los efectos de la intemperie y la erosión. Esto puede generar gastos adicionales a lo largo del tiempo para mantener la estructura en buen estado.

El adobe no es adecuado para construcciones verticales de varios pisos. Debido a su peso y estructura, las paredes de adobe no son lo suficientemente resistentes para soportar grandes cargas verticales sin un refuerzo adecuado. Por esta razón, no es recomendable utilizar adobe en edificaciones de varios niveles (Rafael, 2023).

Además, el adobe no es ideal para zonas con alta humedad, lluvias frecuentes o alta actividad sísmica. La humedad excesiva puede dañar el adobe y comprometer su resistencia, mientras que en áreas sísmicas, las construcciones de adobe pueden resultar más vulnerables a daños estructurales durante un terremoto (Rafael, 2023).

Por último, debido a que las paredes de adobe suelen ser más gruesas que las de otros materiales, este tipo de construcción puede no ser adecuado para zonas urbanas densamente pobladas, donde el espacio es un factor importante. Las paredes gruesas reducen el espacio útil dentro de las edificaciones, lo que puede ser un inconveniente en áreas con alta densidad poblacional (Rafael, 2023).

2.2.3.3 Adobes en el Perú

El adobe es un material de construcción natural que ha sido utilizado por diversas civilizaciones a lo largo de la historia debido a su accesibilidad, bajo costo y propiedades funcionales. Este material está compuesto principalmente por una mezcla de tierra, arcilla, arena y elementos orgánicos como paja o hierbas secas, que le otorgan resistencia y durabilidad. Para su elaboración, los ingredientes son combinados en proporciones adecuadas y luego moldeados en bloques o ladrillos, generalmente con forma de cilindros, que se dejan secar al aire o, en algunos casos, se cuecen para obtener una mayor firmeza. Estos bloques resultantes son empleados en la construcción de paredes, muros y otras estructuras de edificaciones, aprovechando las propiedades únicas del adobe (García, 2024).

El uso del adobe ha perdurado a lo largo del tiempo, siendo una técnica comúnmente empleada en diversas culturas y en diferentes partes del mundo. La razón de su perdurabilidad radica principalmente en la disponibilidad de los materiales naturales necesarios para su producción, como la tierra arcillosa, que se encuentra fácilmente en muchas regiones. Esto, combinado con el bajo costo de producción, hace del adobe una opción económica, especialmente en zonas donde los recursos para la construcción son limitados. Además, la versatilidad del adobe, derivada de la capacidad de usar materiales

locales y de adaptarse a distintas formas de construcción, lo ha hecho una elección habitual para la edificación de viviendas y otros tipos de infraestructura en zonas rurales y urbanas (Alvarado, 2021).

En términos de seguridad sísmica, las construcciones de adobe reforzado deben ser limitadas a un solo piso en zonas de alta actividad sísmica (niveles 4 y 3), mientras que en áreas con menor actividad sísmica (niveles 2 y 1), pueden ser construidas con hasta dos pisos. Esto se debe a que el adobe, aunque resistente, no es tan flexible como otros materiales de construcción, lo que lo hace más susceptible a los movimientos sísmicos en zonas de mayor riesgo (Guarniz, 2022).

Figura 1

Adobes



Nota. Tomada de (Guarniz, 2022).

El barro, principal ingrediente del adobe, se forma por la descomposición de rocas como feldespatos, cuarzo y mica, por lo que es un material natural, abundante y de fácil obtención. A pesar de ser un material sencillo, el adobe tiene características que mejoran la calidad de vida en las construcciones donde se utiliza. Entre ellas, que son capaces de controlar la temperatura interior de las viviendas, refrescando en climas cálidos y reteniendo el calor en climas fríos. Además, es un excelente aislante acústico, ayudando a crear espacios más tranquilos y sin ruidos molestos. Es buen absorbente de olores, mejorando la calidad del aire interior, y, al mezclarse con fibras naturales como la paja, el

adobe se vuelve más resistente al fuego, siendo una solución segura y sostenible para la construcción (Guarniz, 2022).

2.2.3.4 Requisitos generales para el adobe

De acuerdo con la norma E.080, edificación con tierra, los bloques o cilindros de adobe deben cumplir con ciertas especificaciones de calidad. Estos cilindros deben ser densos y no deben tener inclusiones extrañas que puedan afectar sus propiedades mecánicas. Además, deben resistir perforaciones, pero éstas no deben abarcar más del 12% de su superficie. Estos parámetros garantizan que el adobe sea lo suficientemente resistente para la construcción sin comprometer su integridad estructural (Norma E.080, 2017).

▪ Esfuerzos de rotura mínimos

La Norma E.080 (2017) también establece que para determinar la resistencia mínima al esfuerzo de rotura de los bloques de adobe, deben realizarse pruebas en laboratorios especializados en mecánica de suelos. En este proceso, se evalúa la capacidad de resistencia de los cilindros de adobe sometiéndolos a ensayos de compresión. Inicialmente, se determina la resistencia de los testigos que tienen dimensiones de 0.1 metros por cada lado. La resistencia máxima, que se denomina como $f_o 1.0 MPa$, debe ser igual o superior a 10.2 kilogramos de fuerza por centímetro cuadrado. Para llevar a cabo estos ensayos, se seleccionan los mejores testigos, cuyos valores de resistencia final deben cumplir con los requisitos de la norma. Este proceso asegura que los bloques de adobe sean capaces de soportar las cargas a las que estarán expuestos durante su vida útil.

▪ Formas y dimensiones

En cuanto a la forma y dimensiones de los bloques de adobe, la Norma E.080 (2017) indica que los adobes deben ser simétricos. Para los adobes rectangulares se dice

que el largo debe ser el doble del ancho y que la proporción del largo al alto debe ser de 4 a 1. Además, la altura de los bloques debe ser mayor de 8 cm. Para asegurar que los adobes sean aptos para la construcción, también deben llevarse a cabo ensayos del suelo con el que están elaborados, para determinar sus características físicas y mecánicas. Estos ensayos garantizan que el material con el que están fabricados los adobes sea apto para la construcción segura y perdurable.

2.2.3.5 Tipos de adobe

El adobe, un material tradicionalmente utilizado en la construcción, puede clasificarse en diferentes tipos según su composición y tratamiento. Cada tipo tiene sus propias ventajas y limitaciones, que deben ser consideradas al elegir el material adecuado para la construcción. A continuación, se describen los principales tipos de adobe:

▀ Adobe no estabilizado

El adobe no estabilizado depende de la composición natural del suelo con el que se fabrica. La actividad del adobe varía según las características del suelo utilizado, ya que la presencia de arcilla en grandes cantidades puede llevar a que el material se expanda y contraiga, lo que puede causar fisuras y deformaciones. Para contrarrestar esta tendencia, es necesario adicionar otros componentes que ayuden a equilibrar estas propiedades, como arena o paja. Una de las grandes ventajas de este tipo de adobe es que no requiere el uso de combustibles durante su producción, lo que reduce significativamente los costos en comparación con los ladrillos de arcilla quemada, con un ahorro de hasta un 40%. Sin embargo, las limitadas propiedades mecánicas del adobe no estabilizado y la necesidad de un gran número de trabajadores para su producción incrementan el gasto en la obra. Además, este tipo de adobe requiere largos períodos de secado, lo que puede ser una desventaja en proyectos con tiempos de construcción más ajustados. Originalmente, la paja o las fibras fueron incorporadas para reducir la contracción del material durante el

secado, pero si el suelo tiene una composición uniforme, la fibra puede resultar muy efectiva en la mejora de las propiedades del adobe (Guarniz, 2022).

▀ **Adobe semi-estabilizado**

El adobe semi-estabilizado contiene entre un 3% y un 5% de estabilizadores, como emulsiones asfálticas, que se añaden para hacerlo más resistente a la humedad. Estos estabilizadores ayudan a mantener la integridad del adobe durante su secado, lo que mejora su desempeño frente a la humedad y la exposición a las condiciones climáticas. El estabilizador más común es la emulsión asfáltica, que es fácil de aplicar y tiene propiedades impermeabilizantes. Esta sustancia se agrega cuando los componentes del adobe se combinan, no como un paso final de acabado. Sin embargo, el uso de emulsiones no es particularmente práctico para la construcción económica, ya que puede aumentar los costos y requerir moldes recubiertos con láminas de melamina para evitar la adherencia (Guarniz, 2022).

▀ **Adobe estabilizado**

El adobe estabilizado se mejora mediante el uso de estabilizadores que resuelven el principal inconveniente de los adobes convencionales, es decir, su propensión a la absorción de humedad. Este proceso de estabilización implica mejorar las propiedades del suelo, el agua y el aire para que el adobe sea más adecuado para su uso en la construcción. La cantidad de agua absorbida por un adobe completamente estabilizado debe limitarse al 4% de su peso final. Para lograr esto, se debe añadir un aditivo que representa entre el 6% y el 12% de su peso total. Aunque el recubrimiento de estos adobes no es siempre necesario, muchos usuarios prefieren cubrir el material final para mejorar su durabilidad, lo que incrementa los costos de construcción. Este tipo de adobe ofrece una mayor resistencia y durabilidad en comparación con los adobes no estabilizados (Guarniz, 2022).

▀ **Adobe compactado**

El adobe compactado se fabrica con una prensa, la cual aplica fuerza de compactación y mejora la homogeneidad del material. La compactación hace más denso el adobe y, por lo tanto, lo hace menos poroso y más resistente. Con prensa manual o electromecánica se puede fabricar más eficientemente y a menor costo, pues no necesita mucha energía y puede usar materiales locales. Este tipo de adobe es más pesado que el convencional y posee mejores características térmicas y acústicas, siendo una mejor opción que el cemento. Además, el adobe compactado es más rápido de producir y tiene mayor rendimiento por metro cuadrado construido. Su aplicación acorta los tiempos constructivos y los costos directos e indirectos de la obra. Como se emplean materiales naturales del lugar, el impacto ambiental es mínimo; por eso el adobe compactado es una alternativa limpia y ecológica para la construcción de viviendas (Guarniz, 2022).

2.2.4 Composición del adobe

La composición del adobe está formada por varios componentes esenciales que, al combinarse en proporciones adecuadas, otorgan al material sus características físicas y mecánicas, permitiéndole cumplir con su función en la construcción. Los principales ingredientes del adobe son el limo, la arcilla, la arena, el agua y la paja, cada uno de los cuales desempeña un papel crucial en el proceso de fabricación y en las propiedades finales del producto (Merino, 2024).

▀ **Limo**

El limo, por ser un material mineral no cohesivo cuando se encuentra seco, opone muy poca resistencia a la fricción cuando se desliza sobre arenas. Pero cuando se humedecen, se vuelven más cohesivas y, por lo tanto, mejoran en adherencia y estabilidad. Este material se encoge y se expande cuando está mojado, por lo que hay que tenerlo en cuenta al usarlo para hacer adobe. Esta propiedad convierte al limo en un ingrediente del adobe, que le aporta cohesión y resistencia (Merino, 2024).



▪ **Arcilla**

La arcilla es un ingrediente esencial del adobe, pues es el que le da cohesión a la mezcla de tierra (en especial cuando se combina con materiales más gruesos, como la arena). Pero las arcillas húmedas son más inestables que las arenas, cambian radicalmente la composición del suelo y, por lo tanto, pueden alterar la resistencia y la durabilidad del adobe si no se controlan. Por lo cual, la proporción de arcilla a utilizar se debe de equilibrar para que no cause problemas de estabilidad en el producto final (Merino, 2024).

▪ **Arena**

La arena está formada por granos minerales estables, pero sin cohesión en estado seco. Pero la arena tiene mucha fricción interna entre sus granos y por eso es resistente cuando se compacta. Mezclada con otros materiales como la arcilla, la arena le da rigidez al adobe y lo hace resistente. La arena por sí sola no se sostiene, pero su resistencia a la fricción la convierte en un ingrediente esencial del adobe, sobre todo para estructura y textura (Merino, 2024).

▪ **Agua**

El agua es un ingrediente fundamental del adobe, pues permite la hidratación de los materiales y la mejora de sus propiedades. La cantidad de agua debe ser controlada, ya que solo sirve para iniciar la reacción química que activará los componentes de la mezcla y permitirá la unión de las partículas de tierra, arcilla y arena. Además, el agua es lubricante, lo que ayuda a la trabajabilidad de la mezcla, haciéndola más manipulable. Para asegurar la calidad del adobe, el agua de la mezcla debe ser de buena calidad, preferiblemente potable, que cumpla con los estándares de pureza, como los límites permitidos de carbohidratos y sulfatos, para prevenir que sustancias no deseadas alteren las características del adobe (Merino, 2024).

▪ Paja

La paja es otro ingrediente esencial del adobe; tiene varias funciones en la mezcla. Entre sus beneficios está el de disminuir las contracciones al secar al aire libre el adobe y, por lo tanto, evita que se agriete. Además, refuerza la adherencia del adobe, logrando una mejor unión entre las capas del muro y los revestimientos o morteros que se apliquen. Las fibras de paja, de cualquier tipo, se añaden a la mezcla en fragmentos de 5 a 10 cm de largo en una proporción de alrededor del 1% en peso. Si se usa en mayor proporción, puede debilitar el adobe, ya que demasiada fibra impide la compactación del material y lo hace menos resistente (Merino, 2024).

2.2.5 *Proceso de elaboración del adobe*

▪ Selección de suelo

La selección adecuada del tipo de suelo es crucial para la fabricación de adobes de calidad. Según los parámetros establecidos, el suelo utilizado en la fabricación de adobes debe tener una composición particular que incluya entre un 15% y un 25% de limo, entre un 10% y un 20% de arcilla, y entre un 55% y un 70% de arena. Este tipo de tierra es ideal para la producción de adobes, ya que favorece la correcta formación y durabilidad del material. Es importante destacar que el suelo utilizado no debe proceder de terrenos agrícolas o de cultivo, ya que esto podría comprometer las propiedades del adobe. Además, el material debe estar limpio de cualquier tipo de impureza, como piedras u otros residuos. Los suelos arcillosos tienden a generar rajaduras y contracciones al secarse, mientras que los suelos arenosos carecen de suficiente cohesión, lo que puede hacer que los bloques de adobe se desmoronen. Los suelos con un exceso de materia orgánica también deben ser evitados, ya que tienen una menor resistencia y una vida útil limitada, especialmente cuando se exponen a la humedad. De igual manera, los suelos que contienen sales solubles deben ser descartados, pues tienden a atraer humedad, lo que afecta la integridad del adobe (Chacaltana & Quiroz, 2021).

▪ **Hidratación previa**

La humectación del suelo es una etapa que permite mejorar las características del adobe. Esta etapa, también llamada "fermentación" o "podrido" del suelo, implica remojar el suelo en agua y dejarlo reposar de 1 a 3 días antes de moldear los adobes. Este proceso mejora la trabajabilidad de la mezcla, refuerza la cohesión de los materiales y disminuye la fisuración por secado. La hidratación hace que las partículas arcillosas absorban agua y así se mezclen más fácil y el adobe final sea más uniforme. Además, al reposar el material, se eliminan los terrones que puedan estorbar en la fabricación (Flores, 2024).

▪ **Dimensionamiento**

El tamaño y la forma de los bloques de adobe son fundamentales para garantizar una correcta construcción y el comportamiento mecánico de las estructuras. Los adobes pueden ser fabricados en formas rectangulares o cuadradas, y en caso de que se necesiten bloques para intersecciones con ángulos superiores o inferiores a 90° , se pueden moldear de manera especial. Para los adobes rectangulares, la proporción recomendada entre el largo y el ancho debe ser de aproximadamente 2:1, es decir, el largo debe ser el doble del ancho. Además, la relación entre la altura y el largo debe ser de 4:1, y la altura mínima de cada bloque debe ser superior a 8 cm. Estas dimensiones permiten que los adobes sean manejables y estructuralmente estables. En la práctica, también se recomienda la fabricación de adobes con sección cuadrada, ya que esto facilita el proceso de construcción y mejora las propiedades mecánicas del material. Cuando se agrega mortero de pega, que típicamente tiene un espesor de unos 2 cm, las dimensiones lineales del adobe se incrementan ligeramente (Flores, 2024).

▪ **Preparación de barro**

La elaboración del barro para los adobes se inicia con la elección y extracción de la tierra. Este suelo debe estar limpio y libre de piedras o restos vegetales. Una vez elegida la tierra, se debe humedecer por completo y dejarla reposar de 1 a 2 días. Este tiempo de

descanso permite que el agua se extienda uniformemente por toda la tierra, mezclándose y mejorando la trabajabilidad del material. La correcta preparación del barro es fundamental para que los adobes sean resistentes (Flores, 2024).

▪ **Mezclado**

El mezclado es fundamental para un buen adobe. Este puede ser manual o mecánico, según la cantidad de material que se necesite y se disponga de herramientas y mano de obra. El mezclado manual se aplica en pequeñas producciones, y el mecánico, en las grandes. El mezclado busca garantizar la dispersión uniforme de los ingredientes del adobe, lo que asegura la consistencia y resistencia del material final. Las cantidades exactas de cada ingrediente se deben de controlar para lograr los mejores resultados en cuanto a durabilidad y comportamiento estructural (Flores, 2024).

▪ **Moldeo**

El moldeo de los adobes se hace en moldes de fondo o sin fondo. Los moldes sin fondo aceleran la producción, pero dan lugar a bloques menos densos y, por tanto, menos resistentes. Además, este tipo de moldeo crea mayor fatiga en el operario, ya que tiene que hacerlo en el suelo. Por otro lado, los moldes de fondo generan bloques más densos, mejorando las características del adobe y facilitando el moldeo, que se puede hacer de pie y disminuye la fatiga del trabajador. Sea cual sea el molde utilizado, el molde se debe limpiar bien después de cada uso y enarenar para que no se pegue el barro al molde (Flores, 2024).

▪ **Secado y almacenamiento**

El secado de los adobes es un proceso fundamental que se realiza en un lugar apropiado llamado "tendal". Este lugar debe estar plano, limpio y ser lo suficientemente grande para apilar los adobes que se elaboren en varios días. Para que los adobes no se peguen al suelo y se agrieten, se extiende sobre el tendal una capa de arena o similar.

También es fundamental que durante los dos primeros días de secado los adobes permanezcan a la sombra para evitar un secado demasiado rápido que provoque grietas. Cuando los adobes están lo suficientemente firmes (generalmente en 3-5 días), se apilan de canto para que se sequen uniformemente y el aire circule entre ellos. Este proceso de secado puede tardar de 2 a 4 semanas, según el clima (Flores, 2024).

2.2.6 Ensayos al adobe

▪ Ensayo de succión

El ensayo de succión determina la cantidad de agua absorbida por unidad de adobe en un tiempo determinado ($1 \text{ min} \pm 1 \text{ s}$). Para realizar este ensayo se emplean herramientas como una bandeja y un recipiente de dimensiones mínimas de 25 mm de profundidad, las cuales permiten que el adobe esté en contacto con el agua durante el tiempo estipulado. El método consiste en perfiles de 6 mm para mantener en contacto constante el adobe con el agua, un flotador para controlar el nivel de agua y una balanza de 3000 g como mínimo. El proceso también necesita un horno de secado, una cámara para controlar la temperatura ambiente y un temporizador para medir el tiempo de inmersión (Aragón, 2021).

▪ Variación dimensional

La variación dimensional es una característica física de los bloques de adobe que conforman un muro. Esta característica describe cómo la forma de las unidades puede variar, lo que afecta directamente las juntas entre bloques, las cuales tendrán espesores variables. Esta anomalía comprometería la resistencia del muro, ya que las juntas no coincidirían y, por lo tanto, no proporcionarían un soporte adecuado. De acuerdo con la norma NTP 399.613, para este ensayo se eligen 10 adobes enteros, los cuales se miden con una regla de acero de 30 cm graduada en milímetros. Si los bloques son más grandes, la regla debe ser lo suficientemente larga para medir con precisión. Se toman las medidas

de ambas caras y del extremo de cada pieza y se promedian para obtener un valor representativo (Aragón, 2021).

▪ **Alabeo en las unidades de adobe**

Alabeo en los bloques de adobe: concavidad o convexidad de las caras que crea espacios vacíos en las juntas horizontales del muro. Esto reduce la adherencia del mortero al adobe, debilitando el muro. El ensayo de alabeo verifica que las unidades no tengan concavidades o convexidades que modifiquen su comportamiento estructural. De acuerdo a la NTP 399.613, el ensayo se ejecuta midiendo la concavidad y convexidad de 10 adobes.

Medición de la concavidad: Para verificar la concavidad, se usa una varilla de borde recto, colocada a lo largo o en diagonal sobre la unidad de adobe. Se mide desde la varilla hasta el punto más profundo de la concavidad, con una exactitud de 1 mm. Este proceso garantiza que la concavidad de la unidad se capture con exactitud (Aragón, 2021).

Medición de la convexidad: Para medir la convexidad, se apoya el canto recto de la regla en las esquinas o en diagonal de la unidad. Se mide la distorsión convexa en cada una de las cuatro esquinas con una precisión de 1 mm y se saca un promedio de ellas, dando así un valor aproximado de la convexidad de la unidad (Aragón, 2021).

▪ **Resistencia del adobe**

La resistencia del adobe es una propiedad que define su capacidad estructural. Para este experimento se elaboran seis cubos de adobe de 0.10 m x 0.10 m x 0.10 m y se dejan curar por 28 días. Pasado este tiempo, se eligen las cuatro mejores muestras para someterlas a la prueba de resistencia a la compresión. La resistencia mínima del adobe debe ser de 1 MPa (10.2 kg/cm²), de acuerdo con la norma E. 080. Este ensayo garantiza que el adobe sea lo suficientemente resistente para utilizarlo en construcciones exigentes (Aragón, 2021).



2.3 Marco conceptual

- a. **Adobes tradicionales.** - El adobe es un material constructivo tradicional, ampliamente utilizado en zonas rurales y urbanas de todo el mundo. Está elaborado principalmente con barro, agua y materia vegetal, y se moldea en bloques que se secan al sol. Su uso se conoce desde hace miles de años como uno de los materiales de construcción más antiguos y sostenibles por su bajo impacto ambiental. Pero a pesar de ser muy accesible y barato, el adobe tiene desventajas en cuanto a durabilidad, resistencia al agua y a la compresión, deteriorando la calidad de las construcciones.

- b. **Ceniza de carbón vegetal.** - La ceniza de carbón vegetal es un residuo de la combustión de madera o restos vegetales y se ha llegado a emplear en la construcción como aditivo en materiales constructivos por sus propiedades estabilizadoras y reforzantes. Este material se emplea para mejorar la resistencia mecánica y disminuir la permeabilidad al agua en la mezcla de adobe. La ceniza de carbón vegetal puede servir como estabilizante en mezclas de suelo, mejorando su durabilidad y resistencia al agua, esencial en lugares con clima extremo.

- c. **Corcho reciclado.** - El corcho reciclado se obtiene de las tapas de vino o de otro material y se reutiliza. Su aplicación en materiales constructivos supone muchas ventajas, como la mejora de las propiedades térmicas, acústicas, aislantes y la ligereza del material. Por ser un material natural, reciclado y renovable, el corcho es una opción sustentable para la mejora de materiales constructivos como el adobe. En estudios anteriores el corcho ha demostrado ser un material capaz de aligerar el peso y aumentar la resistencia de materiales como el concreto y el adobe.

- d. **Mejora de adobes con materiales reciclados.** - La utilización de materiales reciclados, como el corcho y la ceniza de carbón vegetal, en la elaboración de adobe para mejorar sus propiedades mecánicas, térmicas y acústicas. La adición de estos materiales mejora la resistencia a la compresión, disminuye la permeabilidad y mejora



el aislamiento térmico y acústico del adobe, haciéndolo apto para climas más extremos.

Estudios anteriores han demostrado que el corcho molido y la ceniza de carbón vegetal mejoran las propiedades del adobe, haciéndolo más resistente y duradero sin aumentar los costos de producción.

- e. Propiedades del adobe.** - El adobe tradicional se caracteriza principalmente por sus propiedades térmicas y acústicas, pero estas presentan debilidades estructurales, particularmente en áreas con altos niveles de humedad o lluvias frecuentes. La resistencia a la compresión es uno de los aspectos más críticos, ya que el adobe puede sufrir daños importantes debido a las fuerzas de compresión o a cambios ambientales como la humedad y las fluctuaciones térmicas.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de la investigación es el conjunto de métodos, procedimientos y técnicas que se aplican de manera sistemática para resolver un problema de investigación. Busca que los datos sean válidos, fiables y los resultados sean consistentes. La metodología da una guía para poder realizar una investigación, que se sigan los pasos correctos de acuerdo al tipo de estudio que se vaya a realizar y los objetivos que se quieran lograr.

También la metodología de la investigación, la elección de estrategias y técnicas apropiadas para recolectar y analizar datos, ya sea de naturaleza cualitativa o cuantitativa. Es de vital importancia que el investigador utilice métodos precisos para analizar e interpretar los datos de manera imparcial y así obtener resultados fiables y significativos para la investigación, lo que ayudará a comprender el fenómeno en estudio.

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de investigación cuantitativo es un tipo de investigación que implica la recopilación y el análisis de datos numéricos para estudiar fenómenos, identificar patrones y probar hipótesis. Este método aplica instrumentos estadísticos y matemáticos para describir y analizar fenómenos de manera objetiva y que puedan ser generalizados a partir



de muestras representativas. El objetivo del método cuantitativo es medir la magnitud de un problema, establecer relaciones de causa y efecto entre variables y llegar a conclusiones verificables y replicables en otros contextos. Es ampliamente empleado en investigaciones donde se necesita recolectar información exacta y confiable, como experimentos, encuestas y análisis de tendencias (Pimienta et al., 2018).

En el presente estudio el enfoque es cuantitativo ya que se basa en la recolección de datos numéricos y posterior presentación de análisis estadísticos.

3.2 Nivel de la investigación

El nivel de investigación explicativo es un tipo de investigación que busca establecer las causas y explicar por qué ocurre un fenómeno o problema. Este tipo de investigación no sólo pretende describir un fenómeno (como en los estudios descriptivos), sino que intenta explicar las relaciones causales entre sus variables. Este nivel de investigación se suele emplear en estudios explicativos y en aquellos en que se pretende verificar teorías o hipótesis sobre las relaciones entre variables. Generalmente, se lleva a cabo mediante diseños experimentales o no experimentales en los que el investigador manipula o controla variables para analizar sus efectos. La investigación explicativa es esencial para el desarrollo del conocimiento, porque no solo describe lo que sucede, sino que también explica cómo y por qué sucede (Pimienta et al., 2018).

En el presente estudio el nivel es explicativo, porque busca no solo describir las propiedades del adobe tradicional y el impacto de la incorporación de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal, sino también explicar cómo y por qué estos materiales afectan las propiedades del adobe.

3.3 Tipo de la investigación

La investigación aplicada es la que busca resolver problemas prácticos y mejorar procesos en situaciones particulares, aplicando el conocimiento existente para encontrar



soluciones específicas. Mientras que la básica busca generar nuevo conocimiento, la aplicada busca aplicarlo para resolver problemas prácticos del mundo real (sociedad, industria, educación, etc.). Este tipo de investigación es de naturaleza práctica y orientada a la acción y sus resultados son directamente aplicables a la solución de problemas concretos. Los investigadores que lo utilizan colaboran con sectores específicos (empresas, gobierno, comunidades, etc.) para desarrollar soluciones innovadoras y efectivas a los problemas encontrados. La investigación aplicada puede dar lugar a programas piloto, nuevas tecnologías o mejoras de productos y servicios (Pimienta et al., 2018).

En el presente estudio el tipo es aplicada, porque se enfoca en la solución de un problema práctico y específico relacionado con la mejora de las propiedades del adobe tradicional mediante la incorporación de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal.

3.4 Diseño de la investigación

El diseño de investigación experimental es un enfoque en el cual el investigador manipula deliberadamente una o más variables independientes para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, con el objetivo de establecer relaciones causales. En este tipo de diseño, el investigador controla las condiciones del experimento, asignando aleatoriamente los sujetos o unidades de observación a diferentes grupos experimentales y de control para asegurar que los resultados sean atribuibles a la manipulación de la variable independiente y no a otros factores externos. Este diseño es ampliamente utilizado en investigaciones que buscan probar hipótesis sobre la causa y efecto, ya que permite identificar con mayor claridad los efectos de una intervención o cambio en un entorno controlado. Las técnicas experimentales incluyen el uso de grupos de control, asignación aleatoria, y mediciones pre y post intervención, lo que permite al investigador realizar inferencias más precisas sobre las relaciones causales entre las variables estudiadas (Alfonso et al., 2020).

En el presente estudio el diseño es experimental, porque implica la manipulación controlada de las variables independientes, como el corcho reciclado y la ceniza de carbón vegetal, que se incorporan al adobe tradicional en proporciones variables (3% y 6%).

3.5 Método de la investigación

El método científico es un proceso sistemático para adquirir nuevos conocimientos, el cual implica la observación, formulación de hipótesis, experimentación, análisis de datos y la conclusión. Este método implica observación, planteamiento de hipótesis, experimentación, análisis de datos y siempre busca la objetividad y la verificación de las conclusiones. Su objetivo es dar respuestas explícitas y verificables a las preguntas de investigación mediante un proceso sistemático y reproducible.

El método científico sigue una serie de pasos: primero se observa un problema o fenómeno a estudiar, luego se plantea una hipótesis que explique el fenómeno. Luego se diseñan y llevan a cabo experimentos o se recogen datos de forma sistemática, siguiendo procedimientos definidos para garantizar la fiabilidad de los resultados. Finalmente, los datos se analizan e interpretan para confirmar o rechazar la hipótesis y sacar conclusiones que apoyen o no a la hipótesis y que añaden al conocimiento científico. Esto asegura que los resultados sean verificables y replicables por otros investigadores (Pimienta et al., 2018).

En el presente estudio el método es científico, porque sigue un proceso sistemático y estructurado para investigar el impacto de la incorporación de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal en las propiedades del adobe tradicional.

3.6 Población y muestra de la investigación

3.6.1 Población

Conjunto completo de elementos, individuos, objetos o unidades que poseen características comunes y que son el foco de estudio de una investigación. En otras



palabras, es el grupo sobre el cual se pretende obtener información y hacer inferencias. La población de investigación está compuesta por todos los miembros que cumplen con ciertos criterios establecidos previamente por el investigador, como edad, ubicación geográfica, características demográficas, o cualquier otro atributo relevante para el estudio. Es importante que la población de investigación sea bien definida, ya que esto permite al investigador realizar un muestreo adecuado y garantizar que los resultados sean representativos. Dependiendo de los objetivos y del tipo de investigación, la población puede ser muy amplia o muy específica. En muchos casos, debido a restricciones de tiempo, recursos o accesibilidad, no es posible estudiar a toda la población, por lo que se selecciona una muestra representativa, que es un subconjunto de la población, para realizar el análisis y luego generalizar los resultados a toda la población (Alfonso et al., 2020).

La población está constituida por las muestras de adobe tradicional producidas en la provincia de el collao, además, de los adobes modificados con la adición de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal.

3.6.2 Muestra

Subconjunto representativo de la población sobre la cual se realizan las mediciones, pruebas o análisis en una investigación. Dado que, en muchos casos, no es posible estudiar a toda la población debido a limitaciones de tiempo, recursos o accesibilidad, la muestra se selecciona con el objetivo de generalizar los resultados obtenidos de ella a la población completa. Para que los resultados de la muestra sean confiables y válidos, esta debe ser seleccionada de manera adecuada, utilizando técnicas de muestreo que aseguren que la muestra sea representativa de la población. Dependiendo del diseño de la investigación, se pueden emplear diferentes tipos de muestreo, como el muestreo aleatorio, el muestreo estratificado o el muestreo por conveniencia (Alfonso et al., 2020)



La muestra está compuesta por los grupos de prueba de adobes tradicionales y adobes modificados con porcentajes variables de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal sobre la composición de adobes tradicionales.

Donde:

COREC : Corcho Reciclado

CECVE : Cenizas de Carbón Vegetal

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

Son las técnicas e instrumentos que se utilizan para recoger, analizar y manipular datos en una investigación. Estas técnicas varían en el tipo de investigación (cuantitativa, cualitativa o mixta), los datos que se deseen obtener y los objetivos de la investigación. Las técnicas de investigación aseguran que los datos sean relevantes, confiables y válidos (Pino, 2019).

- Análisis de laboratorio.
- Pruebas de control de calidad.

3.7.2 Instrumentos

Los instrumentos de investigación son las herramientas para recolectar datos, diseñadas para obtener información de manera sistemática. Estas herramientas permiten al investigador recoger datos de forma precisa, objetiva y replicable, y son la clave para dar respuesta a las preguntas de investigación del estudio. Los instrumentos pueden ser diversos, en dependencia del enfoque de la investigación y del tipo de datos que se aspira a recolectar. Algunos ejemplos son las encuestas, los cuestionarios, las entrevistas, las guías de observación y las escalas de medición. La elección del instrumento de medida viene determinada por el tipo de estudio, la población a la que va dirigido y los objetivos de la investigación (Pino, 2019).



- Equipos y herramientas de laboratorio.

3.8 Validación y confiabilidad del instrumento

3.8.1 Validación

La validación de instrumentos es el proceso por el cual se verifica que un instrumento de investigación mida lo que pretende medir. Este paso es fundamental para asegurar que los datos recopilados sean válidos, confiables y pertinentes para la investigación. La validación consiste en verificar si el instrumento realmente representa lo que se pretende medir y si produce resultados consistentes y precisos. Según el instrumento, se pueden utilizar distintos tipos de validación, como la de contenido, de criterio o de constructo. Existen diferentes maneras de validar un instrumento de investigación, tales como el juicio de expertos, donde revisan el instrumento y determinan si es pertinente o no (Pimienta et al., 2018).

3.8.2 Confiabilidad

Un instrumento fiable es aquel que, aplicándolo en condiciones semejantes, siempre da los mismos resultados o respuestas, con el mínimo de error o variación aleatoria. La fiabilidad es una condición indispensable de toda investigación, que asegura la reproducibilidad de los resultados y que el instrumento mida con precisión y de manera constante lo que se pretende medir (Pimienta et al., 2018).

3.9 Plan de recolección y procesamiento de datos

3.9.1 Tratamiento del Corcho reciclado

Se utilizó corcho reciclado de botellas de vino, ya que el Callao se destaca como una de las ciudades con mayor consumo de bebidas alcohólicas, entre las cuales se incluyen los vinos, cuyos corchos suelen desecharse al destapar las botellas.

El corcho reciclado se obtuvo a partir de la reutilización de botellas de vino que fueron desechadas. Este proceso comenzó con la recolección de las tapas de corcho, que fueron cuidadosamente seleccionadas para garantizar que estuvieran libres de impurezas. Para triturar el corcho, se utilizaron varias herramientas manuales, como cuchillos de filo resistente, tijeras especializadas y un combo, que permitieron romper las piezas de corcho en fragmentos más pequeños y manejables.

Durante todo el proceso, se tomaron las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de quienes realizaron el trabajo. Se usaron guantes de protección para evitar cortes y otros accidentes, así como lentes de seguridad para proteger los ojos de posibles partículas voladoras del material triturado.

Una vez que el corcho fue triturado a un tamaño adecuado, el siguiente paso consistió en clasificarlo de acuerdo con su tamaño. Para ello, el corcho triturado fue pasado a través de una serie de tamices, comenzando con el tamiz N°4, lo que permitió realizar una separación efectiva del material según su tamaño.

Figura 2

Corcho reciclado



Según Córdova et al., (2024) los componentes como la suberina, celulosa, lignina, taninos.

- Suberina: Este componente principal del corcho ha sido bien documentado en estudios sobre las propiedades de los materiales a base de corcho. La suberina sigue siendo el

principal responsable de la impermeabilidad y elasticidad, tanto en el corcho natural como en el reciclado.

- Celulosa y lignina: Ambos son componentes estructurales comunes en muchas plantas, y su presencia en el corcho reciclado también es un hecho bien conocido debido a la estructura de las paredes celulares de las células de corcho.
- Taninos: Estos compuestos fenólicos se encuentran en el corcho y proporcionan propiedades antioxidantes, algo que sigue presente en el corcho reciclado.

3.9.2 Tratamiento de las Cenizas de carbón vegetal

Las cenizas del carbón vegetal se obtuvieron mediante el proceso de quema controlada de madera (eucalipto). Este proceso de combustión se llevó a cabo de manera artesanal a una temperatura aproximada de 120°C, donde la madera se sometió a una quema lenta y controlada para maximizar la conversión a carbón y posteriormente a cenizas por un tiempo de 3 horas. Una vez finalizada la quema, el siguiente paso consistió en enfriar las cenizas de manera adecuada para evitar reacciones químicas indeseadas y asegurar que el material estuviera listo para el siguiente paso en el proceso.

Después del enfriamiento, las cenizas se sometieron a un tamizado, un proceso que permitió separar las partículas finas de las más gruesas, las partículas usadas fueron desde el tamiz N°40 hasta la N°200.

Figura 3

Obtención de cenizas



Según Ñahui, (2023) las cenizas de madera de eucalipto tienen los siguientes componentes:

- Óxidos alcalinos: Calcio (CaO), Potasio (K₂O), Magnesio (MgO), Sodio (Na₂O)
- Óxidos metálicos menores: Hierro (Fe₂O₃), Aluminio (Al₂O₃)
- Óxidos de silicio: Silicio (SiO₂)
- Óxidos de fósforo: Fósforo (P₂O₅)
- Carbonatos: Carbonato de calcio (CaCO₃)
- Compuestos orgánicos: Trazas de compuestos fenólicos y taninos
- Óxidos de azufre: Sulfatos (SO₃) en pequeñas cantidades
- Elementos traza: Manganeseo (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Cobalto (Co), Molibdeno (Mo)

3.9.3 *Elaboración del adobe*

- Selecciona un área plana y limpia para la fabricación del adobe, preferiblemente bien ventilada, especialmente si planeas dejar que los bloques se sequen al aire.
- Coloca la tierra en una superficie limpia y mézclala con agua poco a poco, hasta lograr una consistencia que no esté ni demasiado seca ni líquida. La mezcla debe ser húmeda, pero no pegajosa.
- Añade corcho reciclado o ceniza de carbón vegetal de manera uniforme a la mezcla **en proporción de la tierra empleada**. También es importante distribuir bien la paja en la mezcla para mejorar la cohesión del adobe.
- Una vez que la mezcla tenga la consistencia adecuada, colócala en los moldes de adobe, presionando bien para eliminar burbujas de aire y lograr bloques compactos.
- Después de llenar los moldes, retíralos con cuidado y coloca los bloques sobre una superficie plana, preferentemente de madera o sobre una lona. Evita que los bloques queden expuestos al sol directamente al principio para prevenir que se agrieten rápidamente.

- Los bloques de adobe deben secarse lentamente al aire. En climas cálidos, este proceso puede durar entre 7 y 28 días, dependiendo de la humedad y temperatura. Asegúrate de voltear los bloques periódicamente para garantizar un secado uniforme.

a. Límite Líquido

El límite líquido se refiere al contenido de humedad de un suelo, expresado como un porcentaje, que marca el punto de transición entre los estados plástico y líquido. Este límite puede entenderse como el contenido de humedad en el cual, al realizar una prueba estándar, el surco formado por la separación de dos mitades de una pasta de suelo se cierra completamente a lo largo de su base, manteniendo una distancia de aproximadamente 13 mm (equivalente a 1/2 pulgada), después de que la copa del aparato haya caído 25 veces desde una altura de 1 cm, con un ritmo de dos caídas por segundo. Esta prueba determina el comportamiento del suelo cuando se encuentra en el límite de fluidez entre los estados plástico y líquido.

Equipos:

- Vasija de porcelana: Con un diámetro de 115 mm, destinada para almacenar la muestra de suelo.
- Espátula de hoja flexible: De aproximadamente 75-100 mm de longitud y 20 mm de ancho, para mezclar el suelo y el agua.
- Aparato de límite líquido (o aparato de Casagrande): Herramienta estándar para realizar la prueba del límite líquido.
- Ranurador laminar o curvo: Para crear una ranura precisa en la mezcla de suelo.
- Calibrador Vernier: Para medir con precisión las dimensiones durante el ensayo.
- Recipientes o filtros: Para recoger y almacenar la muestra.
- Balanza de precisión: Capaz de medir con una exactitud de hasta 0.01 gramos.
- Horno: Con temperatura constante de 105°C para secar las muestras.
- Malla N°40: Para filtrar el suelo si es necesario.



Procedimiento

El ensayo se lleva a cabo siguiendo estos pasos:

1. Colocar una muestra de suelo en la vasija y añadir entre 15 y 20 ml de agua destilada. Revolver cuidadosamente para mezclar el agua con el suelo, utilizando la espátula de manera alternada. Es importante añadir agua en pequeñas cantidades, incrementando de 1 a 3 ml cada vez. Cada vez que se agregue más agua, se debe mezclar completamente antes de continuar con la adición.
2. Una vez que la mezcla de agua y suelo esté bien incorporada y la consistencia alcanzada requiera alrededor de 30 a 35 golpes de la cazuela de bronce para que la ranura en la pasta se cierre, se coloca una porción de la mezcla en la cazuela en su base. Se debe comprimir el suelo hasta formar una capa uniforme y luego alisar la superficie con la espátula hasta una profundidad de 1 cm en la parte más espesa.
3. Posteriormente, la copa de bronce debe elevarse y golpearla 25 veces a una velocidad de 1.9 a 2.1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de la pasta de suelo entren en contacto en el fondo de la ranura, con una distancia de aproximadamente 13 mm. Se debe registrar el número de golpes que se requieren para que el surco se cierre.
4. Finalmente, se retira una muestra del suelo desde ambos lados de la ranura, asegurándose de tomarla en un ángulo recto con respecto a la ranura, e incluyendo la porción de la misma donde se hizo el contacto. La muestra debe ser colocada en un recipiente adecuado para su posterior análisis.

b. Límite Plástico

El límite plástico de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje que define el punto en el cual el suelo se encuentra en la transición entre un estado plástico y un estado semisólido. Este límite se considera el valor mínimo de humedad necesario para que el suelo pueda ser modelado en hilos finos de aproximadamente 3.2 mm de diámetro (equivalente a 1/8 de pulgada) sin que estos se rompan o se desintegren en pedazos durante el proceso de modelado. El límite plástico se utiliza para determinar la

plasticidad del suelo, es decir, la capacidad del material para deformarse sin romperse bajo esfuerzos externos.

Equipos

- Espátula de hoja flexible: Con una longitud de 75 a 100 mm y un ancho de 20 mm, utilizada para mezclar y modelar el suelo de manera eficiente.
- Vasija de porcelana: Con un diámetro de 115 mm, empleada para almacenar y manipular la muestra de suelo.
- Balanza de precisión: Capaz de medir con una exactitud de 0.01 g para obtener pesos precisos de la muestra.
- Horno o estufa: Con una temperatura regulable a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, utilizado para secar las muestras del suelo.
- Tamiz o malla de 426 μm (N° 40): Para filtrar el suelo, si es necesario.
- Agua destilada: Para mezclar con la muestra de suelo y obtener la consistencia adecuada.
- Vidrios de reloj o recipientes apropiados: Para medir y determinar las humedades del suelo.
- Superficie de rodadura: Generalmente se utiliza vidrio grueso esmerilado para trabajar la mezcla de suelo y agua.

Procedimiento

El ensayo para determinar el límite plástico del suelo se realiza siguiendo una serie de pasos detallados:

1. Se coloca una muestra del suelo en la vasija de porcelana y se mezcla completamente con 15 a 20 ml de agua destilada. Se debe revolver y amasar la mezcla de manera repetitiva y alternada utilizando la espátula hasta obtener una masa homogénea. Es necesario agregar agua en incrementos de 1 a 3 ml y mezclar bien después de cada adición para asegurarse de que el suelo absorba el agua correctamente.



2. Cuando la mezcla ha adquirido la consistencia apropiada, se realiza el ensayo con la copa de Casagrande. Se vierte un poco de la mezcla en la copa y se presiona hacia abajo. El suelo se extiende hasta la posición y nivel requeridos, cuidando de no dejar aire atrapado en la masa. Se extiende la mezcla con la espátula, nivelando la superficie hasta 1 cm en el punto de mayor espesor.
3. Se toma la copa y se golpea con la manija en la base a una velocidad de 1.9 a 2.1 golpes por segundo hasta que las dos partes de la pasta de suelo hacen contacto en el fondo de la ranura (aproximadamente 13 mm o 0.5 pulgadas). Debe anotarse la cantidad de golpes requeridos para cerrar la ranura.
4. Una vez hecho este proceso, se toma una muestra en forma perpendicular a la ranura y se deposita en un envase apropiado para su posterior análisis.

c. Índice de Plasticidad

El índice de plasticidad es una medida que describe el comportamiento plástico del suelo. Este índice se calcula como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico del suelo. El índice de plasticidad proporciona información clave sobre la capacidad de deformación del suelo sin que se rompa, lo cual es esencial para predecir su comportamiento bajo condiciones de humedad variables.

$$IP = LL - LP$$

d. Granulometría

La granulometría es el proceso mediante el cual se determina el tamaño y la distribución de las partículas que conforman una muestra de suelo. Esto se logra mediante el uso de una serie de tamices o mallas, que están organizados en un orden de aberturas que van de mayor a menor tamaño. Este procedimiento permite separar las partículas del suelo según su tamaño, proporcionando una visión detallada de la composición granulométrica del material.



Equipos

- Juego de tamices: Con las siguientes mallas: N°10, N°20, N°40, N°60, N°80, N°100, N°200, y un fondo para recolectar el material que no pase por las mallas.
- Balanza de precisión: Que permita pesar muestras con una exactitud de 0.1 gramos.
- Charolas: Para recolectar las muestras de material.

Procedimiento

El procedimiento para llevar a cabo el análisis granulométrico del suelo se realiza de acuerdo a los siguientes pasos:

1. Se toma una muestra del suelo que ha sido secada previamente en el horno, y se pesa con la balanza, registrando el peso inicial de la muestra en el cuaderno de laboratorio.
2. A continuación, se pasa el material a través de la serie de tamices seleccionados, comenzando con el de mayor abertura y avanzando hacia los de aberturas menores. El material se debe tamizar por completo hasta que se haya distribuido adecuadamente entre las mallas.
3. Después de tamizar, se pesa el material que queda retenido en cada malla y se anota el peso de cada fracción en el registro correspondiente. Esto permite identificar cuántas partículas del suelo se han retenido en cada tamaño de malla.
4. Este proceso se continúa hasta alcanzar el tamiz N°04, y el material que pasa a través de esta malla debe ser considerado en su totalidad. A continuación, el material se pasa varias veces por un partididor de muestras para obtener una muestra representativa del suelo. La cantidad de material resultante debe estar entre 500 y 1000 gramos para asegurar que la muestra sea adecuada para los análisis posteriores.
5. Una vez obtenida la muestra representativa, se pone a secar completamente hasta que se enfríe, y se recolecta 200 gramos de esta muestra. Esta cantidad de suelo se coloca en un recipiente de aluminio, al cual se le añade agua para proceder al lavado del suelo.



6. El lavado del suelo se realiza agitando la muestra utilizando un alambrcn con punta redondeada, creando movimientos en forma de "ocho" durante aproximadamente 15 segundos. Este proceso tiene como objetivo disolver y eliminar los finos presentes en la muestra.
7. Despu0s de agitar, el agua se vaca a trav0s del tamiz N°200, lo que permite separar los materiales finos que pasan por la malla. Se debe a0adir m0s agua al recipiente y repetir el proceso de agitaci3n descrito anteriormente.
8. Este proceso de lavado se repite hasta que en el tamiz N°200 se acumule una cantidad significativa de material grueso (arena), que luego se reincorpora al recipiente. Se debe tener cuidado de no perder material en el proceso, y este paso debe realizarse hasta que el agua salga limpia o casi limpia.
9. Una vez finalizado el lavado, la muestra se seca nuevamente en el horno y se deja enfriar. Despu0s, se tamiza el material usando las mallas que van desde N°8 hasta N°200, con el fin de separar los diferentes tama0os de partculas.
10. A continuaci3n, se pesa el material **retenido** en cada tamiz, y se registran estos datos para su posterior an0lisis.
11. Con los datos obtenidos, se efectúan los c0lculos necesarios para determinar los siguientes par0metros:
 - El porcentaje retenido parcial en cada malla.
 - El porcentaje retenido acumulado, es decir, la cantidad total de material retenido en todas las mallas.
 - El porcentaje que pasa a trav0s de cada malla, lo que indica el material que no se ha retenido.
12. Finalmente, se traza la curva granulom0trica en un gr0fico, lo que permite visualizar la distribuci3n del tama0o de las partculas del suelo.
13. Tambi0n se calculan los siguientes ndices y par0metros para una caracterizaci3n m0s detallada:
 - El porcentaje de grava.

- El porcentaje de fino.
- El porcentaje de arena.
- El coeficiente de uniformidad (Cu) y el coeficiente de curvatura (Cc), que son utilizados para evaluar la distribución de tamaños y la forma de las partículas dentro de la muestra.

e. Contenido de Humedad

El contenido de humedad de un suelo es la cantidad de agua que contiene una muestra de suelo, expresada en relación a su peso seco. Este valor es determinante para conocer las características físicas del suelo, ya que el agua influye en su comportamiento, como la resistencia, plasticidad y trabajabilidad.

Equipos

- Horno eléctrico: Debe ser capaz de mantener una temperatura constante de 105 °C para el secado uniforme de la muestra de suelo.
- Balanza de precisión: Se usa para pesar muestras con una exactitud de 0.1 g, lo que permite obtener medidas precisas.
- Charola y cápsula de aluminio: Son útiles para depositar las muestras de suelo en el proceso de secado y para pesarlas.
- Espátula: Se usa para manipular y mover el suelo de forma controlada, sin perder material y garantizando mediciones precisas.

Procedimiento

El procedimiento para realizar este ensayo sigue una serie de pasos que garantizan que se determine de manera precisa el **contenido de humedad** del suelo:

1. Selección de las taras: Se seleccionan las taras de metal (recipientes pequeños) que se utilizarán para contener la muestra de suelo. Estas taras deben ser pesadas con la balanza eléctrica para registrar su peso inicial antes de añadir el suelo.



2. Adición de la muestra de suelo: Se coloca la muestra de suelo húmedo en cada tara, llenándola hasta aproximadamente $\frac{3}{4}$ de su capacidad. Esta cantidad de suelo es suficiente para realizar el análisis con precisión.
3. Pesaje de la muestra húmeda: Una vez colocada la muestra en las taras, se debe registrar el peso total de la tara con el suelo húmedo. Este valor es esencial para calcular el contenido de humedad más adelante.
4. Secado en el horno: Las taras con las muestras de suelo deben ser colocadas en el horno a 110°C y deben mantenerse allí durante 24 horas. Este proceso de secado elimina toda la humedad libre presente en el suelo, dejando solo los componentes sólidos.
5. Enfriamiento de las muestras: Después de que transcurren las 24 horas de secado, las taras con el suelo deben ser retiradas del horno. Las muestras se deben dejar enfriar a temperatura ambiente para evitar que el calor residual afecte las mediciones del peso.
6. Pesaje de la muestra seca: Una vez que las muestras se han enfriado completamente, se deben pesar nuevamente las taras junto con el suelo seco. Este peso se debe registrar con la misma balanza de precisión utilizada previamente.
7. Cálculo del contenido de humedad: Con los datos obtenidos, se procede a calcular el contenido de humedad utilizando la fórmula indicada en la siguiente sección. Este cálculo permite obtener el porcentaje de agua presente en la muestra de suelo, lo cual es esencial para evaluar sus propiedades físicas.

$$w = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

W_w = Peso de la muestra húmeda

W_s = Peso de la muestra seca.

f. Variación Dimensional en las Unidades de Adobe

El ensayo de variación dimensional en adobes busca medir con exactitud las dimensiones de cada unidad (alto, largo y ancho). Estas mediciones se toman con una

exactitud de 1 mm, y las dimensiones se obtienen promediando las medidas tomadas en los puntos medios de los bordes de cada cara de la muestra. El proceso garantiza una medida exacta y representativa de cada unidad de adobe.

Equipos

Para ejecutar el ensayo de variación dimensional, se requiere el siguiente equipo:

- Brocha: Se utiliza para limpiar las unidades de adobe antes de realizar las mediciones y asegurarse de que las superficies estén libres de polvo o suciedad que puedan afectar los resultados.
- Vernier o regla de acero graduada: Instrumento de medición preciso que permite registrar las dimensiones de las unidades de adobe con una exactitud de 1 mm.

Procedimiento

El proceso para medir la variación dimensional en las unidades de adobe se realiza siguiendo estos pasos:

1. Medición individual de las unidades: Se debe medir cada una de las seis unidades de adobe de forma individual, con el fin de obtener datos específicos de cada una.
2. Medición del ancho: El ancho de la unidad se mide en dos extremos de la muestra, y se realiza en ambas caras de la unidad. Las mediciones se toman en los puntos medios de los bordes de la muestra. Este procedimiento se repite en los cuatro puntos (dos en cada cara), y luego se obtiene el promedio de las cuatro mediciones de ancho, con una precisión de 1 mm.
3. Medición del largo: El largo de la unidad se mide de manera similar al ancho, tomando mediciones en ambas caras y en ambos extremos de la unidad. Luego se calcula el promedio de las cuatro mediciones obtenidas para determinar el largo total de la unidad.
4. Cálculo de las dimensiones promedio: Una vez que se han obtenido todas las mediciones necesarias, se calcula el promedio de las mediciones para el ancho y el

largo de cada unidad. Esto permite obtener una medida representativa de la variación dimensional de las unidades de adobe, con base en los valores promedio de las mediciones.

g. Ensayo de Resistencia a la Compresión de la Unidad de Adobe

El ensayo de resistencia a la compresión tiene como objetivo medir la capacidad del adobe para resistir fuerzas de compresión, que son aquellas que se aplican a un material de tal manera que provocan una reducción de volumen en una dirección específica. En este caso, el material que será sometido a este esfuerzo es el adobe. Las fuerzas de compresión se aplican de manera uniforme sobre las caras de mayor área de la muestra, es decir, sobre la cara superior y la cara inferior de descanso. Para asegurar una distribución adecuada de las fuerzas, se colocan placas de acero en ambas caras del adobe, lo que ayuda a transmitir de manera uniforme la carga durante el ensayo. El propósito de este ensayo es determinar la resistencia última del adobe bajo condiciones controladas de compresión.

Equipos:

- **Máquina Compresora:** Es el equipo encargado de aplicar una carga perpendicular sobre la muestra de adobe hasta su rotura. La máquina debe ser capaz de medir la carga aplicada de manera precisa durante el ensayo.
- **Unidades de Adobe a Ensayar:** Se utilizan unidades de adobe previamente preparadas y secas que serán sometidas a la prueba de compresión.

Procedimiento

El proceso para realizar el ensayo de compresión en las unidades de adobe sigue estos pasos detallados:

1. Preparación de las muestras: Se eligen las muestras de adobe a probar. Para garantizar la exactitud del ensayo, se emplean cubos de adobe cuya arista sea igual a la menor dimensión de la unidad de adobe.
2. Nivelación de la superficie: La cara de apoyo de cada muestra de adobe debe ser enrasada para evitar concentraciones de carga. Esto se consigue extendiendo una mezcla de cemento y yeso en proporción 2:1 sobre las caras de la muestra que van a estar en contacto con las placas de acero.
3. Área de contacto: Se toma la medida de largo y ancho de cada muestra de adobe, ya que estas dimensiones son necesarias para obtener el área de contacto en que se apoyarán las placas en el ensayo.
4. Elaboración del Ensayo: Una vez preparadas las muestras, se introducen en la máquina compresora y se les aplica una carga creciente hasta su rotura. El ensayo se debe llevar a cabo en muestras totalmente secas para que el resultado refleje la resistencia del adobe en condiciones óptimas de secado.
5. Cálculo de la Resistencia a la Compresión: El resultado de este ensayo se expresa como la resistencia a la compresión del adobe, que se calcula dividiendo la carga de ruptura aplicada (P) entre el área de contacto de la muestra (A).

$$f'b = \frac{P}{A} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

f'b: Resistencia a la compresión

P: Carga perpendicular aplicada a la superficie de adobe

A: Área de contacto

h. Ensayo de Compresión a la Albañilería

El ensayo de compresión a la albañilería busca determinar su resistencia a la compresión en pilas de adobe. Con este ensayo se define el esfuerzo máximo (f'm) en compresión que puede resistir un murete de adobe antes de fallar. La resistencia última del murete de adobe en este ensayo se ha calculado en 6.12 kg/cm².



Equipos

1. Máquina de compresión: La máquina debe de poder cargar uniformemente las pilas de adobe hasta su falla. La máquina debe estar calibrada para medir con exactitud la carga aplicada.
2. Unidades de adobe a probar: Las pilas de adobe para el ensayo se deben elegir y preparar de tal manera que la prueba sea representativa de la resistencia de las unidades de mampostería.

Procedimiento

El procedimiento para realizar el ensayo de compresión en la albañilería, específicamente sobre pilas de adobe, se lleva a cabo en los siguientes pasos:

1. Elaboración de las pilas de adobe: Se apilan los adobes de acuerdo a las dimensiones requeridas para aproximar un valor del esfuerzo de compresión. El número de adobes por pila se calcula en función de la esbeltez que se quiera obtener. Las pilas deben permanecer verticales durante la construcción y la prueba.
2. Secado de las muestras: Una vez construidas las pilas, éstas deben dejarse secar al aire durante 28 días antes de ser ensayadas. Este tiempo de secado es necesario para que las muestras se encuentren en condiciones óptimas y sin humedad que pueda alterar los resultados.
3. Nivelación de la superficie: Antes del ensayo, homogeneizar la superficie de las pilas de adobe con una mezcla de cemento y yeso en proporción 2:1. Está cubierta hace que las pilas tengan una superficie plana para que la carga se distribuya uniformemente.
4. Medición de las dimensiones de la muestra: Se miden las dimensiones de las pilas de adobe en largo y ancho de la cara de contacto, ya que de éstas depende el área de contacto y la carga aplicada.
5. Ensayo de compresión: Una vez preparadas las pilas y tomadas las medidas, se introduce la muestra en la máquina compresora. La máquina va aplicando carga cada



vez mayor hasta que la pila de adobe se rompa, y se anota la carga máxima que soportó.

3.9.4 *Análisis e interpretación de los resultados*

El análisis e interpretación de resultados es el proceso por el cual se examinan los datos recogidos en una investigación para descubrir patrones, tendencias, relaciones o diferencias significativas. En esta etapa, los investigadores aplican métodos estadísticos, cualitativos o modelos teóricos para manipular y analizar los datos de tal manera que se puedan sacar conclusiones y responder a las preguntas de investigación planteadas al comienzo del estudio.

Interpretar los resultados significa dar significado a los datos analizados en el contexto del marco teórico y los objetivos de la investigación, para explicar lo que significan los hallazgos y cómo contribuyen al campo de estudio. Esto implica también juzgar la validez y confiabilidad de los resultados, identificar posibles sesgos o limitaciones del estudio y discutir las implicaciones prácticas o teóricas de los hallazgos y las posibles recomendaciones para futuras investigaciones.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos

En esta sección se muestran los resultados de las propiedades de los adobes incorporando corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal. Estos adobes fueron analizados en la provincia de El Collao, tomando en cuenta diferentes parámetros que nos permiten analizar cómo influyen estos materiales en las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional. En primer lugar, se realizaron los ensayos preliminares para cada punto de exploración, tales como límites de Atterberg y granulometría. A continuación, se muestran los resultados de las propiedades de los adobes incorporando distintas proporciones de corcho reciclado (3% y 6%) y ceniza de carbón vegetal.

Tabla 2

Límites del suelo empleado para el adobe

Detalle	LL	LP	IP
EX°1	36.95	20.01	16.93

Se muestra los límites del suelo usado para la elaboración del adobe donde se obtiene que tiene un índice de plasticidad del 16.93%.

4.1.1 Propiedades del adobe tradicional producidas con materiales propios en la provincia de el collao

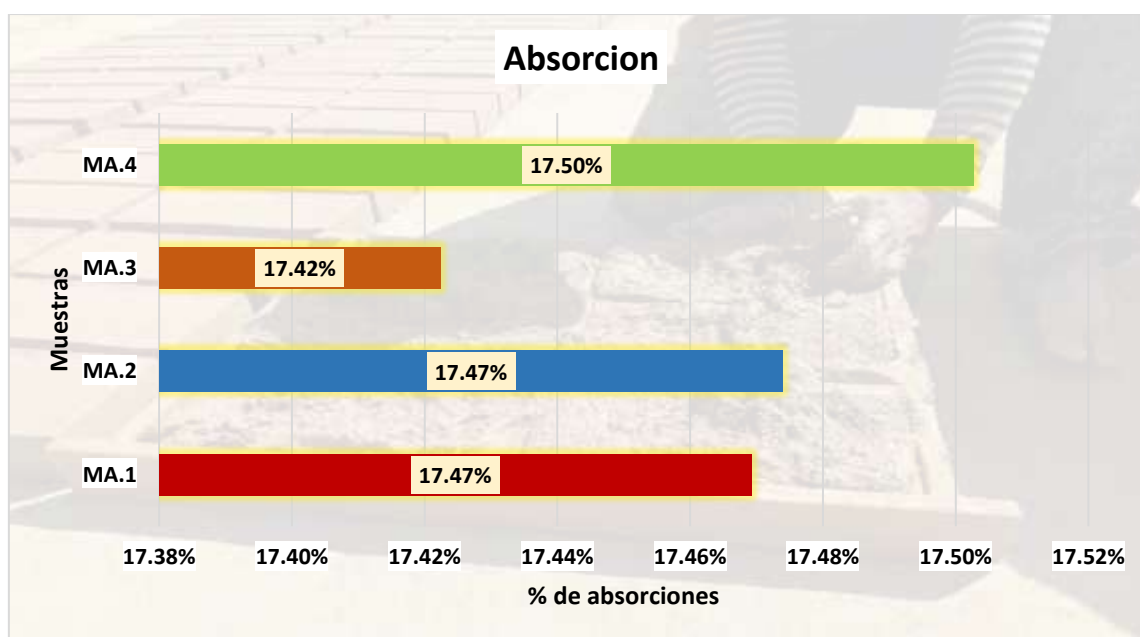
Tabla 4

Absorciones de los adobes tradicionales

Descripción	Pe-seco (kg)	Pe-saturado (kg)	% de absorción
M°A.1	11048	12978	17.47%
M°A.2	11045	12975	17.47%
M°A.3	11049	12974	17.42%
M°A.4	11044	12977	17.50%
Promedio			17.47%

Figura 5

Absorciones de los adobes tradicionales



Se muestra los porcentajes de absorción de los adobes tradicionales para cuatro muestras (M°A.1, M°A.2, M°A.3 y M°A.4), con valores que varían entre 17.42% y 17.50%. El promedio de absorción es de 17.47%, lo que refleja una consistencia en la capacidad de absorción de agua de las muestras analizadas.

Tabla 5

*Variaciones en las dimensiones de los adobes tradicionales de 40*20*10*

Variación en las dimensiones de los adobes tradicionales							
Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	40.48	40.49	40.46	40.47	40.46	40.47	-1.18
M°A.2	40.45	40.48	40.47	40.46	40.45	40.46	-1.16
M°A.3	40.48	40.47	40.49	40.47	40.46	40.47	-1.19
M°A.4	40.45	40.47	40.46	40.49	40.48	40.47	-1.18
Promedio						40.47	-1.17
Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	20.38	20.41	20.40	20.42	20.39	20.40	-2.00
M°A.2	20.39	20.41	20.42	20.43	20.41	20.41	-2.06
M°A.3	20.40	20.39	20.38	20.37	20.39	20.39	-1.93
M°A.4	20.40	20.38	20.39	20.37	20.40	20.39	-1.94
Promedio						20.40	-1.98
Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	10.39	10.38	10.40	10.39	10.38	10.39	-3.88
M°A.2	10.42	10.40	10.39	10.38	10.40	10.40	-3.98
M°A.3	10.40	10.38	10.39	10.37	10.38	10.38	-3.84
M°A.4	10.38	10.37	10.39	10.36	10.38	10.38	-3.76
Promedio						10.39	-3.87

Se muestra las variaciones en las dimensiones de los adobes tradicionales. Se presentan tres dimensiones: largo, ancho y alto. La variación en largo es de -1.17%, en ancho es de -1.98%, y en alto es de -3.87%. El gráfico muestra cómo estas variaciones afectan el tamaño de los adobes, con el largo siendo la dimensión con menor cambio, seguido del ancho y alto.

Tabla 6

Alabeos en los adobes

Detalle	Cara-1		Cara-2	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M°A.1	1.29	1.27	1.31	1.29
M°A.2	1.30	1.28	1.32	1.28
M°A.3	1.31	1.27	1.29	1.27
M°A.4	1.32	1.26	1.30	1.29
M°A.5	1.31	1.29	1.31	1.27
PROMEDIO (mm)	1.31	1.27	1.31	1.28
Prom-Cóncava	1.31			
Prom-Convexo	1.28			
Prom-Alabeo	1.29			

Se muestra los alabeos de los adobes en las dos caras de los bloques (Cóncava y Convexa). El alabeo promedio de la cara cóncava es de 1.31 mm, el de la cara convexa es de 1.28 mm, y el alabeo general es de 1.29 mm.

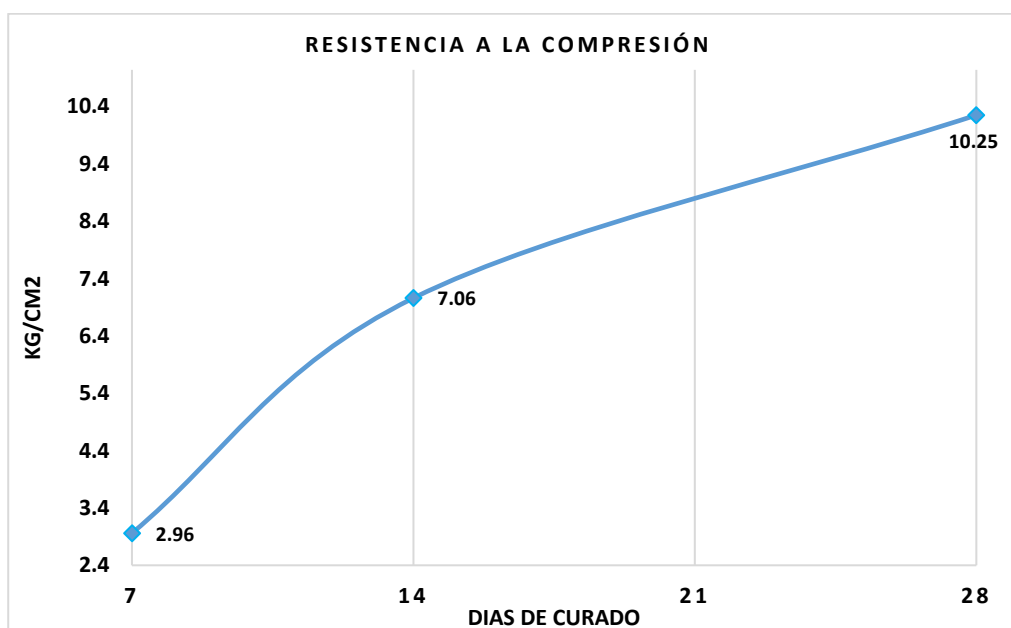
Tabla 7

Resistencia a la compresión de los adobes tradicionales

Muestra	Días	Compresión del adobe			Promedio
		Área bruta cm ²	Carga kg	Rotura kg/cm ²	
M°A.1	7	100.00	297.21	2.97	2.96
M°A.2			295.26	2.95	
M°A.3			296.12	2.96	
M°A.4			294.14	2.94	
M°A.1	14	100.00	701.11	7.01	7.06
M°A.2			710.10	7.10	
M°A.3			705.14	7.05	
M°A.4			708.34	7.08	
M°A.1	28	100.00	1024.56	10.25	10.25
M°A.2			1023.42	10.23	
M°A.3			1026.32	10.26	
M°A.4			1027.16	10.27	

Figura 6

Resistencia a la compresión de los adobes tradicionales



Se muestra la resistencia a la compresión de los adobes tradicionales, representadas en kg/cm². Las muestras se analizaron a diferentes días (7, 14 y 28 días). Los resultados indican que la resistencia aumentó con el tiempo: la muestra a 7 días presentó una resistencia de 2.96 kg/cm², la muestra a 14 días mostró 7.06 kg/cm², y la muestra a 28 días alcanzó 10.25 kg/cm².

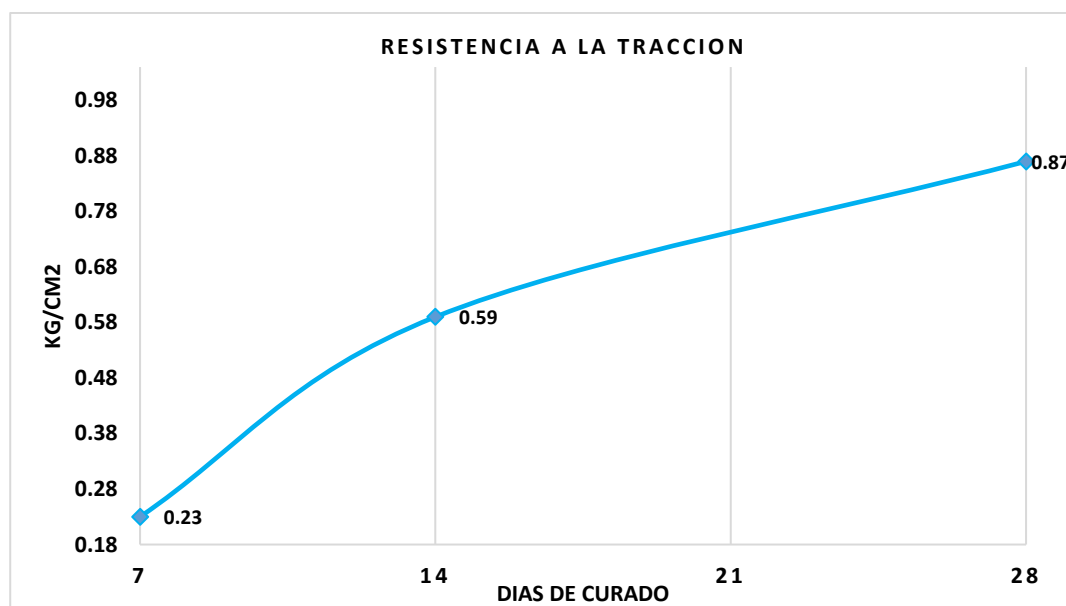
Tabla 8

Resistencias a tracción de los adobes tradicionales

Muestra	Días	Tracción del adobe			Promedio
		Área bruta cm ²	Carga kg	Rotura kg/cm ²	
M°A.1	7	800.00	180.25	0.225	0.23
M°A.2			183.65	0.230	
M°A.3			185.47	0.232	
M°A.4			182.97	0.229	
M°A.1	14	800.00	477.84	0.597	0.59
M°A.2			475.21	0.594	
M°A.3			472.86	0.591	
M°A.4			475.79	0.595	
M°A.1	28	800.00	694.25	0.868	0.87
M°A.2			690.84	0.864	
M°A.3			691.74	0.865	
M°A.4			695.12	0.869	

Figura 7

Resistencias a tracción de los adobes tradicionales



Se muestra las resistencias a tracción de los adobes tradicionales a diferentes días (7, 14 y 28 días). A los 7 días, la resistencia fue de 0.23 kg/cm², a los 14 días aumentó a 0.59 kg/cm², y a los 28 días alcanzó 0.87 kg/cm². El gráfico muestra cómo la resistencia a tracción mejora con el tiempo, reflejando un aumento significativo a medida que las muestras maduran.

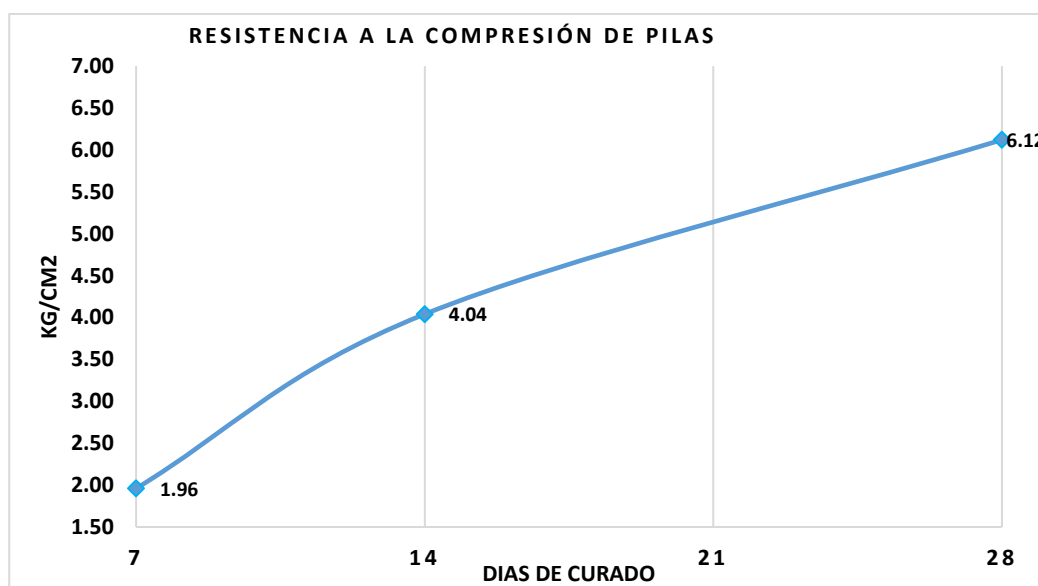
Tabla 9

Resistencias a pilas de los adobes tradicionales

Resistencia de pilas del adobe					
Muestra	Días	Área bruta cm ²	Carga kg	Rotura kg/cm ²	Promedio
M°A.1	7	800.00	1562.98	1.95	1.96
M°A.2			1565.93	1.96	
M°A.1	14	800.00	3229.52	4.04	4.04
M°A.2			3227.39	4.03	
M°A.1	28	800.00	4899.74	6.12	6.12
M°A.2			4890.54	6.11	

Figura 8

Resistencias a pilas de los adobes tradicionales



Se muestra las resistencias a pilas de los adobes tradicionales a diferentes días (7, 14 y 28 días). A los 7 días, la resistencia fue de 1.96 kg/cm², a los 14 días aumentó a 4.04 kg/cm², y a los 28 días alcanzó 6.12 kg/cm². El gráfico refleja el incremento progresivo de la resistencia a pilas con el tiempo, indicando una mejora significativa en la capacidad de carga a medida que los adobes maduran.

4.1.2 Impacto de la incorporación de corcho reciclado en proporciones del 3% y 6% en las propiedades del adobe

► Adobe con 3% de corcho reciclado

Tabla 10

Absorciones de los adobes + 3% de COREC

Descripción	Pe-seco (kg)	Pe-saturado (kg)	% de absorción
M°A.1	11049	12948	17.19%
M°A.2	11050	12939	17.10%
M°A.3	11047	12930	17.05%
M°A.4	11046	12929	17.05%
Promedio			17.09%

Se muestra las absorciones de los adobes con la adición de 3% de corcho reciclado (COREC). Se observa que el valor más alto de absorción corresponde a la muestra M°A.1 con un 17.19%, seguido por M°A.2 con 17.10%, y las muestras M°A.3 y M°A.4 con 17.05%. El promedio de absorción de todas las muestras es de 17.09%.

Tabla 11

Variaciones en las dimensiones de los adobes + 3% de COREC

Variación dimensional - Adoquín de diseño							
Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	40.44	40.43	40.45	40.44	40.42	40.44	-1.09
M°A.2	40.44	40.43	40.44	40.45	40.43	40.44	-1.10
M°A.3	40.43	40.45	40.44	40.44	40.43	40.44	-1.10
M°A.4	40.45	40.44	40.43	40.42	40.44	40.44	-1.09
Promedio						40.44	-1.09
Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	20.38	20.39	20.37	20.39	20.38	20.38	-1.91
M°A.2	20.39	20.38	20.38	20.37	20.38	20.38	-1.90
M°A.3	20.38	20.39	20.38	20.37	20.38	20.38	-1.90
M°A.4	20.38	20.37	20.37	20.39	20.38	20.38	-1.89
Promedio						20.38	-1.90
Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	10.39	10.37	10.38	10.38	10.39	10.38	-3.82
M°A.2	10.39	10.39	10.39	10.38	10.38	10.39	-3.86
M°A.3	10.37	10.37	10.39	10.37	10.38	10.38	-3.76
M°A.4	10.37	10.39	10.39	10.38	10.37	10.38	-3.80
Promedio						10.38	-3.81

Se muestra las variaciones en las dimensiones de los adobes con la adición de 3% de corcho reciclado (COREC). La variación en el largo promedio es de -1.09 cm, en el ancho

es de -1.90 cm, y en el alto es de -3.81 cm. Estos resultados indican una disminución en las dimensiones de los adobes tras la incorporación de corcho reciclado.

Tabla 12

Alabeos en los adobes + 3% de COREC

Detalle	Cara-1		Cara-2	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M°A.1	1.28	1.26	1.29	1.27
M°A.2	1.29	1.25	1.30	1.26
M°A.3	1.27	1.26	1.29	1.25
M°A.4	1.30	1.26	1.28	1.25
M°A.5	1.29	1.25	1.28	1.26
PROMEDIO (mm)	1.29	1.26	1.29	1.26
Prom-Cóncava	1.29			
Prom-Convexo	1.26			
Prom-Alabeo	1.27			

Se muestra los alabeos en los adobes con la adición de 3% de corcho reciclado (COREC).

Los valores promedio de alabeo para cada cara son: la cara cóncava tiene un alabeo promedio de 1.29 mm, la cara convexa de 1.26 mm, y el alabeo total promedio es de 1.27 mm.

Tabla 13

Resistencia a la compresión de los adobes + 3% de COREC

Muestra	Días	Área bruta cm ²	Compresión del adobe		Promedio
			Carga kg	Rotura kg/cm ²	
M°A.1	7	100.00	308.62	3.09	3.06
M°A.2			305.61	3.06	
M°A.3			303.48	3.03	
M°A.4			305.62	3.06	
M°A.1	14	100.00	728.26	7.28	7.28
M°A.2			727.45	7.27	
M°A.3			725.84	7.26	
M°A.4			729.72	7.30	
M°A.1	28	100.00	1036.52	10.37	10.36
M°A.2			1034.34	10.34	
M°A.3			1035.24	10.35	
M°A.4			1038.26	10.38	

Se muestra la resistencia a la compresión de los adobes con la adición de 3% de corcho reciclado (COREC) en diferentes días de ensayo. A los 7 días, la resistencia es de 3.06



kg/cm², a los 14 días aumenta a 7.28 kg/cm², y a los 28 días alcanza los 10.36 kg/cm².

Esto indica que la resistencia compresiva de los adobes mejora significativamente con el tiempo.

Tabla 14

Resistencias a tracción de los adobes + 3% de COREC

Tracción del adobe					
Muestra	Días	Área bruta cm ²	Carga kg	Rotura kg/cm ²	Promedio
M°A.1	7	800.00	216.68	0.271	0.27
M°A.2			219.79	0.275	
M°A.3			220.52	0.276	
M°A.4			218.81	0.274	
M°A.1	14	800.00	498.95	0.624	0.62
M°A.2			492.37	0.615	
M°A.3			495.52	0.619	
M°A.4			493.46	0.617	
M°A.1	28	800.00	714.22	0.893	0.89
M°A.2			718.36	0.898	
M°A.3			712.27	0.890	
M°A.4			715.46	0.894	

Se presenta las resistencias a tracción de los adobes con la incorporación de 3% de corcho reciclado (COREC) a diferentes intervalos de tiempo. A los 7 días, la resistencia a tracción es de 0.27 kg/cm², lo que indica un comportamiento inicial bajo. Sin embargo, a los 14 días, la resistencia se incrementa considerablemente a 0.62 kg/cm², mostrando una mejora en la capacidad de los adobes para resistir fuerzas de tracción. A los 28 días, la resistencia alcanza 0.89 kg/cm².

Tabla 15*Resistencias a pilas de los adobes + 3% de COREC*

Resistencia de pilas del adobe					
Muestra	Días	Área bruta cm ²	Carga kg	Rotura kg/cm ²	Promedio
M°A.1	7	800.00	1601.32	2.00	2.01
M°A.2			1609.41	2.01	
M°A.1	14	800.00	3431.32	4.29	4.29
M°A.2			3425.64	4.28	
M°A.1	28	800.00	5314.52	6.64	6.64
M°A.2			5309.84	6.64	

Se muestra las resistencias a pilas de los adobes con la adición de 3% de corcho reciclado (COREC) en distintos días de prueba. A los 7 días, la resistencia es de 2.01 kg/cm², un valor inicial bajo. A los 14 días, la resistencia aumenta a 4.29 kg/cm², mostrando una mejora en la capacidad de los adobes para soportar cargas. A los 28 días, la resistencia alcanza los 6.64 kg/cm², lo que indica un notable incremento en la capacidad de los adobes con el paso del tiempo, destacando la influencia positiva del corcho reciclado en sus propiedades mecánicas.

► **Adobe con 6% de corcho reciclado**

Tabla 16*Absorciones de los adobes + 6% de COREC*

Descripción	Pe-seco (kg)	Pe-saturado (kg)	% de absorción
M°A.1	11050	12931	17.02%
M°A.2	11049	12928	17.01%
M°A.3	11047	12923	16.98%
M°A.4	11050	12920	16.92%
Promedio			16.98%

Se presenta las absorciones de los adobes con la adición de 6% de corcho reciclado (COREC). La muestra M°A.1 muestra la mayor absorción con un 17.02%, seguida por M°A.2 con un 17.01%. La muestra M°A.3 tiene un 16.98% y M°A.4 presenta la absorción

más baja con un 16.92%. El promedio de absorción de todas las muestras es de 16.98%, lo que indica una ligera variabilidad en las absorciones de los adobes con diferentes cantidades de corcho reciclado.

Tabla 17*Variaciones en las dimensiones de los adobes + 6% de COREC*

Variación dimensional - Adoquín de diseño							
Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	40.41	40.42	40.40	40.39	40.40	40.40	-1.01
M°A.2	40.40	40.40	40.41	40.42	40.41	40.41	-1.02
M°A.3	40.40	40.40	40.41	40.42	40.41	40.41	-1.02
M°A.4	40.42	40.41	40.40	40.42	40.41	40.41	-1.03
Promedio						40.41	-1.02

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	20.30	20.31	20.30	20.33	20.32	20.31	-1.56
M°A.2	20.32	20.30	20.30	20.31	20.31	20.14	-0.70
M°A.3	20.32	20.31	20.30	20.30	20.31	20.31	-1.54
M°A.4	20.33	20.30	20.32	20.30	20.31	20.31	-1.56
Promedio						20.27	-1.34

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	10.33	10.31	10.32	10.31	10.32	10.32	-3.18
M°A.2	10.32	10.33	10.32	10.31	10.30	10.32	-3.16
M°A.3	10.32	10.33	10.30	10.30	10.31	10.31	-3.12
M°A.4	10.32	10.31	10.33	10.32	10.31	10.32	-3.18
Promedio						10.32	-3.16

Se muestra las variaciones en las dimensiones de los adobes con la adición de 6% de corcho reciclado (COREC). En cuanto al largo, se observa una variación promedio de -1.02 cm, con un pequeño decrecimiento en las dimensiones. En el ancho, la variación promedio es de -1.34 cm, lo que indica una reducción más pronunciada en comparación con el largo. Finalmente, en el alto, la variación promedio es de -3.16 cm, destacándose como la mayor reducción en las dimensiones de los adobes.

Tabla 18

Alabeos en los adobes + 6% de COREC

Detalle	Cara-1		Cara-2	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M°A.1	1.27	1.25	1.26	1.26
M°A.2	1.26	1.26	1.28	1.25
M°A.3	1.27	1.25	1.27	1.26
M°A.4	1.28	1.26	1.27	1.25
M°A.5	1.27	1.26	1.26	1.26
PROMEDIO (mm)	1.27	1.26	1.27	1.26
Prom-Cóncava	1.27			
Prom-Convexo	1.26			
Prom-Alabeo	1.26			

Se muestra los alabeos de los adobes con la adición de 6% de corcho reciclado (COREC) en las caras cóncava y convexa. El alabeo promedio en la cara cóncava es de 1.27 mm, siendo la mayor variación entre las caras. En la cara convexa, el alabeo promedio es de 1.26 mm, mostrando una ligera diferencia con la cara cóncava. El alabeo total promedio, considerando ambas caras, es de 1.26 mm.

Tabla 19

Resistencia a la compresión de los adobes + 6% de COREC

Muestra	Días	Área bruta cm ²	Compresión del adobe		Promedio
			Carga kg	Rotura kg/cm ²	
M°A.1	7	100.00	308.62	3.09	2.59
M°A.2			305.61	3.06	
M°A.3			303.48	3.03	
M°A.4			305.62	3.06	
M°A.1	14	100.00	728.26	7.28	6.10
M°A.2			727.45	7.27	
M°A.3			725.84	7.26	
M°A.4			729.72	7.30	
M°A.1	28	100.00	1036.52	10.37	10.01
M°A.2			1034.34	10.34	
M°A.3			1035.24	10.35	
M°A.4			1038.26	10.38	

Se muestra la resistencia a la compresión de los adobes con la adición de 6% de corcho reciclado (COREC) a diferentes intervalos de tiempo. A los 7 días, la resistencia es de 2.59

kg/cm², lo que refleja una resistencia inicial baja. A los 14 días, la resistencia aumenta a 6.10 kg/cm², indicando una mejora significativa en la capacidad de compresión. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanza los 10.01 kg/cm², lo que demuestra un crecimiento continuo en la resistencia del material con el tiempo.

Tabla 20*Resistencias a tracción de los adobes + 6% de COREC*

Tracción del adobe					
Muestra	Días	Área bruta cm ²	Carga kg	Rotura kg/cm ²	Promedio
M°A.1	7	800.00	181.98	0.227	0.22
M°A.2			176.87	0.221	
M°A.3			178.79	0.223	
M°A.4			180.90	0.226	
M°A.1	14	800.00	467.21	0.584	0.58
M°A.2			465.12	0.581	
M°A.3			460.09	0.575	
M°A.4			462.16	0.578	
M°A.1	28	800.00	684.98	0.856	0.86
M°A.2			686.89	0.859	
M°A.3			685.96	0.857	
M°A.4			684.93	0.856	

Se muestra las resistencias a tracción de los adobes con la adición de 6% de corcho reciclado (COREC) a diferentes intervalos de tiempo. A los 7 días, la resistencia a tracción es de 0.22 kg/cm², lo que refleja una resistencia inicial baja. A los 14 días, la resistencia aumenta a 0.58 kg/cm², indicando una mejora notable en la capacidad de los adobes para resistir fuerzas de tracción. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanza los 0.86 kg/cm², lo que demuestra un incremento.

Tabla 21*Resistencias a pilas de los adobes + 6% de COREC*

Resistencia de pilas del adobe					
Muestra	Días	Área bruta cm ²	Carga kg	Rotura kg/cm ²	Promedio
M°A.1	7	800.00	1502.32	1.88	1.89
M°A.2			1515.57	1.89	
M°A.1	14	800.00	3127.24	3.91	3.91
M°A.2			3136.56	3.92	
M°A.1	28	800.00	4712.85	5.89	5.90
M°A.2			4719.64	5.90	

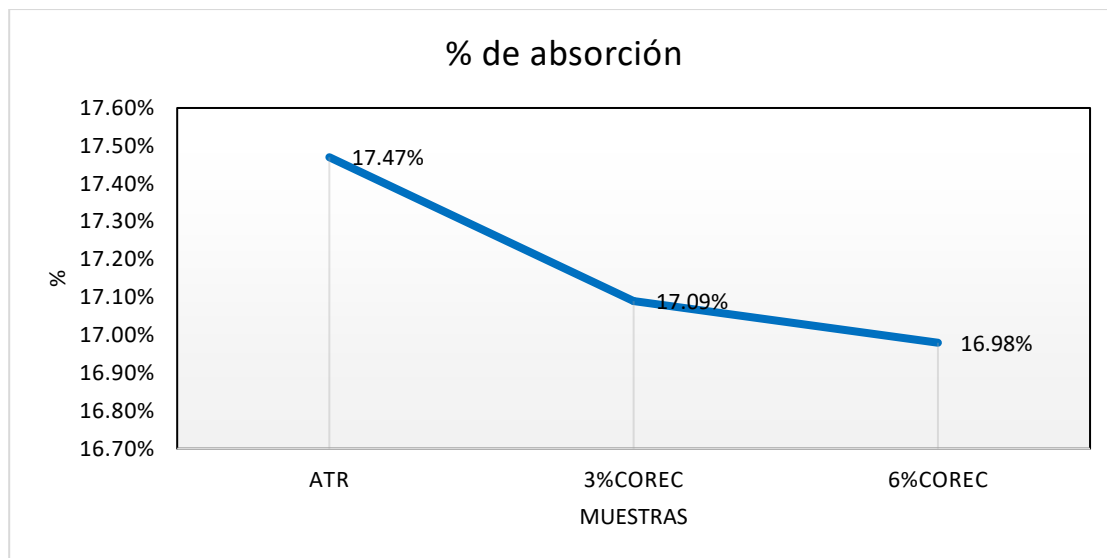
Se muestra las resistencias a pilas de los adobes con la adición de 6% de corcho reciclado (COREC) a diferentes días de prueba. A los 7 días, la resistencia es de 1.89 kg/cm², un valor inicial bajo. A los 14 días, la resistencia aumenta a 3.91 kg/cm², lo que refleja una mejora en la capacidad de los adobes para soportar cargas. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanza los 5.90 kg/cm², lo que demuestra una mejora continua.

Tabla 22*Resumen respecto absorción*

% de absorción	
ATR	17.47%
3%COREC	17.09%
6%COREC	16.98%

Figura 9

Resumen respecto absorción



Se presenta un resumen de la absorción de agua de los adobes con diferentes proporciones de corcho reciclado (COREC). Los adobes con ATR tienen una absorción de 17.47%, mientras que los adobes con 3% de COREC muestran una absorción de 17.09% y los adobes con 6% de COREC tienen una absorción de 16.98%.

Tabla 23

Resumen respecto a la variación de las dimensiones

Comparativa de la variación dimensional			
Muestra	Detalle	Promedio cm	v(%)
ATR	Largo	40.47	-1.17
	Ancho	20.40	-1.98
	Alto	10.39	-3.87
3%COREC	Largo	40.44	-1.09
	Ancho	20.38	-1.90
	Alto	10.38	-3.81
6%COREC	Largo	40.41	-1.02
	Ancho	20.27	-1.34
	Alto	10.32	-3.16

Se muestra la variación dimensional de los adobes con (3% de COREC y 6% de COREC). Los adobes tradicionales (ATR) tienen una variación mayor en el ancho (1.98%) y en el alto (3.87%), mientras que los adobes con 3% de COREC y 6% de COREC presentan

variaciones más bajas en sus dimensiones, con valores más cercanos a 1%, lo que indica una mejor estabilidad dimensional con el uso de corcho reciclado.

Tabla 24*Resumen respecto al alabeo*

Detalle	Alabeos (mm)		
	Concavidad	Convexo	Alabeo Prom
ATR	1.31	1.28	1.29
3%COREC	1.29	1.26	1.27
6%COREC	1.27	1.26	1.26

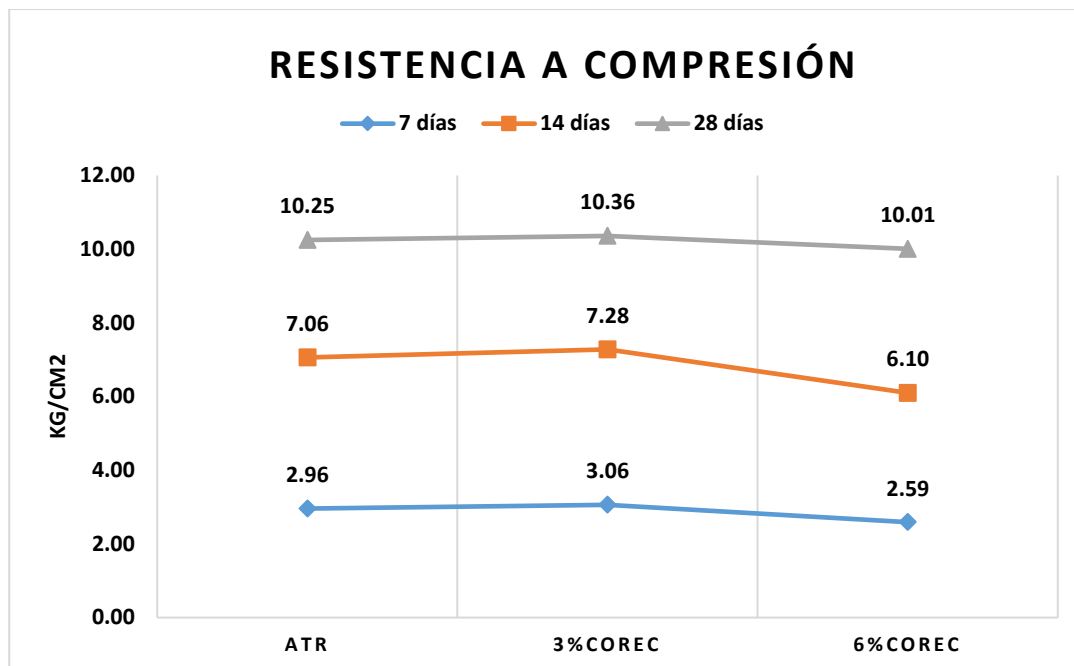
Se presenta el resumen de alabeo de los adobes con diferentes materiales. El adobe tradicional (ATR) tiene un alabeo promedio de 1.29 mm, mientras que los adobes con 3% de COREC y 6% de COREC presentan un alabeo promedio ligeramente menor de 1.27 mm, lo que sugiere que la adición de corcho reciclado mejora la estabilidad dimensional del adobe.

Tabla 25*Resumen respecto a la compresión*

Descripción	Resistencia a compresión (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
ATR	2.96	7.06	10.25
3%COREC	3.06	7.28	10.36
6%COREC	2.59	6.10	10.01

Figura 10

Resumen respecto a la compresión



Se muestra un resumen de la resistencia a la compresión de los adobes con diferentes materiales (ATR, 3% de COREC y 6% de COREC) a los 7, 14 y 28 días. A los 28 días, el adobe tradicional (ATR) alcanza una resistencia de 10.25 kg/cm², mientras que los adobes con 3% de COREC y 6% de COREC muestran resistencias de 10.36 kg/cm² y 10.01 kg/cm², respectivamente, evidenciando una mejora en la resistencia a la compresión al incorporar corcho reciclado.

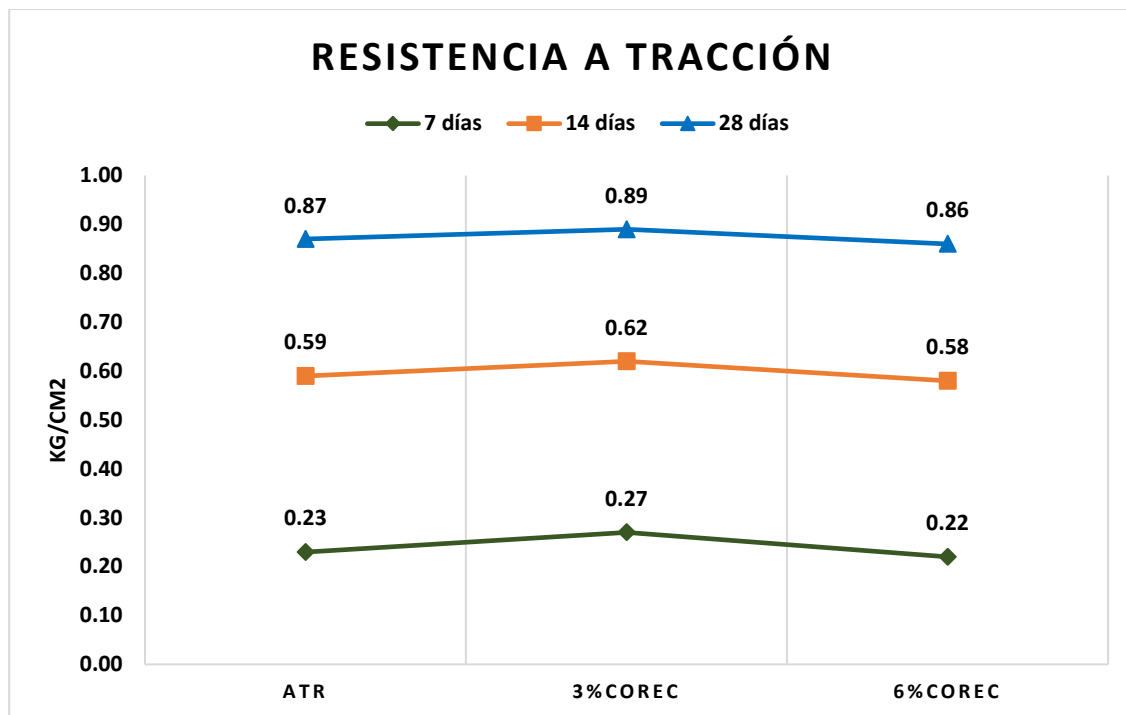
Tabla 26

Resumen respecto a la tracción

Descripción	Resistencia a tracción (kg/cm2)		
	7 días	14 días	28 días
ATR	0.23	0.59	0.87
3%COREC	0.27	0.62	0.89
6%COREC	0.22	0.58	0.86

Figura 11

Resumen respecto a la tracción



Se presenta un resumen de la resistencia a la tracción de los adobes con diferentes materiales (ATR, 3% de COREC y 6% de COREC) a los 7, 14 y 28 días. A los 28 días, el adobe tradicional (ATR) alcanza una resistencia de 0.87 kg/cm², mientras que los adobes con 3% de COREC y 6% de COREC muestran resistencias de 0.89 kg/cm² y 0.86 kg/cm², respectivamente, lo que indica una ligera mejora en la resistencia a la tracción al incorporar corcho reciclado.

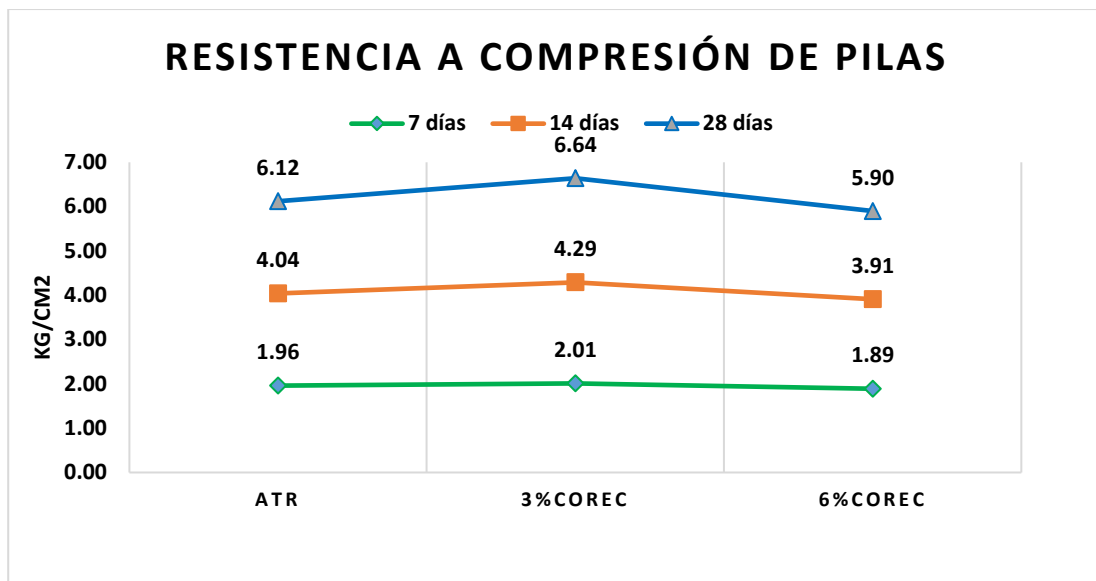
Tabla 27

Resumen respecto a compresión de pilas

Descripción	Resistencia a compresión de pilas (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
ATR	1.96	4.04	6.12
3%COREC	2.01	4.29	6.64
6%COREC	1.89	3.91	5.90

Figura 12

Resumen respecto a compresión de pilas



Se muestra la resistencia a la compresión de pilas de los adobes con diferentes materiales (ATR, 3% de COREC y 6% de COREC), el adobe tradicional (ATR) presenta una resistencia de 6.12 kg/cm², mientras que los adobes con 3% y 6% de COREC muestran resistencias de 6.64 kg/cm² y 5.90 kg/cm², respectivamente. Esto indica que el corcho reciclado mejora la resistencia a la compresión de las pilas con el tiempo.

4.1.3 Impacto de la incorporación de ceniza de carbón vegetal en proporciones del 3% y 6% en las propiedades del adobe

► Adobe con 3% de ceniza de carbón vegetal

Tabla 28

Absorciones de los adobes + 3% de CECVE

Descripción	Pe-seco (kg)	Pe-saturado (kg)	% de absorción
M°A.1	11050	12895	16.70%
M°A.2	11047	12899	16.76%
M°A.3	11047	12897	16.75%
M°A.4	11049	12897	16.73%
Promedio			16.73%

Se muestra las absorciones de los adobes con la adición de 3% de ceniza de carbón vegetal (CECV) en diferentes muestras. La muestra M°A.2 tiene la mayor absorción, con

un 16.76%, seguida de cerca por M°A.3 con un 16.75%. M°A.4 presenta una absorción del 16.73%, mientras que M°A.1 tiene la absorción más baja, con un 16.70%. El promedio de absorción de todas las muestras es de 16.73%, lo que indica una ligera variabilidad en las absorciones de los adobes con la incorporación de ceniza de carbón vegetal.

Tabla 29*Variaciones en las dimensiones de los adobes + 3% de CECVE*

Variación dimensional - Adoquín de diseño							
Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	40.34	40.33	40.35	40.34	40.32	40.34	-0.84
M°A.2	40.34	40.33	40.34	40.35	40.33	40.34	-0.85
M°A.3	40.33	40.35	40.34	40.34	40.33	40.34	-0.85
M°A.4	40.35	40.34	40.33	40.32	40.34	40.34	-0.84
Promedio						40.34	-0.84
Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	20.28	20.29	20.27	20.29	20.28	20.28	-1.41
M°A.2	20.29	20.30	20.28	20.27	20.30	20.29	-1.44
M°A.3	20.30	20.29	20.28	20.27	20.28	20.28	-1.42
M°A.4	20.28	20.27	20.27	20.29	20.28	20.28	-1.39
Promedio						20.28	-1.42
Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	10.29	10.27	10.28	10.28	10.29	10.28	-2.82
M°A.2	10.29	10.29	10.30	10.28	10.28	10.29	-2.88
M°A.3	10.29	10.27	10.29	10.30	10.28	10.29	-2.86
M°A.4	10.27	10.29	10.29	10.28	10.27	10.28	-2.80
Promedio						10.28	-2.84

Se muestra las variaciones dimensionales de los adobes con la adición de 3% de ceniza de carbón vegetal (CECV). En cuanto al largo, la variación promedio es de -0.84 cm, lo que indica una ligera reducción en las dimensiones. En el ancho, la variación promedio es de -1.42 cm, reflejando una disminución algo mayor en comparación con el largo. Finalmente, en el alto, la variación promedio es de -2.84 cm.

Tabla 30*Alabeos en los adobes + 3% de CECVE*

Detalle	Cara-1		Cara-2	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M°A.1	1.28	1.26	1.27	1.25
M°A.2	1.28	1.25	1.28	1.25
M°A.3	1.29	1.26	1.29	1.26
M°A.4	1.27	1.25	1.29	1.26
M°A.5	1.27	1.25	1.27	1.25
PROMEDIO (mm)	1.28	1.25	1.28	1.25
Prom-Cóncava		1.28		
Prom-Convexo		1.25		
Prom-Alabeo		1.27		

Se muestra los alabeos de los adobes con la adición de 3% de ceniza de carbón vegetal (CECV). El alabeo promedio en la cara cóncava es de 1.28 mm, siendo la mayor variación. En la cara convexa, el alabeo promedio es de 1.25 mm, mostrando una diferencia ligera con la cara cóncava. El alabeo total promedio, considerando ambas caras, es de 1.27 mm.

Tabla 31*Resistencia a la compresión de los adobes + 3% de CECVE*

Compresión del adobe					
Muestra	Días	Área bruta cm ²	Carga kg	Rotura kg/cm ²	Promedio
M°A.1			375.89	3.76	
M°A.2	7	100.00	378.21	3.78	3.77
M°A.3			377.45	3.77	
M°A.4			374.98	3.75	
M°A.1			758.21	7.58	
M°A.2	14	100.00	749.62	7.50	7.54
M°A.3			752.44	7.52	
M°A.4			754.68	7.55	
M°A.1			1187.36	11.87	
M°A.2	28	100.00	1184.24	11.84	11.87
M°A.3			1189.84	11.90	
M°A.4			1184.56	11.85	

Se muestra la resistencia a la compresión de los adobes con la adición de 3% de ceniza de carbón vegetal (CECV) en diferentes intervalos de tiempo. A los 7 días, la resistencia

es de 3.77 kg/cm², lo que refleja un valor inicial bajo. A los 14 días, la resistencia aumenta a 7.54 kg/cm², mostrando una mejora significativa en la capacidad de los adobes para soportar cargas. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanza los 11.87 kg/cm², indicando una mejora continua.

Tabla 32*Resistencias a tracción de los adobes + 3% de CECVE*

Tracción del adobe					
Muestra	Días	Área bruta cm ²	Carga kg	Rotura kg/cm ²	Promedio
M°A.1	7	800.00	269.11	0.336	0.33
M°A.2			265.21	0.332	
M°A.3			262.10	0.328	
M°A.4			265.21	0.332	
M°A.1	14	800.00	542.21	0.678	0.68
M°A.2			548.12	0.685	
M°A.3			545.11	0.681	
M°A.4			546.03	0.683	
M°A.1	28	800.00	742.64	0.928	0.93
M°A.2			746.58	0.933	
M°A.3			742.84	0.929	
M°A.4			749.59	0.937	

Se muestra las resistencias a tracción de los adobes con la adición de 3% de ceniza de carbón vegetal (CECV) en diferentes intervalos de tiempo. A los 7 días, la resistencia es de 0.33 kg/cm², lo que refleja un valor bajo inicialmente. A los 14 días, la resistencia aumenta a 0.68 kg/cm², lo que indica una mejora significativa. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanza los 0.93 kg/cm², mostrando un incremento continuo en la capacidad de los adobes para resistir fuerzas de tracción.

Tabla 33*Resistencias a pilas de los adobes + 3% de CECVE*

Resistencia de pilas del adobe					
Muestra	Días	Área bruta cm ²	Carga kg	Rotura kg/cm ²	Promedio
M°A.1	7	800.00	1921.95	2.40	2.41
M°A.2			1929.64	2.41	
M°A.1	14	800.00	3682.38	4.60	4.60
M°A.2			3672.58	4.59	
M°A.1	28	800.00	5592.95	6.99	6.98
M°A.2			5582.64	6.98	

Se muestra las resistencias a pilas de los adobes con la adición de 3% de ceniza de carbón vegetal (CECV) a diferentes días de prueba. A los 7 días, la resistencia es de 2.41 kg/cm², un valor bajo al inicio. A los 14 días, la resistencia aumenta a 4.60 kg/cm², mostrando una mejora significativa en la capacidad del adobe para resistir cargas. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanza los 6.98 kg/cm², lo que demuestra un notable incremento en la resistencia a pilas a medida que el tiempo avanza.

► **Adobe con 6% de ceniza de carbón vegetal**

Tabla 34*Absorciones de los adobes + 6% de CECVE*

Descripción	Pe-seco (kg)	Pe-saturado (kg)	% de absorción
M°A.1	11050	12831	16.12%
M°A.2	11048	12828	16.11%
M°A.3	11047	12830	16.14%
M°A.4	11049	12827	16.09%
Promedio			16.12%

Se muestra las absorciones de los adobes con la adición de 6% de ceniza de carbón vegetal (CECV). La muestra M°A.3 presenta la mayor absorción con un 16.14%, seguida por M°A.1 con 16.12%, M°A.2 con 16.11% y M°A.4 con 16.09%. El promedio de absorción es de 16.12%, lo que refleja una ligera variabilidad en las absorciones.

Tabla 35

Variaciones en las dimensiones de los adobes + 6% de CECVE

Variación dimensional - Adoquín de diseño							
Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	40.25	40.24	40.26	40.25	40.26	40.25	-0.63
M°A.2	40.26	40.25	40.27	40.25	40.24	40.25	-0.64
M°A.3	40.26	40.25	40.60	40.24	40.25	40.32	-0.80
M°A.4	40.26	40.26	40.25	40.26	40.25	40.26	-0.64
Promedio						40.27	-0.68
Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	20.20	20.19	20.22	20.20	20.22	20.21	-1.03
M°A.2	20.18	20.20	20.19	20.20	20.21	20.20	-0.98
M°A.3	20.19	20.20	20.21	20.20	20.20	20.20	-1.00
M°A.4	20.20	20.22	20.19	20.21	20.20	20.20	-1.02
Promedio						20.20	-1.01
Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5		
M°A.1	10.20	10.19	10.22	10.21	10.20	10.20	-2.04
M°A.2	10.19	10.18	10.21	10.20	10.21	10.20	-1.98
M°A.3	10.19	10.20	10.21	10.22	10.22	10.21	-2.08
M°A.4	10.19	10.21	10.20	10.21	10.21	10.20	-2.04
Promedio						10.20	-2.04

Se muestra las variaciones dimensionales de los adobes con la adición de 6% de ceniza de carbón vegetal (CECV). En cuanto al largo, la variación promedio es de -0.68 cm, lo que refleja una ligera reducción en las dimensiones. En el ancho, la variación promedio es de -1.01 cm, mostrando una disminución moderada. Finalmente, en el alto, la variación promedio es de -2.04 cm.

Tabla 36

Alabeos en los adobes + 6% de CECVE

Detalle	Cara-1		Cara-2	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M°A.1	1.25	1.25	1.28	1.26
M°A.2	1.24	1.23	1.29	1.27
M°A.3	1.24	1.24	1.29	1.28
M°A.4	1.23	1.25	1.28	1.27
M°A.5	1.25	1.26	1.27	1.26
PROMEDIO (mm)	1.24	1.25	1.28	1.27
Prom-Cóncava	1.26 mm			
Prom-Convexo	1.26 mm			
Prom-Alabeo	1.26 mm			

Se muestra los alabeos de los adobes con la adición de 6% de ceniza de carbón vegetal (CECV). Los valores promedio de alabeo para cada cara son: la cara cóncava tiene un

alabeo promedio de 1.26 mm, la cara convexa también tiene un alabeo promedio de 1.26 mm, y el alabeo total promedio considerando ambas caras es de 1.26 mm.

Tabla 37*Resistencia a la compresión de los adobes + 6% de CECVE*

Compresión del adobe					
Muestra	Días	Área bruta cm ²	Carga kg	Rotura kg/cm ²	Promedio
M°A.1			487.56	4.88	
M°A.2	7	100.00	485.37	4.85	4.85
M°A.3			482.26	4.82	
M°A.4			486.74	4.87	
M°A.1			955.95	9.56	
M°A.2	14	100.00	958.67	9.59	9.56
M°A.3			951.28	9.51	
M°A.4			957.44	9.57	
M°A.1			1397.28	13.97	
M°A.2	28	100.00	1399.64	14.00	13.95
M°A.3			1392.79	13.93	
M°A.4			1390.91	13.91	

Se muestra la resistencia a la compresión de los adobes con la adición de 6% de ceniza de carbón vegetal (CECV) a diferentes intervalos de tiempo. A los 7 días, la resistencia es de 4.85 kg/cm², lo que refleja un valor inicial bajo. A los 14 días, la resistencia aumenta a 9.56 kg/cm², mostrando una mejora en la capacidad de los adobes para resistir cargas. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanza los 13.95 kg/cm², lo que indica una mejora continua.

Tabla 38*Resistencias a tracción de los adobes + 6% de CECVE*

Muestra	Días	Área bruta cm ²	Tracción del adobe		Promedio
			Carga kg	Rotura kg/cm ²	
M°A.1	7	800.00	310.85	0.389	0.39
M°A.2			312.64	0.391	
M°A.3			315.79	0.395	
M°A.4			313.68	0.392	
M°A.1	14	800.00	595.12	0.744	0.74
M°A.2			592.21	0.740	
M°A.3			593.34	0.742	
M°A.4			590.29	0.738	
M°A.1	28	800.00	778.84	0.974	0.98
M°A.2			779.79	0.975	
M°A.3			784.87	0.981	
M°A.4			786.69	0.983	

Se muestra las resistencias a tracción de los adobes con la adición de 6% de ceniza de carbón vegetal (CECV) a diferentes intervalos de tiempo. A los 7 días, la resistencia es de 0.39 kg/cm², lo que refleja una resistencia inicial baja. A los 14 días, la resistencia aumenta a 0.74 kg/cm², lo que indica una mejora en la capacidad de los adobes para resistir fuerzas de tracción. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanza los 0.98 kg/cm², mostrando un incremento notable en la resistencia.

Tabla 39*Resistencias a pilas de los adobes + 6% de CECVE*

Muestra	Días	Área bruta cm ²	Resistencia de pilas del adobe		Promedio
			Carga kg	Rotura kg/cm ²	
M°A.1	7	800.00	2382.52	2.98	2.98
M°A.2			2390.65	2.99	
M°A.1	14	800.00	4018.27	5.02	5.02
M°A.2			4011.56	5.01	
M°A.1	28	800.00	6005.84	7.51	7.50
M°A.2			5997.72	7.50	

Se muestra las resistencias a pilas de los adobes con la adición de 6% de ceniza de carbón vegetal (CECV) a diferentes días de prueba. A los 7 días, la resistencia es de 2.98 kg/cm², un valor inicial bajo. A los 14 días, la resistencia aumenta a 5.02 kg/cm², reflejando una mejora significativa en la capacidad de los adobes para soportar cargas. Finalmente, a los

28 días, la resistencia alcanza los 7.50 kg/cm², mostrando un incremento continuo y notable en la resistencia con el tiempo, lo que destaca la influencia positiva de la ceniza de carbón vegetal.

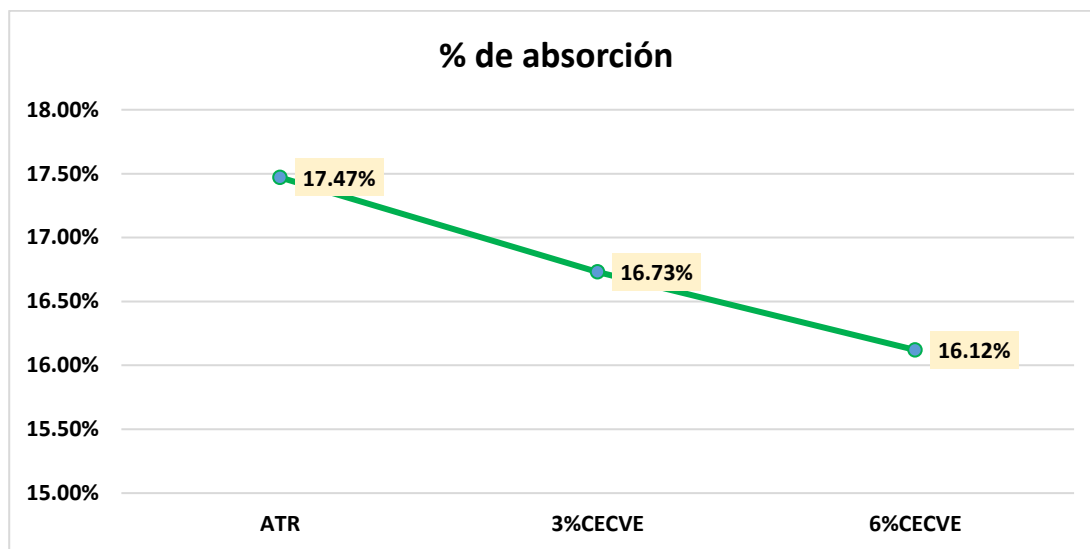
Tabla 40

Resumen respecto absorción

% de absorción	
ATR	17.47%
3%CECVE	16.73%
6%CECVE	16.12%

Figura 13

Resumen respecto absorción



Se muestra los porcentajes de absorción de agua para los adobes con diferentes materiales (ATR, 3% CECVE y 6% CECVE). El adobe tradicional (ATR) tiene la mayor absorción, con un 17.47%, mientras que los adobes con 3% y 6% de CECVE muestran una absorción ligeramente menor, con un 16.73% y un 16.12%, respectivamente. Esto sugiere que la adición de CECVE reduce la capacidad de absorción del adobe.

Tabla 41*Resumen respecto a la variación de las dimensiones*

Muestra	Comparativa de la variación dimensional		
	Detalle	Promedio cm	v(%)
ATR	Largo	40.47	-1.17
	Ancho	20.40	-1.98
	Alto	10.39	-3.87
3%CECVE	Largo	40.34	-0.84
	Ancho	20.28	-1.42
	Alto	10.28	-2.84
6%CECVE	Largo	40.27	-0.68
	Ancho	20.20	-1.01
	Alto	10.20	-2.04

Se presenta la variación dimensional de los adobes con la incorporación de ceniza de carbón vegetal (CECVE) en proporciones de 3% y 6%. Se observa que, en comparación con el adobe tradicional (ATR), las muestras con ceniza presentan una menor variación dimensional. En particular, los adobes con 6% de ceniza muestran una reducción en la variabilidad de las dimensiones en comparación con los adobes con 3%.

Tabla 42*Resumen respecto al alabeo*

Detalle	Alabeos (mm)		
	Concavidad	Convexo	Alabeo Prom
ATR	1.31	1.28	1.29
3%CECVE	1.28	1.25	1.27
6%CECVE	1.26	1.26	1.26

Se muestra los valores de alabeo para adobes tradicionales (ATR) y adobes con diferentes proporciones de ceniza de carbón vegetal (CECVE). El alabeo promedio de los adobes tradicionales fue de 1.29 mm, mientras que para las muestras con 3% y 6% de ceniza, el alabeo promedio fue ligeramente menor, alcanzando 1.27 mm y 1.26 mm, respectivamente.

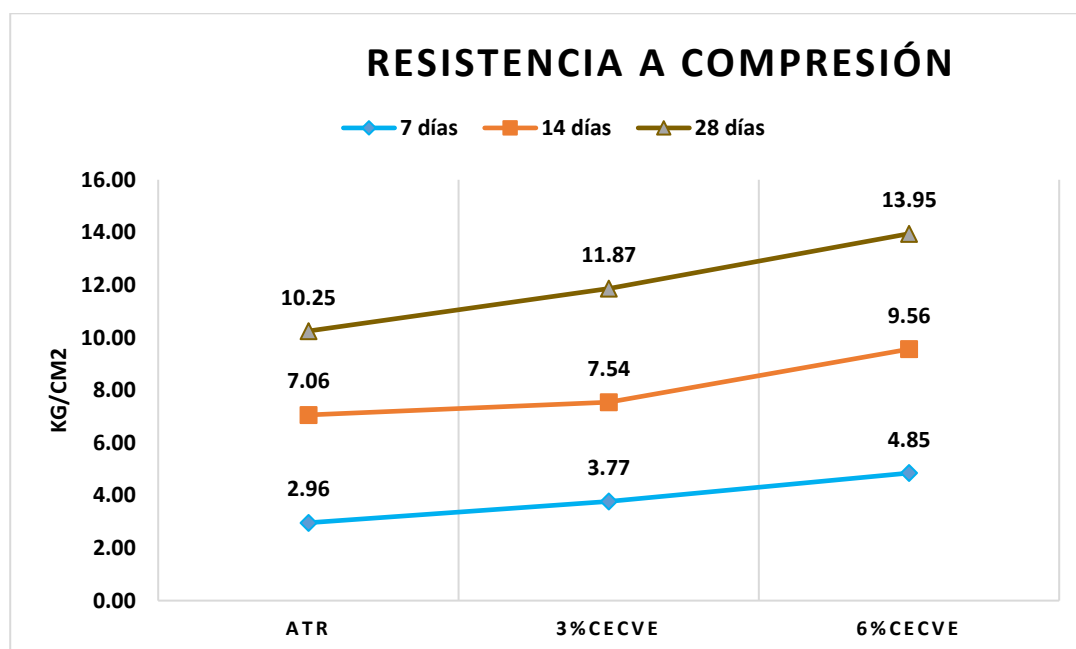
Tabla 43

Resumen respecto a la compresión

Descripción	Resistencia a compresión kg/cm ²		
	7 días	14 días	28 días
ATR	2.96	7.06	10.25
3%CECVE	3.77	7.54	11.87
6%CECVE	4.85	9.56	13.95

Figura 14

Resumen respecto a la compresión



Se ilustra la resistencia a la compresión de adobes tradicionales (ATR) y adobes con 3% y 6% de ceniza de carbón vegetal (CECVE) a lo largo de 7, 14 y 28 días. Los resultados muestran un incremento significativo en la resistencia a la compresión con el paso del tiempo para todas las muestras. El adobe tradicional (ATR) comenzó con una resistencia de 2.96 kg/cm² y alcanzó los 10.25 kg/cm² a los 28 días. Mientras tanto, los adobes con 3% y 6% de ceniza de carbón vegetal presentaron resistencias de 3.77 kg/cm² y 4.85 kg/cm² a los 7 días, respectivamente, y lograron valores de 11.87 kg/cm² y 13.95 kg/cm² a los 28 días.

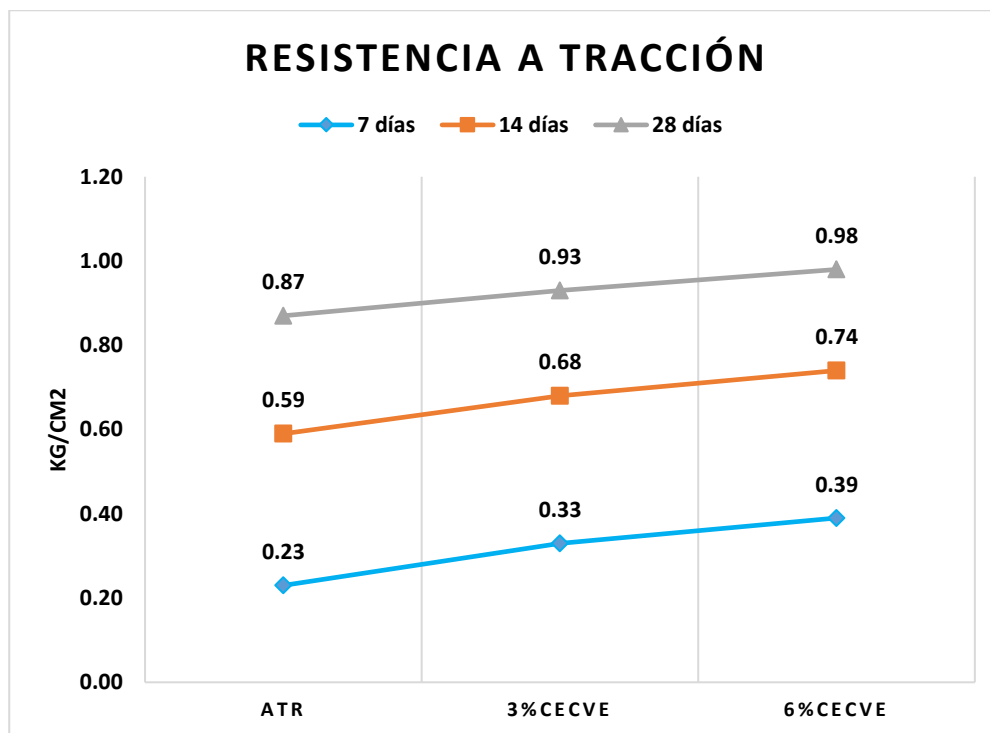
Tabla 44

Resumen respecto a la tracción

Descripción	Resistencia a tracción kg/cm ²		
	7 días	14 días	28 días
ATR	0.23	0.59	0.87
3%CECVE	0.33	0.68	0.93
6%CECVE	0.39	0.74	0.98

Figura 15

Resumen respecto a la tracción



Se muestra la resistencia a la tracción de adobes tradicionales (ATR) y adobes con 3% y 6% de ceniza de carbón vegetal (CECEVE) a los 7, 14 y 28 días. La resistencia a la tracción del ATR aumentó de 0.23 kg/cm² a los 7 días a 0.87 kg/cm² a los 28 días. Los adobes con 3% de CECEVE pasaron de 0.33 kg/cm² a 0.93 kg/cm², y los adobes con 6% de CECEVE mostraron un incremento más pronunciado, pasando de 0.39 kg/cm² a 0.98 kg/cm².

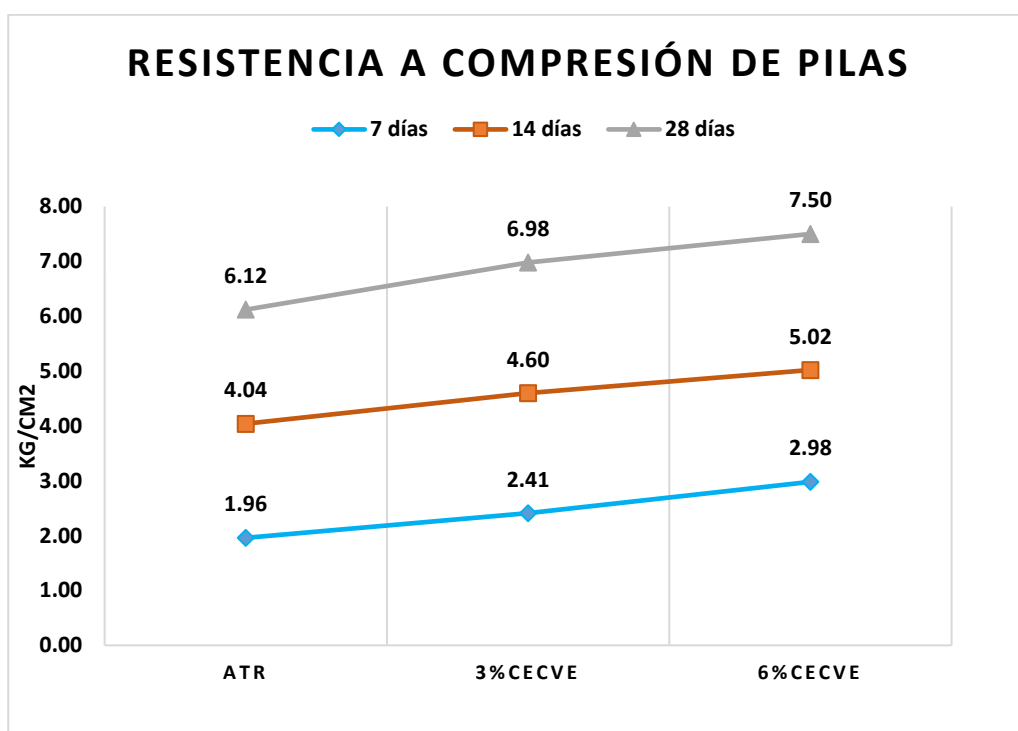
Tabla 45

Resumen respecto a compresión de pilas

Descripción	Resistencia a compresión de pilas kg/cm ²		
	7 días	14 días	28 días
ATR	1.96	4.04	6.12
3%CECVE	2.41	4.60	6.98
6%CECVE	2.98	5.02	7.50

Figura 16

Resumen respecto a compresión de pilas



Se presenta la resistencia a la compresión de pilas para adobes tradicionales (ATR) y adobes con 3% y 6% de ceniza de carbón vegetal (CECEVE) a los 7, 14 y 28 días. El ATR mostró un incremento progresivo en su resistencia, pasando de 1.96 kg/cm² a 6.12 kg/cm², mientras que los adobes con 3% de CECEVE aumentaron de 2.41 kg/cm² a 6.98 kg/cm² y los adobes con 6% de CECEVE de 2.98 kg/cm² a 7.50 kg/cm².

Comparativas finales

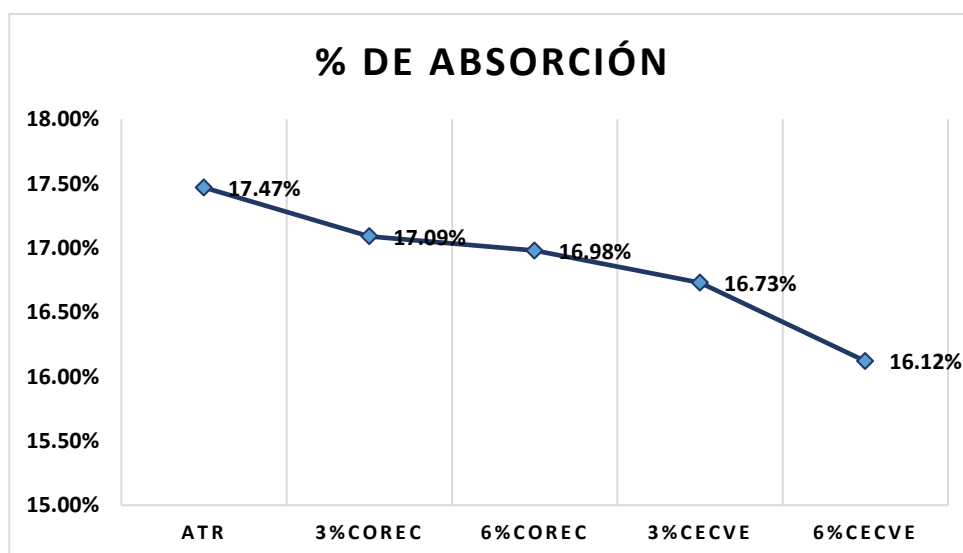
Tabla 46

Resumen respecto absorción

% de absorción	
ATR	17.47%
3%COREC	17.09%
6%COREC	16.98%
3%CECVE	16.73%
6%CECVE	16.12%

Figura 17

Resumen respecto absorción



Se muestra un resumen de la absorción de los adobes con diferentes materiales. Los adobes presentan una absorción del 17.47%, mientras que los adobes con 3% de COREC tienen una absorción del 17.09%, y los adobes con 6% de COREC tienen una absorción del 16.98%. Los adobes con 3% de CECVE tienen una absorción del 16.73%, y los adobes con 6% de CECVE tienen la absorción más baja, con un 16.12%. Este gráfico resalta cómo la adición de COREC y CECVE disminuye ligeramente la absorción en los adobes, con la mayor reducción observada en los adobes con 6% de CECVE.

Tabla 47*Resumen respecto a la variación de las dimensiones*

Comparativa de la variación dimensional			
Muestra	Detalle	Promedio	v(%)
ATR	Largo	40.47	-1.17
	Ancho	20.40	-1.98
	Alto	10.39	-3.87
3%COREC	Largo	40.44	-1.09
	Ancho	20.38	-1.90
	Alto	10.38	-3.81
6%COREC	Largo	40.41	-1.02
	Ancho	20.27	-1.34
	Alto	10.32	-3.16
3%CECVE	Largo	40.34	-0.84
	Ancho	20.28	-1.42
	Alto	10.28	-2.84
6%CECVE	Largo	40.27	-0.68
	Ancho	20.20	-1.01
	Alto	10.20	-2.04

Se muestra un resumen de la variación dimensional de los adobes con diferentes materiales. En los adobes, la variación en el largo es de -1.17 cm, en el ancho de -1.98 cm y en el alto de -3.87 cm. Para los adobes con 3% de COREC, la variación en el largo es de -1.09 cm, en el ancho de -1.90 cm y en el alto de -3.81 cm. Los adobes con 6% de COREC tienen una variación en el largo de -1.10 cm, en el ancho de -1.34 cm y en el alto de -3.16 cm. Los adobes con 3% de CECVE presentan una variación en el largo de -0.68 cm, en el ancho de -2.84 cm y en el alto de -2.04 cm. Finalmente, los adobes con 6% de CECVE muestran una variación en el largo de -0.84 cm, en el ancho de -1.90 cm y en el alto de -2.82 cm.

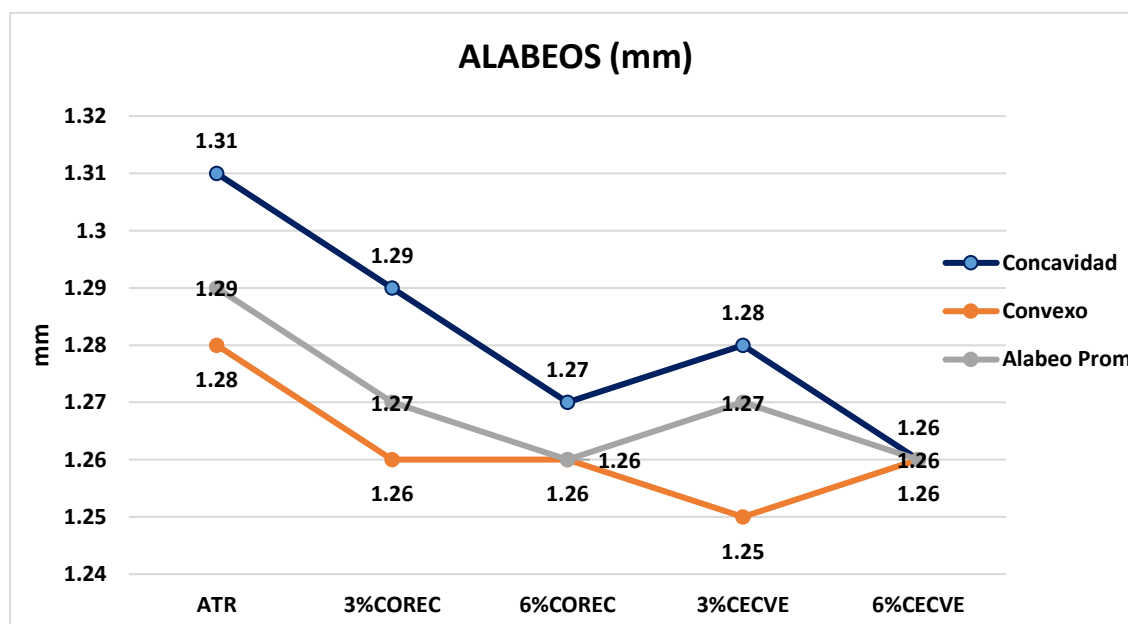
Tabla 48

Resumen respecto al alabeo

Detalle	Alabeos (mm)		
	Concavidad	Convexo	Alabeo Prom
ATR	1.31	1.28	1.29
3%COREC	1.29	1.26	1.27
6%COREC	1.27	1.26	1.26
3%CECVE	1.28	1.25	1.27
6%CECVE	1.26	1.26	1.26

Figura 18

Resumen respecto al alabeo



Se muestra el resumen de los alabeos promedio de los adobes con diferentes materiales. El adobe tradicional, el alabeo promedio es de 1.29 mm. Con 3% de COREC, el alabeo promedio es de 1.27 mm. Con 6% de COREC, el alabeo promedio es de 1.26 mm. Con 3% de CECVE, el alabeo promedio es de 1.27 mm, y con 6% de CECVE, el alabeo promedio también es de 1.26 mm. En general, se observa una ligera disminución en el alabeo promedio con el aumento de la cantidad de COREC y CECVE.

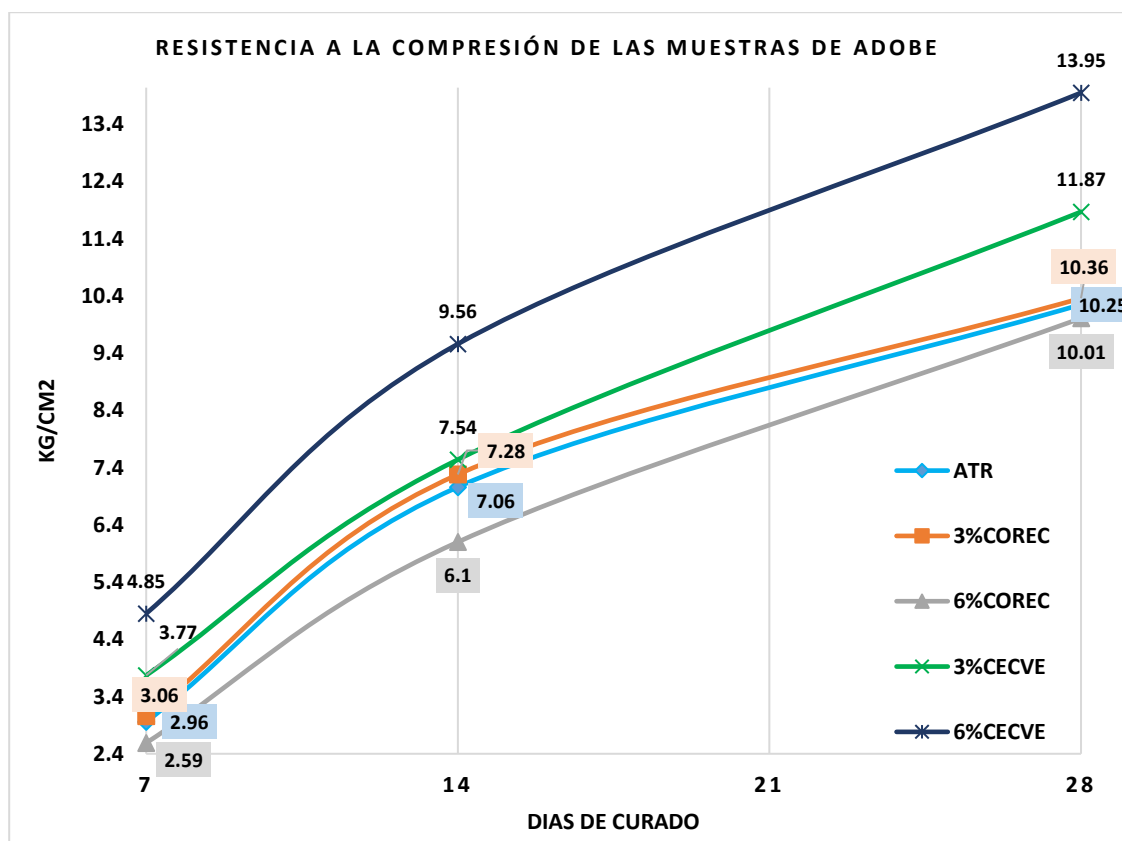
Tabla 49

Resumen respecto a la compresión

Descripción	Resistencia a compresión (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
ATR	2.96	7.06	10.25
3%COREC	3.06	7.28	10.36
6%COREC	2.59	6.10	10.01
3%CECVE	3.77	7.54	11.87
6%CECVE	4.85	9.56	13.95

Figura 19

Resumen respecto a la compresión



Se muestra la resistencia a la compresión de los adobes a los 28 días con diferentes materiales. Los adobes tradicionales tienen una resistencia de 10.25 kg/cm². Los adobes con 3% de COREC alcanzan una resistencia de 10.36 kg/cm². Los adobes con 6% de CECVE presentan la mayor resistencia, con 13.95 kg/cm².

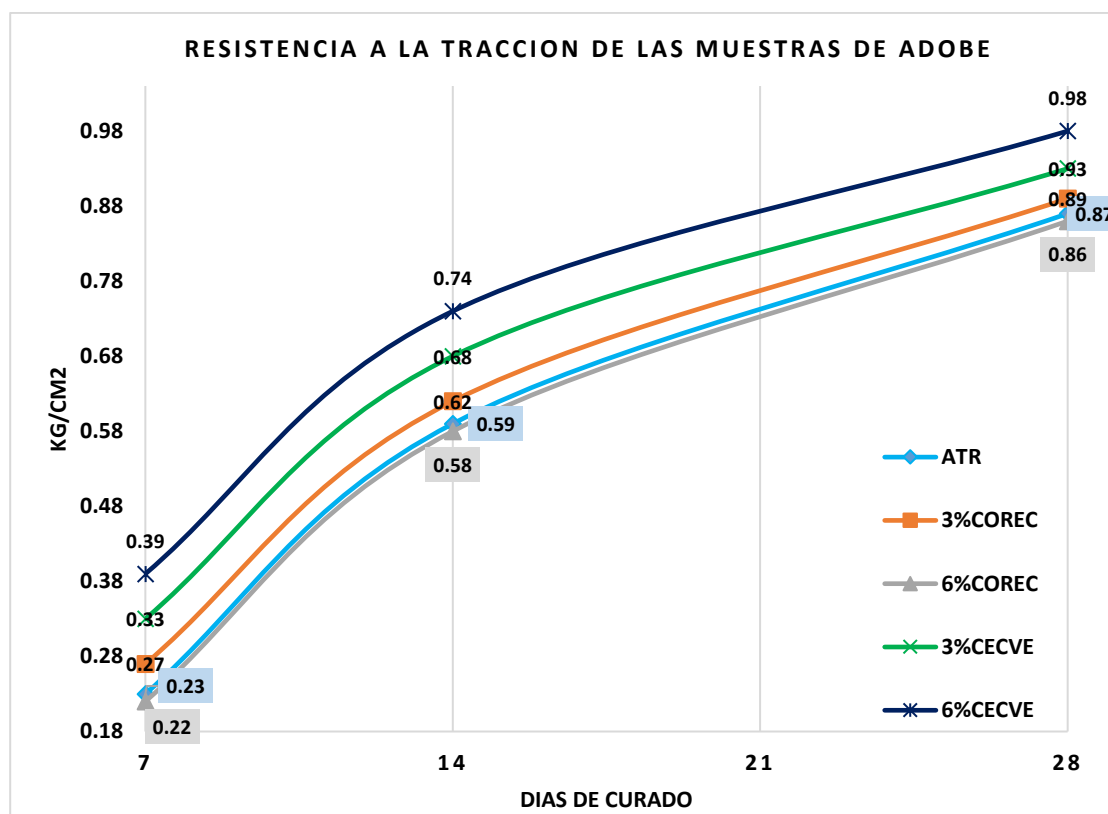
Tabla 50

Resumen respecto a la tracción

Descripción	Resistencia a tracción kg/cm ²		
	7 días	14 días	28 días
ATR	0.23	0.59	0.87
3%COREC	0.27	0.62	0.89
6%COREC	0.22	0.58	0.86
3%CECVE	0.33	0.68	0.93
6%CECVE	0.39	0.74	0.98

Figura 20

Resumen respecto a la tracción



Se muestra la resistencia a la tracción de los adobes a los 28 días con diferentes materiales. Los adobes tradicionales tienen una resistencia de 0.87 kg/cm². Los adobes con 3% de COREC alcanzan una resistencia de 0.89 kg/cm². Los adobes con 6% de COREC muestran la menor resistencia a la tracción, con 0.86 kg/cm². Los adobes con 3% de CECVE muestran una resistencia de 0.93 kg/cm². Los adobes con 6% de CECVE muestran la mayor resistencia a la tracción, con 0.98 kg/cm². Esto refleja un aumento en la capacidad de los adobes para resistir fuerzas de tracción a medida que se incrementa la proporción de CECVE.

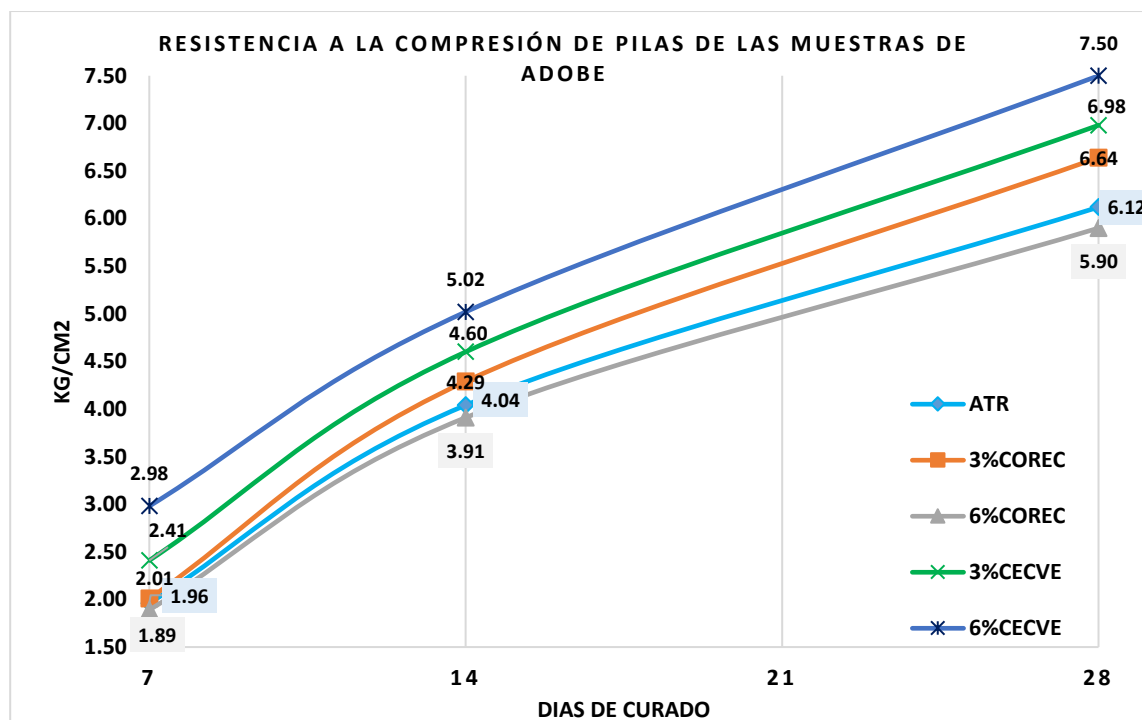
Tabla 51

Resumen respecto a compresión de pilas

Descripción	Resistencia a compresión de pilas kg/cm ²		
	7 días	14 días	28 días
ATR	1.96	4.04	6.12
3%COREC	2.01	4.29	6.64
6%COREC	1.89	3.91	5.90
3%CECVE	2.41	4.60	6.98
6%CECVE	2.98	5.02	7.50

Figura 21

Resumen respecto a compresión de pilas



Se muestra la resistencia a la compresión de pilas de los adobes a los 28 días con diferentes materiales. Los adobes tradicionales tienen una resistencia de 6.12 kg/cm². Los adobes con 3% de COREC tienen una resistencia de 6.64 kg/cm². Los adobes con 6% de CECVE muestran la mayor resistencia, con 7.50 kg/cm². Esto muestra una mejora continua en la resistencia de compresión de pilas a medida que aumenta la cantidad de CECVE.

4.2 Discusión de Resultados

En la presente investigación titulada "Evaluación de las propiedades del adobe tradicional con incorporación de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal en la provincia de el collao 2025", se analizó cómo la adición de corcho reciclado (COREC) y ceniza de carbón vegetal (CECVE) afectan las propiedades del adobe. Los resultados obtenidos coinciden parcialmente con los de estudios previos que han utilizado materiales similares en la mejora de las propiedades del adobe, como los trabajos de Alejandro & Gonzales (2021), Sandoval Alvarado (2021), Quiro (2022), y Flores (2024), quienes también analizaron el impacto de aditivos en el comportamiento del adobe.

En primer lugar, se observó que la adición de corcho reciclado al adobe no solo mejoró las propiedades térmicas, como se documentó en el estudio de Alejandro & Gonzales (2021), sino que también afectó la resistencia a la compresión, aunque de manera más moderada en comparación con la mejora térmica observada. En el estudio de Quiro (2022), que también incorporó corcho en adobes de clima gélido, se observó una disminución en la resistencia a la compresión con el aumento del contenido de corcho, lo que se alinea con nuestros resultados, donde el corcho reciclado mostró una leve reducción en la resistencia a la compresión a medida que su proporción aumentaba. Sin embargo, los beneficios termoaislantes del corcho se mantuvieron, lo que es consistente con la investigación de Quiro, que concluyó que el corcho mejora las propiedades termoaislantes a pesar de disminuir ligeramente la resistencia mecánica.

Por otro lado, la incorporación de ceniza de carbón vegetal demostró ser un aditivo más eficiente en cuanto a la mejora de las propiedades mecánicas del adobe, como lo evidencian los resultados de resistencia a la compresión y tracción. Al comparar con los hallazgos de Sandoval Alvarado (2021), quienes utilizaron ceniza de carbón y cal para mejorar la resistencia del adobe, nuestros resultados también muestran un aumento significativo en la resistencia a la compresión y tracción con la adición. El estudio de Sandoval Alvarado destacó que la adición del 10% de ceniza de carbón y cal fue la más



efectiva para mejorar la resistencia a la compresión y reducir la erosión, lo cual respalda la tendencia observada en nuestra investigación con respecto a la efectividad de los aditivos basados en ceniza.

Además, los resultados obtenidos en cuanto a la absorción de agua fueron consistentes con los encontrados en el estudio de Flores (2024), quien reportó una disminución en la absorción de agua al incorporar cenizas de tallo de trigo y arena sílica. En nuestra investigación, los aditivos de corcho y ceniza de carbón vegetal también contribuyeron a una reducción en la absorción, lo que sugiere que estos materiales no solo mejoran las propiedades mecánicas, sino que también proporcionan una mayor resistencia a la humedad, lo que podría aumentar la durabilidad de las estructuras de adobe.

En conclusión, los resultados obtenidos en esta investigación sobre la mejora de las propiedades del adobe con la incorporación de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal son coherentes con los antecedentes revisados. Ambos aditivos muestran un impacto positivo en la mejora de las propiedades del adobe, especialmente en términos de resistencia a la compresión y tracción, aunque con efectos diferenciados. Mientras que el corcho reciclado mejora las propiedades termoaislantes, la ceniza de carbón vegetal optimiza las propiedades mecánicas del material, lo que sugiere que la combinación de ambos podría ofrecer un equilibrio entre confort térmico y resistencia estructural, una alternativa valiosa para la construcción de viviendas sostenibles en áreas rurales.

CONCLUSIONES

General, la evaluación de las propiedades del adobe tradicional con la incorporación de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal en cantidades variables (3% y 6%) en la provincia de el Collao muestra que los adobes modificados presentan propiedades mejoradas en comparación con el adobe tradicional.

Primero, el análisis de los adobes tradicionales elaborados con materiales propios en la provincia de el Collao ha revelado que presentan una absorción de agua promedio del 17.47%. Además, se observó una variación en las dimensiones, con un alabeo promedio de 1.29 mm. En términos de propiedades mecánicas, estos adobes alcanzaron una resistencia a compresión de 10.25 kg/cm² a los 28 días, una resistencia a tracción de 0.87 kg/cm², y una resistencia a pilas de 6.12 kg/cm².

Segundo, la incorporación de un 3% de corcho reciclado en los adobes resultó en una leve mejora en la resistencia a la compresión, alcanzando un valor de 10.36 kg/cm² a los 28 días. En cambio, con el 6% de corcho reciclado, los adobes presentaron una resistencia de 10.01 kg/cm². Asimismo, se observó un incremento en la resistencia a la tracción y a pilas en los adobes con el 3% de corcho reciclado. En cuanto a la absorción de agua, esta disminuyó con el aumento del corcho reciclado, con un promedio de 16.98% en los adobes con un 6% de corcho reciclado. Respecto a la variación dimensional, se registró una leve reducción, con un alabeo de 1.27 mm y 1.26 mm para los adobes con 3% y 6% de corcho reciclado, respectivamente.

Tercero, la incorporación de ceniza de carbón vegetal en los adobes al 3% mostró una mejora en la resistencia a la compresión, alcanzando un valor de 11.87 kg/cm² a los 28 días. Sin embargo, con el 6% de ceniza de carbón vegetal, los adobes presentaron una mayor resistencia a la compresión de 13.95 kg/cm². Además, la resistencia a tracción y a pilas fue superior con el 6% de ceniza de carbón vegetal. En cuanto a la absorción de agua,



los adobes con 6% de ceniza mostraron un promedio de 16.12%, lo que representa una mejora significativa respecto al adobe tradicional. Asimismo, se observó una reducción en la variación dimensional, con alabeos de 1.27 mm y 1.26 mm para los adobes con 3% y 6% de ceniza de carbón vegetal, respectivamente.



RECOMENDACIONES

Primera, se recomienda explorar la incorporación de otros materiales reciclados locales, como plásticos o fibras vegetales, para evaluar si su inclusión mejora aún más las propiedades del adobe tradicional. Esto podría abrir nuevas vías para el reciclaje en la construcción sostenible.

Segunda, realizar estudios sobre la resistencia estructural del adobe con los nuevos componentes (corcho reciclado y ceniza). Esto podría contribuir a la mejora de las normativas de construcción en áreas vulnerables a terremotos.

Tercera, se recomienda ampliar la muestra, incluyendo diversas fuentes de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal de diferentes orígenes, y evaluar si las características de estos materiales afectan de manera significativa las propiedades finales del adobe.

Cuarta, se recomienda llevar a cabo un estudio piloto donde se construyan prototipos de viviendas utilizando el adobe con corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal para observar el comportamiento en situaciones reales de construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alejandro Nieto, S. N., & Gonzales Aparco, B. W. (2021). Revestimiento de muros con paneles de corcho para mejorar el confort térmico de las viviendas unifamiliares de adobe en el poblado de Manchaybamba—Pacucha. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas* (UPC).
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655218>
- Alioui, A., Idrissi Kaitouni, S., Azalam, Y., Al armouzi, N., Bendada, E. M., & Mabrouki, M. (2024). Effect of straw fibers addition on hygrothermal and mechanical properties of carbon-free adobe bricks: From material to building scale in a semi-arid climate. *Building and Environment*, 255, 111380.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111380>
- Alvarado Pérez, M. S. (2021). *Determinación del consumo energético y emisión de co2 en los procesos de fabricación del adobe*. [bachelorThesis, Universidad del Azuay].
<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10926>
- Aragón Rocello, J. G. (2021). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas y térmicas del adobe con incorporación de ceniza de quinua y guano, Caracoto – Puno, 2021*.
- Ascensão, G., Pereira, J., Fonseca, J., Costa, A., Ferreira, V. M., & Paiva, H. (2025). Reviving heritage with contemporary solutions for adobe wall rehabilitation. *Construction and Building Materials*, 458, 139557.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.139557>
- Bautista Dávila, L. P. (2022). *Adobe reforzado con fibras de coco, cascarilla de arroz, paja, ceniza volante, arcilla cocida y su aplicación a la construcción*.
<https://repositorio.uniboyaca.edu.co/handle/uniboyaca/793>
- Brito-del-Pino, J. F., Santamaría-Herrera, N. M., Macas-Peñaranda, C. A., & Tasán-Cruz, D. (2021). ELABORACIÓN DE ADOBE SOSTENIBLE. *DISEÑO ARTE Y ARQUITECTURA*, 11, 59-79. <https://doi.org/10.33324/daya.vi11.459>



- Cárdenas-Gómez, J. C., Bosch Gonzales, M., & Damiani Lazo, C. A. (2021). Evaluation of Reinforced Adobe Techniques for Sustainable Reconstruction in Andean Seismic Zones. *Sustainability*, 13(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/su13094955>
- Castillo Guevara, H. G. (2023). Influencia de la Ceniza de Carbón y Fibras de Acero en las Propiedades Mecánicas del Mortero de Albañilería. *Repositorio Institucional - USS*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11456>
- Chacaltana Quequezana, F. P., & Quiroz Príncipe, K. L. (2021). Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del adobe incorporando la ceniza de coronta del maíz, en Paucas, Ancash, 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84745>
- Córdova, M. G. F., Sánchez, D. A. A., & Cabanillas, N. B. P. (2024). Influencia del corcho en la propiedades físicas, térmicas y mecánicas del bloque de concreto. *Ingeniería*, 34(2), 1-8. <https://doi.org/10.15517/ri.v34i2.56844>
- Cruzatt Sanz, R. J., & Herrera Jara, K. T. (2024). Resistencia a la compresión del adobe adicionando fibras de polietileno tereftalato y cal en la ciudad de Jaén—2023. *Universidad Nacional de Jaén*||*Repositorio Institucional - UNJ*. <http://repositorio.unj.edu.pe/jspui/handle/UNJ/697>
- Flores Quispe, J. M. (2024). *Análisis de propiedades físico-mecánicas de muro de adobe con incorporación de ceniza de tallo de trigo y arena sílica, Puno-2023*.
- Gamero Valencia, D. E. (2021). *Caracterización de los tipos de ceniza utilizados en concreto, mortero y adobe, Cajamarca 2020*.
- García Coz, L. (2024). Resistencia a la tracción del adobe con pajillas de madera embebidas en resina natural hecho con aceite reciclado de cocina y vinagre—La Esperanza—Amarilis—Huánuco—2023. *Universidad de Huánuco*. <https://repositorio.udh.edu.pe/xmlui/handle/20.500.14257/5304>
- Gonzales Perez, Y. M. (2022). Estudio de la influencia de la ceniza de carbón en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso con fines de pavimentación.



Repositorio Institucional - USS.

<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10340>

Guarniz Villalobos, W. M. (2022). *Características físicas y mecánicas del adobe artesanal incorporando ceniza de bagazo de uva, Cascas, La Libertad.*

Labrin Shimizu, M. D., & Pacheco Valle, M. F. (2023). Mortero aislante para tarrajeo de exteriores empleando paja de trigo y corcho como sustituto parcial del agregado fino para mejorar el confort térmico de las viviendas rurales en la provincia de Abancay. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).*
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/668473>

Leon Valverde, B. J. (2019). *Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz.*

Mendoza Llanos, K. (2018). Evaluación de la resistencia del adobe fabricado con adición de ceniza y arena. *Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza - UNTRM.*
<https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1661>

Merino Cuadros, L. V. (2024). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas del adobe incorporando la ceniza del tallo de habas, Jauja – Junín, 2022.*
<https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/2711>

Norma E.080. (2017). *Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada- RNE Perú.*

Ñahui de la Cruz, J. (2023). Utilización de la ceniza de madera de eucalipto como reemplazo del cemento para el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. *Universidad Peruana Los Andes.* <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/6153>

Osorio Palma, M. A. (2022). Influencia de cenizas de carbón de madera de eucalipto en la resistencia de concreto estructural $f'c 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Pasco 2021.

Pimienta, J., Orden, A. de la, & Estrada, R. (2018). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.*

Pino, R. (2019). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.*



- Polo Lopez, A. A., & Arce Flores, J. L. (2022). Influencia de cenizas de carbón mineral de cocina en concretos estandar elaborados con agregados del Río Llamacocha – Conchucos 2021.
- Quiñones Sara, K. (2023). Efecto de la ceniza de carbón como activador alcalino en las propiedades del suelo arcilloso de la subrasante del jirón Los Libertadores, distrito de Huancán, provincia de Huancayo, departamento de Junín. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/14004>
- Quiro Trujillo, L. M. (2022). Adobe con incorporación de corcho para mejorar las propiedades mecánicas y termoaislantes en viviendas de clima gélido, Puno 2022.
- Rafael Cusma, N. (2023). *Estudio físico mecánico del adobe elaborado con hojas de pino y el aditivo proes como estabilizador*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6783>
- Salih, M. M., Osofero, A. I., & Imbabi, M. S. (2020). Critical review of recent development in fiber reinforced adobe bricks for sustainable construction. *Frontiers of Structural and Civil Engineering*, 14(4), 839-854. <https://doi.org/10.1007/s11709-020-0630-7>
- Sanchez, C. (2023). Resistencia a compresión del adobe estabilizado incorporando ceniza de carbón y aserrín de madera, Cajamarca 2022. *Universidad Privada del Norte*. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/9282635>
- Sandoval Alvarado, G. D. (2021). *Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4232>
- Travezaño Chavez, D. K. (2021). Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del adobe tradicional al incorporarle ceniza de carbón vegetal, distrito de Yanahuanca, Pasco – 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/134768>



ANEXOS



Anexo 01. Matriz de consistencia

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuáles son las propiedades del adobe tradicional con incorporación de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal en la provincia de El collao 2025?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar las propiedades del adobe tradicional con adición de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal en cantidades variables en la provincia de el collao 2025.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>Las propiedades del adobe tradicional con adición de corcho reciclado y ceniza de carbón vegetal en cantidades variables en la provincia de el collao 2025 2025, mejorarán de forma significativa.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Corcho Reciclado Ceniza de Carbón Vegetal</p>	<p>- (balanza de precisión).</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son las propiedades del adobe tradicional producidas con materiales propios en la provincia de el collao 2025?</p> <p>¿Cuál es el impacto de la incorporación de corcho reciclado en proporciones del 3% y 6% en las propiedades del adobe?</p> <p>¿Cuál es el impacto de la incorporación de ceniza de carbón vegetal en proporciones del 3% y 6% en las propiedades del adobe?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Evaluar las propiedades del adobe tradicional producidas con materiales propios en la provincia de el collao 2025.</p> <p>Evaluar el impacto de la incorporación de corcho reciclado en proporciones del 3% y 6% en las propiedades del adobe.</p> <p>Evaluar el impacto de la incorporación de ceniza de carbón vegetal en proporciones del 3% y 6% en las propiedades del adobe.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Las propiedades del adobe tradicional producidas con materiales propios en la provincia de el collao 2025, cumplirán con las especificaciones recomendadas.</p> <p>La incorporación de corcho reciclado en proporciones del 3% y 6% tendrá un efecto significativo en las propiedades del adobe.</p> <p>La incorporación de ceniza de carbón vegetal en proporciones del 3% y 6% tendrá un efecto significativo en las propiedades del adobe.</p>	<p>Dimensiones: <i>Proporción del material incorporado</i></p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Propiedades del Adobe Tradicional</p> <p>Dimensiones: <i>Propiedades físicas y mecánicas.</i></p>	

Anexo 02. Evidencia fotográfica



Fotografía 1. Obtención del corcho reciclado de las botellas de vino



Fotografía 2. Triturado y cortes de los corchos reciclados



Fotografía 3. Quemado de la madera de eucalipto



Fotografía 4. Obtención de las cenizas de carbón vegetal



Fotografía 5. Obtención de las cenizas de carbón vegetal



Fotografía 6. Obtención de las cenizas de carbón vegetal



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE CONVENCIONAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
ADOBE CONVENCIONAL	Largo	40.48	40.49	40.46	40.47	40.46	40.47	-1.18
	Ancho	20.38	20.41	20.40	20.42	20.39	20.40	-2.00
	Altura	10.39	10.38	10.40	10.39	10.38	10.39	-3.88
ADOBE CONVENCIONAL	Largo	40.45	40.48	40.47	40.46	40.45	40.46	-1.16
	Ancho	20.39	20.41	20.42	20.43	20.41	20.41	-2.08
	Altura	10.42	10.40	10.39	10.38	10.40	10.40	-3.96
ADOBE CONVENCIONAL	Largo	40.48	40.47	40.49	40.47	40.46	40.47	-1.19
	Ancho	20.40	20.39	20.38	20.37	20.39	20.39	-1.93
	Altura	10.40	10.38	10.39	10.37	10.38	10.38	-3.84
ADOBE CONVENCIONAL	Largo	40.45	40.47	40.46	40.49	40.48	40.47	-1.18
	Ancho	20.40	20.38	20.39	20.37	20.40	20.39	-1.94
	Altura	10.38	10.37	10.39	10.36	10.38	10.38	-3.76

NOTA :
 E : Dimensión, especifica por la norma o el fabricante.
 P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 40 cm
 Ancho : 20 cm
 Altura : 10 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
 C.I.P. 100257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE + 3% DE CORCHO RECICLADO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
ADOBE + 3% DE COREC	Largo	40.44	40.43	40.45	40.44	40.42	40.44	-1.09
	Ancho	20.38	20.39	20.37	20.39	20.38	20.38	-1.91
	Altura	10.39	10.37	10.38	10.38	10.39	10.38	-3.82
ADOBE + 3% DE COREC	Largo	40.44	40.43	40.44	40.45	40.43	40.44	-1.10
	Ancho	20.39	20.38	20.38	20.37	20.38	20.38	-1.90
	Altura	10.39	10.39	10.39	10.38	10.36	10.39	-3.86
ADOBE + 3% DE COREC	Largo	40.43	40.45	40.44	40.44	40.43	40.44	-1.10
	Ancho	20.38	20.39	20.38	20.37	20.38	20.38	-1.90
	Altura	10.37	10.37	10.39	10.37	10.38	10.38	-3.76
ADOBE + 3% DE COREC	Largo	40.45	40.44	40.43	40.42	40.44	40.44	-1.09
	Ancho	20.38	20.37	20.37	20.39	20.38	20.38	-1.89
	Altura	10.37	10.39	10.39	10.38	10.37	10.38	-3.80

NOTA :
 E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.
 P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 40 cm
 Ancho : 20 cm
 Altura : 10 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FCP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE + 6% DE CORCHO RECICLADO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
ADOBE + 6% DE COREC	Largo	40.41	40.42	40.40	40.39	40.40	40.40	-1.01
	Ancho	20.30	20.31	20.30	20.33	20.32	20.31	-1.56
	Altura	10.33	10.31	10.32	10.31	10.32	10.32	-3.18
ADOBE + 6% DE COREC	Largo	40.40	40.40	40.41	40.42	40.41	40.41	-1.02
	Ancho	20.32	20.30	20.30	20.31	20.31	20.14	-0.70
	Altura	10.32	10.33	10.32	10.31	10.30	10.32	-3.16
ADOBE + 6% DE COREC	Largo	40.40	40.40	40.41	40.42	40.41	40.41	-1.02
	Ancho	20.32	20.31	20.30	20.30	20.31	20.31	-1.54
	Altura	10.32	10.33	10.30	10.30	10.31	10.31	-3.12
ADOBE + 6% DE COREC	Largo	40.42	40.41	40.40	40.42	40.41	40.41	-1.03
	Ancho	20.33	20.30	20.32	20.30	20.31	20.31	-1.56
	Altura	10.32	10.31	10.33	10.32	10.31	10.32	-3.18

NOTA :
 E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.
 P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 40 cm
 Ancho : 20 cm
 Altura : 10 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE +3% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
ADOBE + 3% DE CECVE	Largo	40.34	40.33	40.35	40.34	40.32	40.34	-0.84
	Ancho	20.28	20.29	20.27	20.29	20.28	20.28	-1.41
	Altura	10.29	10.27	10.28	10.28	10.29	10.28	-2.82
ADOBE + 3% DE CECVE	Largo	40.34	40.33	40.34	40.35	40.33	40.34	-0.85
	Ancho	20.29	20.30	20.28	20.27	20.30	20.29	-1.44
	Altura	10.29	10.29	10.30	10.28	10.28	10.29	-2.88
ADOBE + 3% DE CECVE	Largo	40.33	40.35	40.34	40.34	40.33	40.34	-0.85
	Ancho	20.30	20.29	20.28	20.27	20.28	20.28	-1.42
	Altura	10.29	10.27	10.29	10.30	10.28	10.29	-2.86
ADOBE + 3% DE CECVE	Largo	40.35	40.34	40.33	40.32	40.34	40.34	-0.84
	Ancho	20.28	20.27	20.27	20.29	20.28	20.28	-1.39
	Altura	10.27	10.29	10.29	10.28	10.27	10.28	-2.80

NOTA :
 E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.
 P : Medida promedio de ensayo.

Largo 40 cm
 Ancho 20 cm
 Altura 10 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CUIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE +6% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
ADOBE + 6% DE CECVE	Largo	40,25	40,24	40,26	40,25	40,26	40,25	-0,63
	Ancho	20,20	20,19	20,22	20,2	20,22	20,21	-1,03
	Altura	10,20	10,19	10,22	10,21	10,20	10,20	-2,04
ADOBE + 6% DE CECVE	Largo	40,26	40,25	40,27	40,25	40,24	40,25	-0,64
	Ancho	20,18	20,20	20,19	20,2	20,21	20,20	-0,98
	Altura	10,19	10,18	10,21	10,2	10,21	10,20	-1,98
ADOBE + 6% DE CECVE	Largo	40,26	40,25	40,60	40,24	40,25	40,32	-0,80
	Ancho	20,19	20,20	20,21	20,2	20,20	20,20	-1,00
	Altura	10,19	10,20	10,21	10,22	10,22	10,21	-2,08
ADOBE + 6% DE CECVE	Largo	40,26	40,26	40,25	40,26	40,25	40,26	-0,64
	Ancho	20,20	20,22	20,19	20,21	20,20	20,20	-1,02
	Altura	10,19	10,21	10,20	10,21	10,21	10,20	-2,04

NOTA :
 E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.
 P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 40 cm
 Ancho : 20 cm
 Altura : 10 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Arnulfo Yana Torres
 C.P. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP-399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE CONVENCIONAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOBE CONVENCIONAL			09/07/2025	7	100.00	297.21	2.97
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE CONVENCIONAL			09/07/2025	7	100.00	295.26	2.95
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE CONVENCIONAL			09/07/2025	7	100.00	296.12	2.96
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE CONVENCIONAL			09/07/2025	7	100.00	294.14	2.94
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							2.96	KG/CM2

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOBE CONVENCIONAL			16/07/2025	14	100.00	701.11	7.01
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE CONVENCIONAL			16/07/2025	14	100.00	710.10	7.10
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE CONVENCIONAL			16/07/2025	14	100.00	705.14	7.05
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE CONVENCIONAL			16/07/2025	14	100.00	708.34	7.08
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							7.06	KG/CM2

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOBE CONVENCIONAL			30/07/2025	28	100.00	1024.58	10.25
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE CONVENCIONAL			30/07/2025	28	100.00	1023.42	10.23
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE CONVENCIONAL			30/07/2025	28	100.00	1025.32	10.26
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE CONVENCIONAL			30/07/2025	28	100.00	1027.16	10.27
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							10.25	KG/CM2

OBSERVACIONES
NOTA : LOS ADOBES FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP-CAP INGENIERIA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO, 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE +3% DE CORCHO RECICLADO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	ADOBE							
1	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	100.00	308.62	3.09
	10.00	10.00	10.00					
ADOBE								
2	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	100.00	305.61	3.06
	10.00	10.00	10.00					
ADOBE								
3	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	100.00	303.48	3.03
	10.00	10.00	10.00					
ADOBE								
4	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	100.00	305.62	3.06
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							3.06	KG/CM2

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	ADOBE							
1	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	100.00	728.28	7.28
	10.00	10.00	10.00					
ADOBE								
2	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	100.00	727.45	7.27
	10.00	10.00	10.00					
ADOBE								
3	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	100.00	725.84	7.26
	10.00	10.00	10.00					
ADOBE								
4	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	100.00	729.72	7.30
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							7.28	KG/CM2

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	ADOBE							
1	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	100.00	1036.52	10.37
	10.00	10.00	10.00					
ADOBE								
2	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	100.00	1034.34	10.34
	10.00	10.00	10.00					
ADOBE								
3	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	100.00	1035.24	10.35
	10.00	10.00	10.00					
ADOBE								
4	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	100.00	1038.26	10.38
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							10.36	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA LOS ADOBES FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO = EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE = BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA = ADOBE + 6% DE CORCHO RECICLADO

LUGAR = LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA = 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOBE			09/07/2025	7	100.00	260.21	2.60
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE			09/07/2025	7	100.00	259.36	2.59
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE			09/07/2025	7	100.00	257.45	2.57
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE			09/07/2025	7	100.00	257.78	2.58
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							2.59	KG/CM2

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOBE			16/07/2025	14	100.00	611.87	6.12
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE			16/07/2025	14	100.00	610.64	6.11
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE			18/07/2025	14	100.00	608.84	6.09
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE			16/07/2025	14	100.00	609.21	6.09
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							6.10	KG/CM2

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOBE			30/07/2025	28	100.00	1004.48	10.04
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE			30/07/2025	28	100.00	1001.54	10.02
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE			30/07/2025	28	100.00	997.63	9.98
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE			30/07/2025	28	100.00	998.87	9.99
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							10.01	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA = LOS ADOBES FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDAS VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP-399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE + 3% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE			09/07/2025	7	100.00	375.89	3.76
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE			09/07/2025	7	100.00	378.21	3.78
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE			09/07/2025	7	100.00	377.45	3.77
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE			09/07/2025	7	100.00	374.98	3.75
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' b)							3.77	KG/CM2

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE			16/07/2025	14	100.00	758.21	7.58
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE			16/07/2025	14	100.00	749.62	7.50
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE			16/07/2025	14	100.00	752.44	7.52
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE			16/07/2025	14	100.00	754.58	7.55
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' b)							7.54	KG/CM2

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE			30/07/2025	28	100.00	1187.36	11.87
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE			30/07/2025	28	100.00	1184.24	11.84
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	0.00					
3	ADOBE			30/07/2025	28	100.00	1189.64	11.90
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE			30/07/2025	28	100.00	1184.56	11.85
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' b)							11.87	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA : LOS ADOBES FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDAS VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
De Arnaldo Yano Torres
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE + 6% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS			CM2
1	ADOBE			09/07/2025	7	100.00	487.56	4.88
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE			09/07/2025	7	100.00	485.37	4.85
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE			09/07/2025	7	100.00	482.26	4.82
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE			09/07/2025	7	100.00	486.74	4.87
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							4.85	KG/CM2

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS			CM2
1	ADOBE			16/07/2025	14	100.00	955.95	9.56
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE			16/07/2025	14	100.00	958.67	9.59
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE			16/07/2025	14	100.00	951.28	9.51
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE			16/07/2025	14	100.00	957.44	9.57
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							9.56	KG/CM2

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS			CM2
1	ADOBE			30/07/2025	28	100.00	1397.28	13.97
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE			30/07/2025	28	100.00	1399.64	14.00
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE			30/07/2025	28	100.00	1392.79	13.93
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE			30/07/2025	28	100.00	1390.91	13.91
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							13.95	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA : LOS ADOBES FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE

NORMA (NTP-339.605)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE CONVENCIONAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE CONVENCIONAL	40.00	20.00	31.00	M-01	09/07/2025	7	800.00	1562.98	1.95
2	ADOBE CONVENCIONAL	40.00	20.00	31.00	M-02	09/07/2025	7	800.00	1565.93	1.96

1.96

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE CONVENCIONAL	40.00	20.00	31.00	M-01	16/07/2025	14	800.00	3229.52	4.04
2	ADOBE CONVENCIONAL	40.00	20.00	31.00	M-02	16/07/2025	14	800.00	3227.39	4.03

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE CONVENCIONAL	40.00	20.00	31.00	M-01	30/07/2025	28	800.00	4999.74	6.12
2	ADOBE CONVENCIONAL	40.00	20.00	31.00	M-02	30/07/2025	28	800.00	4996.54	6.11



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE

NORMA (NTP 339.605)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE +3% DE CORCHO RECICLADO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE +3% COREC	40.00	20.00	31.00	M - 01	09/07/2025	7	800.00	1801.32	2.00
2	ADOBE +3% COREC	40.00	20.00	31.00	M - 02	09/07/2025	7	800.00	1609.41	2.01

2.01

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE +3% COREC	40.00	20.00	31.00	M - 01	16/07/2025	14	800.00	3431.32	4.29
2	ADOBE +3% COREC	40.00	20.00	31.00	M - 02	16/07/2025	14	800.00	3425.64	4.26

4.29

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE +3% COREC	40.00	20.00	31.00	M - 01	30/07/2025	28	800.00	6314.52	6.54
2	ADOBE +3% COREC	40.00	20.00	31.00	M - 02	30/07/2025	28	800.00	5309.84	6.54

6.54



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE

NORMA (NTP 339.605)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI EUQUE

MUESTRA : ADOBE +6% DE CORCHO RECICLADO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f/m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE +6% COREC	40.00	20.00	31.00	M - 01	09/07/2025	7	800.00	1502.32	1.88
2	ADOBE +6% COREC	40.00	20.00	31.00	M - 02	09/07/2025	7	800.00	1515.57	1.89

1.89

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f/m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE +8% COREC	40.00	20.00	31.00	M - 01	16/07/2025	14	800.00	3127.24	3.91
2	ADOBE +8% COREC	40.00	20.00	31.00	M - 02	16/07/2025	14	800.00	3136.56	3.92

3.91

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f/m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE +6% COREC	40.00	20.00	31.00	M - 01	30/07/2025	28	800.00	4712.85	5.89
2	ADOBE +6% COREC	40.00	20.00	31.00	M - 02	30/07/2025	28	800.00	4719.64	5.90

5.90



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yano Torres
CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE

NORMA (NTP 339.605)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO-2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE + 3% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE + 3% CECVE	40.00	20.00	31.00	M - 01	09/07/2025	7	800.00	1921.95	2.40
2	ADOBE + 3% CECVE	40.00	20.00	31.00	M - 02	09/07/2025	7	800.00	1929.64	2.41

2.41

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE + 3% CECVE	40.00	20.00	31.00	M - 01	13/08/2024	14	800.00	3682.38	4.60
2	ADOBE + 3% CECVE	40.00	20.00	31.00	M - 02	13/08/2024	14	800.00	3672.58	4.59

4.60

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE + 3% CECVE	40.00	20.00	31.00	M - 01	27/08/2024	26	800.00	5592.95	6.99
2	ADOBE + 3% CECVE	40.00	20.00	31.00	M - 02	27/08/2024	28	800.00	5582.64	6.98

6.98



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE

NORMA (NTP 339.605)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE +6% CECVE

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f' m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE +6% CECVE	40.00	20.00	31.00	M-01	09/07/2025	7	800.00	2382.52	2.98
2	ADOBE +6% CECVE	40.00	20.00	31.00	M-02	09/07/2025	7	800.00	2390.65	2.99

2.98

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f' m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE +6% CECVE	40.00	20.00	31.00	M-01	16/07/2025	14	800.00	4018.27	5.02
2	ADOBE +6% CECVE	40.00	20.00	31.00	M-02	16/07/2025	14	800.00	4011.56	5.01

5.02

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f' m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE +6% CECVE	40.00	20.00	31.00	M-01	30/07/2025	28	800.00	6005.84	7.51
2	ADOBE +6% CECVE	40.00	20.00	31.00	M-02	30/07/2025	28	800.00	5997.72	7.50

7.50



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103267



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAGO 2025
SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE
MUESTRA : ADOBE
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

ALABEO DEL ADOBE

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	MP Adobe 1	1.29	1.27	1.31	1.29
2	MP Adobe 2	1.30	1.28	1.32	1.28
3	MP Adobe 3	1.31	1.27	1.29	1.27
4	MP Adobe 4	1.32	1.26	1.30	1.29
5	MP Adobe 5	1.31	1.29	1.31	1.27
PROMEDIO (mm)		1.31	1.27	1.31	1.28
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)				1.31	
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)				1.28	
ALABEO PROMEDIO (mm)				1.29	

NOTA:
LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025
SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE
MUESTRA : ADOBE + 3% DE CORCHO RECICLADO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

ALABEO DEL ADOBE

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE + 3% DE CORCHO RECICLADO	1.28	1.26	1.29	1.27
2	ADOBE + 3% DE CORCHO RECICLADO	1.29	1.25	1.30	1.26
3	ADOBE + 3% DE CORCHO RECICLADO	1.27	1.26	1.29	1.25
4	ADOBE + 3% DE CORCHO RECICLADO	1.30	1.26	1.28	1.25
5	ADOBE + 3% DE CORCHO RECICLADO	1.29	1.25	1.28	1.26
PROMEDIO (mm)		1.29	1.26	1.29	1.26
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)				1.29	
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)				1.26	
ALABEO PROMEDIO (mm)				1.27	

NOTA:
LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
JULIACA - PERU
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS: CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025
SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANILUQUE
MUESTRA : ADOBE + 6% DE CORCHO RECICLADO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

ALABEO DEL ADOBE

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE + 6% DE CORCHO RECICLADO	1.27	1.25	1.26	1.26
2	ADOBE + 6% DE CORCHO RECICLADO	1.26	1.26	1.28	1.25
3	ADOBE + 6% DE CORCHO RECICLADO	1.27	1.25	1.27	1.26
4	ADOBE + 6% DE CORCHO RECICLADO	1.28	1.26	1.27	1.25
5	ADOBE + 6% DE CORCHO RECICLADO	1.27	1.26	1.26	1.26
PROMEDIO (mm)		1.27	1.26	1.27	1.26
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)				1.27	
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)				1.26	
ALABEO PROMEDIO (mm)				1.26	

NOTA:
LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



INVESTIGADORA NESTOR CACERES VELASQUEZ
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
Dr. Amalio Yana Torres
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACION DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025
SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANILUQUE
MUESTRA : ADOBE + 3% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

ALABEO DEL ADOBE

Nº	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE + 3% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL	1.28	1.26	1.27	1.25
2	ADOBE + 3% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL	1.28	1.25	1.28	1.25
3	ADOBE + 3% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL	1.29	1.26	1.29	1.26
4	ADOBE + 3% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL	1.27	1.25	1.29	1.26
5	ADOBE + 3% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL	1.27	1.25	1.27	1.25
PROMEDIO (mm)		1.28	1.25	1.28	1.25
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)				1.28	
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)				1.25	
ALABEO PROMEDIO (mm)				1.27	

NOTA:
LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA: 30 DE JULIO DEL 2025
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025
SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANILUQUE
MUESTRA : ADOBE + 6% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

ALABEO DEL ADOBE

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE + 6% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL	1.25	1.25	1.28	1.26
2	ADOBE + 6% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL	1.24	1.23	1.29	1.27
3	ADOBE + 6% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL	1.24	1.24	1.29	1.28
4	ADOBE + 6% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL	1.23	1.25	1.28	1.27
5	ADOBE + 6% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL	1.25	1.26	1.27	1.26
PROMEDIO (mm)		1.24	1.25	1.28	1.27
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)				1.26	
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)				1.26	
ALABEO PROMEDIO (mm)				1.26	

NOTA:
LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257





UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y GENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE

BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

UBICACIÓN

PROVINCIA DE EL COLLAO

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA

MUESTRA 01

FECHA

01 DE JULIO DEL 2025

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	285.00
SUELO SECO + TARRO	gr	252.78
PESO DEL TARRO	gr	50.95
PESO DEL AGUA	gr	32.22
PESO DEL SUELO SECO	gr	201.83
HUMEDAD %	%	15.96

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.54	32.74	32.55	10.43	10.97
SUELO SECO + TARRO	gr	28.77	29.29	29.63	9.38	9.86
PESO DEL TARRO	gr	21.22	20.44	22.08	4.22	4.22
PESO DEL AGUA	gr	2.77	3.45	2.92	1.05	1.11
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.55	8.85	7.55	5.16	5.64
HUMEDAD %	%	36.69	38.98	38.68	20.35	19.68
N° DE GOLPES		30	20	12		
LIMITE LIQUIDO	:	36.95	LIMITE PLASTICO	:	20.01	

INDICE PLASTICO : 16.93

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Líquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CARR. INGENIERIA CIVIL
 Dr. Arnaldo Vayas Torres
 CIP. 103297



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y GENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLAO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : MUESTRA 2

FECHA : 01 DE JULIO DEL 2025

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	358.64
SUELO SECO + TARRO	gr	318.95
PESO DEL TARRO	gr	51.61
PESO DEL AGUA	gr	39.69
PESO DEL SUELO SECO	gr	267.34
HUMEDAD %	%	14.85

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		4	5	6	C	D	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	47.94	50.84	50.12	14.60	14.65	
SUELO SECO + TARRO	gr	43.30	44.99	44.69	13.24	13.19	
PESO DEL TARRO	gr	31.00	30.00	30.00	6.24	6.15	
PESO DEL AGUA	gr	4.64	5.85	5.43	1.36	1.46	
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.30	14.99	14.69	7.00	7.04	
HUMEDAD %	%	37.72	39.03	36.96	19.43	20.74	
N° DE GOLPES		27	20	14			
LIMITE LIQUIDO :		36.84			LIMITE PLASTICO :		20.08

INDICE PLASTICO : **16.76**

$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Líquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 LABORATORIO M.S.C.A. SEPTEMBRA
 JULIACA PERU
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

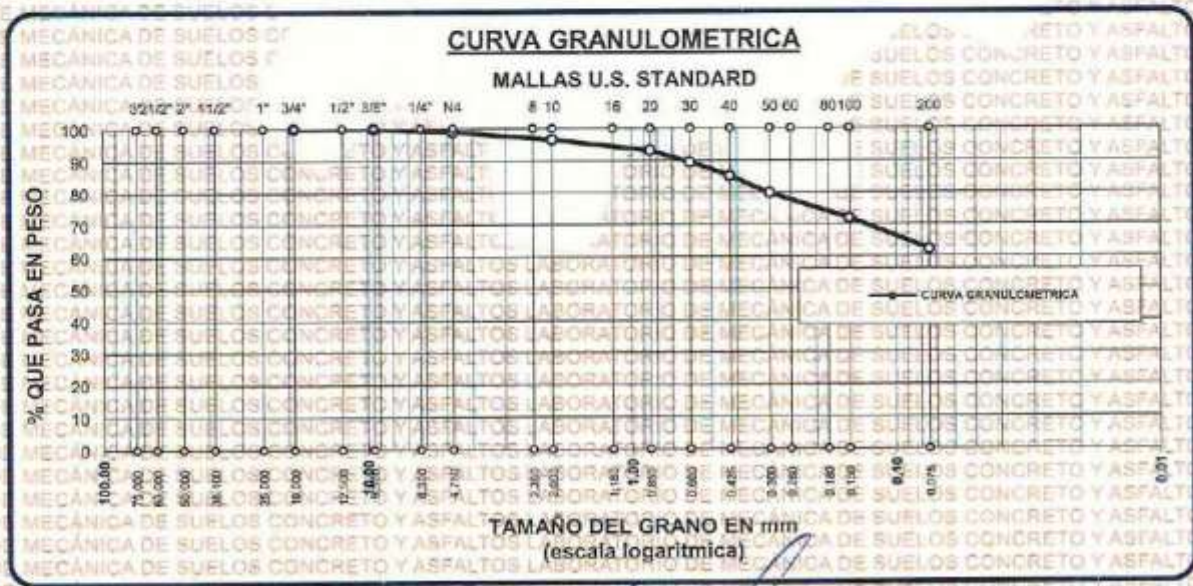
UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLAO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : MUESTRA 2

FECHA : 01 DE JULIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75,000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63,000						P.L.= 500.00
2"	50,000						P.L.= 189.13
1 1/2"	38,100						P.P.= 310.87
1"	25,000						%W= 14.85
3/4"	19,000	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12,500						L.L.= 36.84
3/8"	9,500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 20.08
1/4"	6,300						I.P.= 16.76
No4	4,750	4.95	0.99	0.99	99.01		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2,360						D10= --- Cu= ---
No10	2,000	12.14	2.43	3.42	96.58		D30= --- Cc= ---
No16	1,180						D60= ---
No20	0,850	16.78	3.36	6.77	93.23		CLASIFICACION:
No30	0,600	18.82	3.72	10.50	89.50		I.G. =
No40	0,425	21.56	4.31	14.81	85.19		SUSCS ML-CL
No50	0,300	26.89	5.38	20.19	79.81		ASSTHO
No60	0,250						OBSERVACIONES:
No80	0,180						
No100	0,150	39.52	7.90	28.09	71.91		
No200	0,075	48.67	9.73	37.83	62.17		
BASE		310.87	62.17	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		62.17					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"
 FICP - CIP INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANLUQUE

UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLAO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : MUESTRA 3

FECHA : 01 DE JULIO DEL 2025

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	421.56
SUELO SECO + TARRO	gr	375.24
PESO DEL TARRO	gr	50.19
PESO DEL AGUA	gr	46.32
PESO DEL SUELO SECO	gr	325.05
HUMEDAD %	%	14.25

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		7	8	9	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	51.20	51.45	51.84	10.40	11.10
SUELO SECO + TARRO	gr	49.35	49.89	49.74	9.30	9.98
PESO DEL TARRO	gr	44.20	45.89	44.20	4.21	4.19
PESO DEL AGUA	gr	1.85	1.56	2.10	1.10	1.12
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.15	4.00	5.54	5.09	5.79
HUMEDAD %	%	35.92	39.00	37.91	21.61	19.34
N° DE GOLPES		35	28	15		
LIMITE LIQUIDO :		37.53	LIMITE PLASTICO :		20.48	

INDICE PLASTICO : 17.05

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Líquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes



INVESTIGACION NESTOR CACERES VELASQUEZ
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

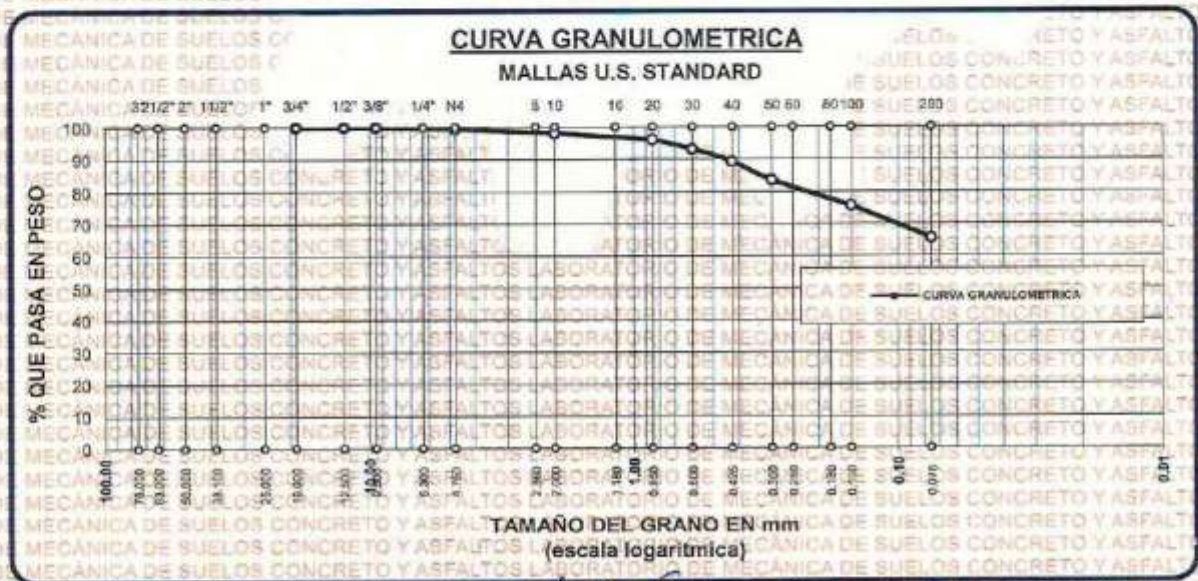
UBICACIÓN : PROVINCIA DE EL COLLAO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : MUESTRA 3

FECHA : 01 DE JULIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 500.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 171.74
2"	50.000						P.P.= 326.26
1 1/2"	38.100						%w = 14.25
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		L.L.= 37.53
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 20.48
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		I.P.= 17.05
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	2.56	0.51	0.51	99.49		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= — Cc= —
No10	2.000	6.74	1.35	1.86	98.14		D60= —
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	9.78	1.96	3.82	96.18		I.G. =
No30	0.600	14.65	2.93	6.75	93.25		SUSCS ML-CL
No40	0.425	19.56	3.91	10.66	89.34		ASTHO
No 50	0.300	28.74	5.75	16.41	83.59		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	39.84	7.97	24.37	75.63		
No200	0.075	49.87	9.97	34.35	65.65		
BASE		326.26	65.65	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		65.65					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
 FICP - CAP / INGENIERIA CIVIL
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 C.I.P. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO

EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACION DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBON VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE

BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LLUQUE

MUESTRA

ADOBE CONVENCIONAL

LUGAR

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

30 DE JULIO DEL 2025

ABSORCION	
B=	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$
A=	PESO DE ADOBE SECO
B=	PESO DE ADOBE SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11048	11045	11049	11044
B=	12978	12975	12974	12977

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE CONVENCIONAL	M - 1	11048.00	12978.00	17.47
2	ADOBE CONVENCIONAL	M - 2	11045.00	12975.00	17.47
3	ADOBE CONVENCIONAL	M - 3	11049.00	12974.00	17.42
4	ADOBE CONVENCIONAL	M - 4	11044.00	12977.00	17.50

OBSERVACIONES : DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 22 % DE ABSORCION

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CAGARES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE

BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA

ADOBE + 3% DE CORCHO RECICLADO

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

30 DE JULIO DEL 2025

ABSORCIÓN	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A = PESO DE ADOBE SECO B = PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11049	11050	11047	11046
B=	12948	12939	12930	12929

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE + 3% DE CORCHO RECICLADO	M - 1	11049.00	12948.00	17.19
2	ADOBE + 3% DE CORCHO RECICLADO	M - 2	11050.00	12939.00	17.10
3	ADOBE + 3% DE CORCHO RECICLADO	M - 3	11047.00	12930.00	17.05
4	ADOBE + 3% DE CORCHO RECICLADO	M - 4	11046.00	12929.00	17.05

OBSERVACIONES : DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 22 % DE ABSORCIÓN

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CAGARES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

Dr. Arnoldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE + 6% DE CORCHO RECICLADO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

ABSORCIÓN	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A = PESO DE ADOBE SECO B = PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11050	11049	11047	11050
B=	12931	12928	12923	12920

MECAN Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE + 6% DE CORCHO RECICLADO	M - 1	11050.00	12931.00	17.02
2	ADOBE + 6% DE CORCHO RECICLADO	M - 2	11049.00	12928.00	17.01
3	ADOBE + 6% DE CORCHO RECICLADO	M - 3	11047.00	12923.00	16.98
4	ADOBE + 6% DE CORCHO RECICLADO	M - 4	11050.00	12920.00	16.92

OBSERVACIONES: DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 22 % DE ABSORCIÓN

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
M.S.C. EFATURA
Dr. Arnoldo Yana Torres
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE

BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA

ADOBE + 6% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

30 DE JULIO DEL 2025

ABSORCIÓN	
B=	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$
	A= PESO DE ADOBE SECO B= PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO:	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11050	11048	11047	11049
B=	12831	12828	12830	12827

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE + 6% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL	M - 1	11050.00	12831.00	16.12
2	ADOBE + 6% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL	M - 2	11048.00	12828.00	16.11
3	ADOBE + 6% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL	M - 3	11047.00	12830.00	16.14
4	ADOBE + 6% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL	M - 4	11049.00	12827.00	16.09

OBSERVACIONES: DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 22 % DE ABSORCIÓN



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDAS VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NTP 399.084

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025
SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE
MUESTRA : ADOBE CONVENCIONAL
LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE CONVENCIONAL			09/07/2025	7	800.00	180.25	0.225
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE CONVENCIONAL			09/07/2025	7	800.00	183.65	0.230
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE CONVENCIONAL			09/07/2025	7	800.00	185.47	0.232
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE CONVENCIONAL			09/07/2025	7	800.00	182.97	0.229
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F b)							0.23	KG/CM2

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE CONVENCIONAL			16/07/2025	14	800.00	477.84	0.597
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE CONVENCIONAL			16/07/2025	14	800.00	475.21	0.594
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE CONVENCIONAL			16/07/2025	14	800.00	472.86	0.591
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE CONVENCIONAL			16/07/2025	14	800.00	475.79	0.595
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F b)							0.59	KG/CM2

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE CONVENCIONAL			30/07/2025	28	800.00	694.25	0.868
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE CONVENCIONAL			30/07/2025	28	800.00	690.34	0.864
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE CONVENCIONAL			30/07/2025	28	800.00	691.74	0.865
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE CONVENCIONAL			30/07/2025	28	800.00	695.12	0.869
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F b)							0.87	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA: LOS ADOBES FUERON CAFEADOS EN AMBOS ADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDAS VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yano Torres
CIF: 103257



UNIVERSIDAD ANCIANA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE +3% DE CORCHO RECICLADO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE E			09/07/2025	7	800.00	216.68	0.271
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE E			09/07/2025	7	800.00	219.79	0.275
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE E			09/07/2025	7	800.00	220.52	0.276
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE E			09/07/2025	7	800.00	218.81	0.274
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							0.27	KG/CM2

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE			16/07/2025	14	800.00	498.95	0.624
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE			16/07/2025	14	800.00	492.37	0.615
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE			16/07/2025	14	800.00	495.52	0.619
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE			16/07/2025	14	800.00	493.46	0.617
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							0.62	KG/CM2

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE			30/07/2025	28	800.00	714.22	0.893
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE			30/07/2025	28	800.00	718.36	0.898
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE			30/07/2025	28	800.00	712.27	0.890
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE			30/07/2025	28	800.00	715.46	0.894
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							0.89	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA : LOS ADOBES FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
C.P. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CERERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE +5% DE CORCHO RECICLADO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE			09/07/2025	7	800.00	181.98	0.227
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE			09/07/2025	7	800.00	176.87	0.221
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE			09/07/2025	7	800.00	178.79	0.223
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE			09/07/2025	7	800.00	180.90	0.226
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F b)							0.22	KG/CM2

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE			16/07/2025	14	800.00	467.21	0.584
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE			16/07/2025	14	800.00	465.12	0.581
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE			16/07/2025	14	800.00	460.09	0.575
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE			16/07/2025	14	800.00	462.16	0.578
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F b)							0.58	KG/CM2

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE			30/07/2025	28	800.00	684.98	0.856
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE			30/07/2025	28	800.00	686.89	0.859
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE			30/07/2025	28	800.00	685.96	0.857
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE			30/07/2025	28	800.00	684.93	0.856
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F b)							0.86	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA : LOS ADOBES FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD NACIONAL NESTOR CERERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
C.I.F. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NTP-399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE + 3% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE			09/07/2025	7	800.00	269.11	0.336
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE			09/07/2025	7	800.00	265.21	0.332
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE			09/07/2025	7	800.00	262.10	0.328
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE			09/07/2025	7	800.00	265.21	0.332
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							0.33	KG/CM2

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE			18/07/2025	14	800.00	542.21	0.678
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE			18/07/2025	14	800.00	548.12	0.685
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE			16/07/2025	14	800.00	545.11	0.681
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE			16/07/2025	14	800.00	546.03	0.683
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							0.68	KG/CM2

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE			30/07/2025	28	800.00	742.64	0.928
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE			30/07/2025	28	800.00	746.58	0.933
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE			30/07/2025	28	800.00	742.84	0.929
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE			30/07/2025	28	800.00	749.59	0.937
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							0.93	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA: LOS ADOBES FUERON PREPARADOS POR EL BACHILLER

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 JEFATURA
 Dr. Arnelito Yana Torres
 CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER ALEXIS-ERON MAMANI LUQUE

MUESTRA : ADOBE + 6% DE CENIZA DE CARBÓN VEGETAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE			09/07/2025	7	800.00	310.85	0.389
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE			09/07/2025	7	800.00	312.64	0.391
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE			09/07/2025	7	800.00	315.79	0.395
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE			09/07/2025	7	800.00	313.68	0.392
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)							0.39	KG/CM2

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE			16/07/2025	14	800.00	595.12	0.744
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE			16/07/2025	14	800.00	592.21	0.740
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE			16/07/2025	14	800.00	593.34	0.742
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE			16/07/2025	14	800.00	590.29	0.738
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)							0.74	KG/CM2

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE E			30/07/2025	28	800.00	778.84	0.974
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE E			30/07/2025	28	800.00	779.79	0.975
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE E			30/07/2025	28	800.00	784.87	0.981
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE E			30/07/2025	28	800.00	786.69	0.983
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)							0.98	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA : LOS ADOBES FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 16-10-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ALEXIS ERON MAMANI LUQUE

Dirección: Jr. PROGRESO 515

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73521503

Teléfono: 915 158 142 email: alexiseronmamaniluque3@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON INCORPORACIÓN
DE CORCHO RECICLADO Y CENIZA DE CARBÓN VEGETAL EN
LA PROVINCIA DE EL COLLAO 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): ADOBE TRADICIONAL, CORCHO RECICLADO, CENIZA DE CARBÓN VEGETAL,
PROPIEDADES DEL ADOBE Y MATERIALES RECICLADOS.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17


Firma de Autor



huella digital

16-10-2025

Fecha